

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 570 538**

51 Int. Cl.:

**A61C 13/083** (2006.01)

**A61C 13/00** (2006.01)

**C22C 19/07** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.09.2014 E 14186699 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2853229**

54 Título: **Pieza dental en bruto para mecanizar, polvo metálico para pulvimetalurgia, montura dental metálica para la adhesión de porcelana, y prótesis dental**

30 Prioridad:

**27.09.2013 JP 2013202722**

**20.08.2014 JP 2014167734**

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

**18.05.2016**

73 Titular/es:

**SEIKO EPSON CORPORATION (100.0%)**  
**4-1, Nishi-Shinjuku 2-chome**  
**Shinjuku-ku, Tokyo , JP**

72 Inventor/es:

**NAKAMURA, HIDEFUMI y**  
**SHIOHARA, YUKIHIKO**

74 Agente/Representante:

**PONS ARIÑO, Ángel**

**ES 2 570 538 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

Pieza dental en bruto para mecanizar, polvo metálico para pulvimetalurgia, montura dental metálica para la adhesión de porcelana, y prótesis dental

5

**Antecedentes****1. Campo técnico**

10 La presente invención se refiere a una pieza dental en bruto para mecanizar, a un polvo metálico para pulvimetalurgia, a una montura dental metálica para la adhesión de porcelana, y a una prótesis dental.

**2. Técnica anterior relacionada**

15 En las prótesis para una parte faltante de la corona de un diente o un diente faltante en un tratamiento dental, en muchos casos se utiliza una corona, un puente, o una dentadura postiza. Entre ellos, desde el punto de vista del aspecto estético y funcional, se utiliza una prótesis dental obtenida adhiriendo un material cerámico denominado "porcelana" a la superficie de una montura metálica.

20 El documento JP-A-H11-001738 (PTL 1) divulga una aleación para una montura metálica con una base de metal noble, que se obtiene añadiendo un elemento metálico como el Sn, Ga, o In a un elemento metálico tal como Au, Pd, Cu, Ir, o Ag. Esta aleación puede moldearse con la forma deseada por colada, y por lo tanto, adhiriendo porcelana para la restauración de la corona de un diente, a la superficie de una montura metálica formada a partir de esta aleación, pudiéndose obtener una prótesis dental que tiene un excelente aspecto estético.

25

Por otro lado, recientemente, se ha popularizado un método para formar una montura metálica basado en datos sobre la forma, obtenidos midiendo la forma tridimensional de una pieza afectada. Tal mecanismo se denomina "sistema dental CAD/CAM". El CAD (por sus siglas en inglés de "computer aided design", diseño asistido por ordenador) es un sistema que adquiere datos sobre la forma tridimensional de una pieza afectada con un escáner 3D o similar y digitaliza los datos. Además, el CAM (por sus siglas en inglés de "computer aided manufacturing", fabricación asistida por ordenador) es un sistema que talla una montura metálica con una forma adecuada para la pieza afectada, mecanizando una pieza de trabajo basada en los datos digitalizados generados por el CAD. El sistema dental CAD/CAM que combina sendos sistemas puede alcanzar fácilmente una elevada fiabilidad dimensional que en el pasado dependía de la pericia de los técnicos dentales, y por lo tanto se espera que se popularice aún más, dado que puede formar eficientemente una montura metálica que esté perfectamente adaptada a la pieza afectada (véase, por ejemplo, el documento JP-A-2007-215854 (PTL 2)).

30

35

La pieza de trabajo que hay que someter al sistema CAD/CAM generalmente se denomina "pieza en bruto". La pieza en bruto debe tener capacidad para ser mecanizada así como otras propiedades necesarias para una montura metálica tales como un aspecto estético, biocompatibilidad, estabilidad química, y resistencia a la abrasión. La capacidad para ser mecanizado es una propiedad que permite un proceso de mecanizado favorable, y usando una pieza en bruto con buena capacidad para ser mecanizada, el CAM puede tallar eficientemente una montura metálica con la forma deseada, reproducida con precisión basándose en los datos digitalizados que ha generado el CAD.

40

45 La aleación divulgada en PTL 1 es una aleación adecuada para la colada, pero adolece del problema de que tiene una baja capacidad para ser mecanizada. Si la capacidad para ser mecanizada de una pieza en bruto es baja, el procesamiento previsto no puede realizarse de modo que después del procesado la forma se desvía de la forma prevista. Como resultado, se producen los siguientes problemas: se necesita tiempo y esfuerzo para realizar un proceso secundario para corregir la forma y dado que presenta una baja adaptación a una pieza afectada, los pacientes sienten molestias.

50

El documento US 2012/174404 divulga la formación de una pieza dental en bruto a partir de un polvo metálico, teniendo la pieza en bruto una composición química que incluye Co como componente principal, 28-30 % de Cr, 5-6 % de Mo y menos de un 1 % de Si.

55

Los documentos US 2012/114516, GB 943 190, US 4.116.724 y US 3.865.585 también son relevantes.

**Sumario**

60 Una ventaja de algunos aspectos de la invención es proporcionar una pieza dental en bruto para mecanizar que tenga una excelente capacidad para ser mecanizada, un polvo metálico para pulvimetalurgia capaz de producir tal pieza dental en bruto para mecanizar, una montura dental metálica para la adhesión de porcelana que tenga una adhesividad excelente a la porcelana, y una prótesis dental de gran fiabilidad.

65 En la reivindicación 1 se define una pieza dental en bruto para mecanizar de acuerdo con un aspecto de la invención.

## ES 2 570 538 T3

De acuerdo con esta configuración, se obtiene una pieza dental en bruto para mecanizar con una excelente capacidad para ser mecanizada debido a que tiene una estructura específica para un cuerpo sinterizado.

5 Asimismo, se le imparte una dureza apropiada a una montura metálica, y por lo tanto, se obtiene una pieza en bruto útil desde el punto de vista de mejorar la fiabilidad de una prótesis dental.

10 En la pieza dental en bruto para mecanizar de acuerdo con un aspecto de la invención, se prefiere que una parte del Si contenido sea óxido de silicio, y la relación de Si contenido en forma de óxido de silicio en el Si sea preferentemente un 10 % en masa o más y un 90 % en masa o menos.

15 De acuerdo con esta configuración, se consiguen efectos tales como una alta capacidad para ser mecanizada, elevadas propiedades mecánicas de una montura metálica, y una alta adhesividad a la porcelana, y también debido a la existencia de una cantidad dada de óxido de silicio en la misma, la cantidad de óxidos de los elementos de metales de transición tales como Co, Cr, y Mo contenidos en esta pieza en bruto pueden reducirse lo suficiente. Como resultado, se obtiene una prótesis dental de mayor fiabilidad.

En la pieza dental en bruto para mecanizar de acuerdo con un aspecto de la invención, se prefiere que el óxido de silicio se separe en el límite de grano del cuerpo sinterizado.

20 De acuerdo con esta configuración, se puede evitar con mayor fiabilidad un aumento en tamaño de un cristal metálico, y de este modo, se obtiene una pieza en bruto a partir de la cual se puede tallar una montura metálica con propiedades mecánicas aún más excelentes. Además, los depósitos de óxido de silicio separados en el límite de grano mantienen por sí mismos una distancia adecuada entre sí, y por lo tanto, los depósitos de óxido de silicio pueden dispersarse de manera más uniforme en la pieza en bruto. Como resultado, se puede obtener una pieza en bruto más homogénea.

25 En la pieza dental en bruto para mecanizar de acuerdo con un aspecto de la invención, se prefiere que en un patrón de difracción por rayos X obtenido por difracción de rayos X utilizando un rayo Cu-K $\alpha$ , cuando la altura del pico más alto de entre los picos derivados del Co identificados basándose en una ficha del ICDD se define como 1, la relación de la altura del pico más alto de entre los picos derivados del Co<sub>3</sub>Mo identificados basándose en una ficha del ICDD es 0,01 o más y 0,5 o menos.

30 De acuerdo con esta configuración, se obtiene una pieza en bruto que evita que disminuya la dureza de una montura metálica y es capaz de producir una prótesis dental que apenas se deforme por la fuerza de mordida, y en la que se evita una disminución en la resistencia a la tensión, el límite elástico, y el alargamiento.

35 En la pieza dental en bruto para mecanizar de acuerdo con un aspecto de la invención, se prefiere que la pieza dental en bruto para mecanizar tenga un del Límite elástico al 0,2% de 450 MPa o más, un alargamiento de un 2 % o más, y un módulo de Young de 150 GPa o más.

40 De acuerdo con esta configuración, se obtiene una pieza en bruto capaz de producir una montura metálica de excelente durabilidad.

En la pieza dental en bruto para mecanizar de acuerdo con un aspecto de la invención, se prefiere que la pieza dental en bruto para mecanizar tenga una dureza Vickers de 200 o más y 480 o menos.

45 De acuerdo con esta configuración, se obtiene una pieza en bruto capaz de producir una montura metálica con suficiente resistencia a la deformación por fuerza de mordida. Además, la resistencia al mecanizado se vuelve relativamente pequeña por lo que se obtiene una excelente capacidad para ser mecanizada, y por lo tanto, se obtiene una pieza en bruto a partir de la cual se puede tallar eficientemente una montura metálica con la forma y las medidas deseadas.

50 En la reivindicación 7 se define un polvo metálico para pulvimetalurgia de acuerdo con otro aspecto de la invención.

55 De acuerdo con esta configuración, se obtiene un polvo metálico para pulvimetalurgia capaz de producir una pieza dental en bruto para mecanizar, con una excelente capacidad para ser mecanizada.

En la reivindicación 8 se define una montura dental metálica para la adhesión de porcelana de acuerdo con otro aspecto más de la invención.

60 De acuerdo con esta configuración, se obtiene una montura dental metálica para la adhesión de porcelana que tiene una adhesividad excelente a la porcelana.

65 Una prótesis dental de acuerdo con otro aspecto más de la invención incluye la montura dental metálica para la adhesión de porcelana de acuerdo con el aspecto de la invención y una capa de porcelana provista sobre la superficie de la montura dental metálica para la adhesión de porcelana.

De acuerdo con esta configuración, se obtiene una prótesis dental, en la que la montura dental metálica para la adhesión de porcelana y la capa de porcelana están firmemente adheridas entre sí de modo que presenta gran fiabilidad.

- 5 En la prótesis dental de acuerdo con el aspecto de la invención, se prefiere que la capa de porcelana contenga alúmina, y que la prótesis dental además incluya una fase mullita dispuesta entre la montura dental metálica para la adhesión de porcelana y la capa de porcelana.

10 De acuerdo con esta configuración, se obtiene una prótesis dental, en la que la capa de porcelana y la montura metálica están firmemente adheridas entre sí a través de la fase mullita, de modo que sea difícil desprender la capa de porcelana y por lo tanto su fiabilidad sea elevada. Además, se considera que debido a la generación de la fase mullita, la humectabilidad de un material cerámico a la montura metálica se mejora durante un tratamiento de cocción. Por consiguiente, desde este punto de vista, se considera que se mejora la adhesividad de la capa de porcelana.

15 **Breve descripción de los dibujos**

La invención se describe a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que números similares hacen referencia a elementos similares.

- 20 La FIG. 1 es una vista en perspectiva que muestra una realización de una pieza dental en bruto para mecanizar de acuerdo con la invención.  
La FIG. 2 es una vista longitudinal en sección transversal de la pieza dental en bruto para mecanizar mostrada en la FIG. 1.  
25 La FIG. 3 es una vista en la que se explica un método de medición de la resistencia al mecanizado de la pieza dental en bruto para mecanizar de acuerdo con la invención.  
Las FIGS. 4A y 4B son vistas que muestran cada una pista de barrido de una herramienta de procesamiento para un pieza en bruto cuando se mide la resistencia al mecanizado de la pieza dental en bruto para mecanizar de acuerdo con la invención.  
30 La FIG. 5 es una vista en perspectiva que muestra un estado de una pieza en bruto después de tallar una realización de una montura dental metálica para la adhesión de porcelana de acuerdo con la invención, a partir de la pieza en bruto mostrada en la FIG. 1.  
La FIG. 6 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea A-A de la FIG. 5.  
La FIG. 7 es una vista longitudinal en sección transversal que muestra la realización de la montura dental metálica para la adhesión de porcelana de acuerdo con la invención.  
35 La FIG. 8 es una vista longitudinal en sección transversal que muestra una realización de una prótesis dental de acuerdo con la invención.  
Las FIGS. 9A y 9B son imágenes de observación de piezas dentales en bruto para mecanizar, obtenidas en la muestra n.º 1 y en la muestra n.º 14, respectivamente.  
40 La FIG. 10 es una imagen de la composición del Si de la pieza dental en bruto para mecanizar, obtenida en la muestra n.º 1 usando una microsonda electrónica.

**Descripción de ejemplos de realización**

45 A continuación, la pieza dental en bruto para mecanizar, el polvo metálico para pulvimetalurgia, la montura dental metálica para la adhesión de porcelana, y la prótesis dental de acuerdo con la invención, se describen en detalle basándose en realizaciones preferentes mostradas en los dibujos adjuntos.

Pieza dental en bruto para mecanizar

50 En primer lugar, se describe una realización de la pieza dental en bruto para mecanizar de acuerdo con la invención.

La FIG. 1 es una vista en perspectiva que muestra una realización de una pieza dental en bruto para mecanizar de acuerdo con la invención, y la FIG. 2 es una vista longitudinal en sección transversal de la pieza dental en bruto para mecanizar mostrada en la FIG. 1.

55 Una pieza dental en bruto para mecanizar 1 (en adelante abreviada a veces como "pieza en bruto") mostrada en la FIG. 1 es un elemento a partir del cual se talla una pieza dental metálica con la forma deseada mediante un proceso de mecanizado. La pieza dental en bruto para mecanizar 1 incluye una "pieza en bruto a fresar" y una "pieza en bruto CAD/CAM para mecanizar con una máquina CAM del "sistema dental CAD/CAM". La pieza dental metálica no está particularmente limitada siempre y cuando sea una pieza metálica que quede temporalmente o de manera semipermanente en la boca. No obstante, en la siguiente descripción, se describe un caso en el que se talla una montura metálica.

65 La pieza en bruto 1 mostrada en la FIG. 1 tiene forma de disco, en otras palabras, una forma cilíndrica en la que la altura es menor que el diámetro, y la superficie superior 11 y la superficie inferior 12 de la misma son superficies planas paralelas entre sí. La forma de la pieza dental en bruto para mecanizar, de acuerdo con la invención, no está limitada a

una forma de disco, pudiendo tener cualquier otra forma. Por ejemplo, la forma puede ser un paralelepípedo rectangular, un cubo, una esfera, una columna poligonal, o similar.

5 El diámetro de la superficie superior 11 y de la superficie inferior 12 de la pieza en bruto mostrada en la FIG. 1 no está particularmente limitado, si bien se ajusta a, por ejemplo, aproximadamente 30 mm o más y 500 mm o menos. Además, el grosor de la pieza en bruto 1 se ajusta adecuadamente, según el diámetro de la misma, si bien se ajusta a, por ejemplo, aproximadamente 3 mm o más y 50 mm o menos.

10 Tal pieza en bruto 1 está formada a partir de una aleación a base de Co-Cr-Mo-Si.

Concretamente, la aleación que forma la pieza en bruto 1 contiene Co como componente principal, Cr en una proporción de un 26 % en masa o más y un 35 % en masa o menos, Mo en una proporción de un 5 % en masa o más y un 12 % en masa o menos, y Si en una proporción de un 0,5 % en masa o más y un 1,0 % en masa o menos.

15 La pieza en bruto 1 formada a partir de semejante aleación no solo es biocompatible y químicamente estable, sino que además tiene una capacidad excelente para ser mecanizada. Por lo tanto, cuando se talla una montura metálica por mecanizado de la pieza en bruto 1, las virutas del mecanizado se liberan suavemente, y también la rugosidad de la superficie mecanizada es lo suficientemente baja, y de este modo, es posible continuar con un proceso de mecanizado estable durante un largo periodo de tiempo. Además, se puede minimizar el desportillado o abrasión de una herramienta de mecanizado. Como resultado, se puede hacer que el grado de mecanizado en el proceso de mecanizado sea el deseado, y se puede hacer que la montura metálica que hay que tallar tenga las medidas y la forma deseadas.

20 Tal montura metálica puede sujetarse a una pieza afectada con menor sensación de incomodidad, y de este modo, se pueden minimizar las molestias en el paciente así como obtener una alta adhesividad y aspecto estético cuando se adhiere la porcelana a la misma.

25 En este caso, entre los elementos constituyentes de esta aleación, el Co (cobalto) es un componente principal de la aleación que forma la pieza en bruto 1, y tiene un mayor efecto en las propiedades básicas de la pieza en bruto 1.

30 Se ajusta el contenido en Co para que sea el mayor de los elementos constituyentes de esta aleación, y concretamente el contenido en Co es preferentemente de un 50 % en masa o más y un 67,5 % en masa o menos, y más preferentemente un 55 % en masa o más y un 67 % en masa o menos.

35 El Cr (cromo) actúa principalmente para mejorar la resistencia a la corrosión de la pieza en bruto 1. Se considera que esto es porque al añadir Cr, se forma fácilmente una película de pasivado (tal como  $Cr_2O_3$ ) sobre la aleación, y de este modo, se mejora la estabilidad química. Al mejorar la resistencia a la corrosión, se espera un efecto según el cual los iones metálicos apenas se eluyen cuando por ejemplo, la aleación entra en contacto con un fluido corporal. Por lo tanto, se puede decir que se puede tallar una montura metálica con una biocompatibilidad aún más excelente con la pieza en bruto 1 formada a partir de una aleación que contenga Cr. Además, al usar Cr junto con Co, Mo, y Si, se pueden mejorar las propiedades mecánicas de la montura metálica.

40 El contenido en Cr de la aleación que conforma la pieza en bruto 1 se ajusta a un 26 % en masa o más y un 35 % en masa o menos. Si el contenido en Cr es inferior al límite inferior anterior, se deteriora la resistencia a la corrosión de una montura metálica tallada a partir de la pieza en bruto 1. Por lo tanto, en el caso en el que la montura metálica esté en contacto con un fluido corporal durante un largo periodo de tiempo, los iones metálicos podrían eluirse. Por otro lado, si el contenido en Cr supera el límite superior anterior, la cantidad de Cr con respecto al Mo o al Si es relativamente demasiado elevada, y por lo tanto, podría deteriorarse la capacidad para ser mecanizada. Además, el equilibrio del mismo con el Co, Mo, o Si se pierde deteriorando las propiedades mecánicas.

45 Preferentemente se ajusta el contenido en Cr a un 27 % en masa o más y a un 34 % en masa o menos, y más preferentemente se ajusta a un 28 % en masa o más y un 33 % en masa o menos.

50 El Mo (molibdeno) actúa principalmente para mejorar la resistencia a la corrosión de la pieza en bruto 1. Es decir, al añadir Mo, la resistencia a la corrosión aumentada al añadir Cr se puede mejorar aún más. Se considera que esto es porque al añadir Mo, la película de pasivado que contiene un óxido de Cr como material principal se densifica aún más. Por lo tanto, en la aleación con Mo-añadido, los iones metálicos son menos propensos a eluirse, y por lo tanto contribuye a la realización de una montura metálica con una biocompatibilidad particularmente alta.

55 El contenido en Mo de la aleación que conforma la pieza en bruto 1 se ajusta a un 5 % en masa o más y un 12 % en masa o menos. Si el contenido en Mo es inferior al límite inferior anterior, la resistencia a la corrosión de una montura metálica tallada a partir de la pieza en bruto 1 podría ser insuficiente. Por otro lado, si el contenido en Mo supera el límite superior anterior, la cantidad de Mo con respecto al Cr o al Si es relativamente demasiado elevada, y por lo tanto, podría deteriorarse la capacidad para ser mecanizada.

65

Preferentemente se ajusta el contenido en Mo a un 5,5 % en masa o más y a un 11 % en masa o menos, y más preferentemente se ajusta a un 6 % en masa o más y un 9 % en masa o menos.

5 El Si (silicio) actúa principalmente para mejorar la capacidad de la pieza en bruto 1 para ser mecanizada. Al añadir Si, se forma óxido de silicio al oxidarse una parte del Si de la pieza en bruto 1. Entre los ejemplos del óxido de silicio se incluye el SiO y el SiO<sub>2</sub>. Cuando se forma tal óxido de silicio en la pieza en bruto 1, un cristal metálico se divide en el sitio. Por lo tanto, se presume que la estructura de la pieza en bruto 1 es localmente discontinua alrededor del óxido de silicio. Se considera que cuando la pieza en bruto 1 en tal estado se mecaniza utilizando una herramienta de mecanizado, las virutas del mecanizado generadas por el extremo de la punta de la herramienta de mecanizado se desprenden con facilidad del cuerpo de la pieza en bruto 1 utilizando el óxido de silicio como punto de partida. Como resultado, se considera que la resistencia al mecanizado disminuye y por tanto mejora la capacidad de la pieza en bruto 1 para ser mecanizada.

15 Por otro lado, el Si también actúa para mejorar las propiedades mecánicas de una montura metálica tallada a partir de la pieza en bruto 1. El óxido de silicio anteriormente descrito evita un aumento significativo en el tamaño de un cristal metálico cuando se forma cristal metálico durante la producción de la pieza en bruto 1. Debido a esto, en la aleación de Si-añadido, el diámetro de partícula del cristal metálico queda suprimido al ser pequeño, y de este modo, las propiedades mecánicas de la montura metálica pueden mejorarse aún más.

20 Por consiguiente, mediante la adición de Si, se puede obtener tanto la capacidad de la pieza en bruto 1 para ser mecanizada como las propiedades mecánicas de una montura metálica tallada a partir de la pieza en bruto 1.

25 Es más, mediante la adición de Si, se mejora la adhesividad de la porcelana a una montura metálica tallada a partir de la pieza en bruto 1. Por lo tanto, cuando se proporciona una capa de porcelana para cubrir la superficie de la montura metálica, se evita el desprendimiento de la capa de porcelana, y de este modo, se obtiene una prótesis dental de gran fiabilidad.

30 Para obtener el efecto que se describe más arriba, es necesario ajustar el contenido en Si en un 0,5 % en masa o más y un 1,0 % en masa o menos. Si el contenido en Si es inferior al límite inferior anterior, la cantidad de óxido de silicio también disminuye, y por lo tanto, aumenta la resistencia al mecanizado, deteriorando la capacidad de la pieza en bruto 1 para ser mecanizada, y también es probable que el tamaño de un cristal metálico aumente durante la producción de la pieza en bruto 1, y por lo tanto, aumenta la posibilidad de que las propiedades mecánicas de una montura metálica tallada a partir de la pieza en bruto 1 también se deterioren. Además, la adhesividad de la porcelana a la montura metálica también se vuelve insuficiente, y por lo tanto, es probable que se produzca un problema tal como el desprendimiento de la capa de porcelana de una prótesis dental. Por otro lado, si el contenido en Si supera el límite superior anterior, la cantidad de óxido de silicio presente en la pieza en bruto 1 es demasiado elevada, y es probable que se forme una región en la que el óxido de silicio esté distribuido espacialmente de manera continua. En tal región, la estructura de la pieza en bruto 1 es discontinua a un tamaño dado, y por lo tanto, cuando se aplica una fuerza externa a la pieza en bruto 1, es probable que esta región sirva como punto de partida de su destrucción. Como resultado, se deterioran las propiedades mecánicas de la pieza en bruto 1.

Preferentemente se ajusta el contenido en Si a un 0,55 % en masa o más y a un 0,95 % en masa o menos, y más preferentemente se ajusta a un 0,6 % en masa o más y un 0,9 % en masa o menos.

45 Además, una parte del Si se encuentra preferentemente en forma de óxido de silicio tal y como se describe en lo que antecede, sin embargo, en cuanto a la cantidad del mismo presente, la relación de Si contenido como óxido de silicio con respecto a la cantidad total de Si es preferentemente del 10 % en masa o más y 90 % en masa o menos, más preferentemente un 20 % en masa o más y un 80 % en masa o menos, y aún más preferentemente un 30 % en masa o más y un 70 % en masa o menos, y de manera particularmente preferentemente un 35 % en masa o más y 65 % en masa o menos. Al ajustar la relación de Si contenido como óxido de silicio con respecto a la cantidad total de Si dentro del intervalo anterior, se consiguen efectos tales como la capacidad para ser mecanizada, las propiedades mecánicas de la montura metálica, y la adhesividad de la porcelana, tal y como se describen en lo que antecede, y también debido a la existencia de una cantidad dada de óxido de silicio en la misma, la cantidad de óxidos de los elementos de metales de transición tales como Co, Cr, y Mo contenidos en esta pieza en bruto 1 pueden reducirse lo suficiente. Se considera que esto en concreto se debe a que el Si se oxida con mayor facilidad que el Co, Cr, y el Mo, y evita que el oxígeno se una a estos elementos de metales de transición para producir una reacción de reducción, y por lo tanto, el hecho de que no toda la cantidad total de Si sea óxido de silicio significa que se produce una reacción de reducción suficiente con respecto a los elementos de metales de transición. Por consiguiente, al ajustar la relación de Si contenido como óxido de silicio con respecto a la cantidad total de Si dentro del intervalo anterior, en la pieza en bruto 1, se evitan que efectos tales como una alta capacidad para ser mecanizada, elevadas propiedades mecánicas de la montura metálica, y una alta adhesividad a la porcelana como las descritas en lo que antecede, sean inhibidos por un óxido de Co, Cr, o Mo. Como resultado, se realiza una prótesis dental de mayor fiabilidad.

65 Además, al ajustar la relación de Si contenido como óxido de silicio con respecto al Si dentro del intervalo anterior, se le imparte una dureza apropiada a la pieza en bruto 1, Es decir, se considera que con la presencia de una cantidad dada de Si que no esté en forma de óxido de silicio, Si y al menos un elemento seleccionado de entre el Co, Cr y Mo se

produce un compuesto duro intermetálico, lo que aumenta la dureza de la pieza en bruto 1. Cuando la dureza de la pieza en bruto 1 aumenta, también aumenta la dureza de una montura metálica tallada a partir de la pieza en bruto 1, y por lo tanto, una prótesis dental que incluya esta montura metálica apenas se deformará por la fuerza de mordida después de quedar unida a la pieza afectada, y por tanto aumenta la fiabilidad. En otras palabras, mediante la adición de Si, se inhibe un crecimiento significativo de los cristales metálicos, y por lo tanto, la dureza de la pieza en bruto 1 tiende a disminuir desde este punto de vista, sin embargo, una parte del Si forma un compuesto intermetálico, y por lo tanto, se evita una disminución significativa de la dureza, y se puede garantizar su fiabilidad como prótesis dental.

Este compuesto intermetálico no está particularmente limitado, sin embargo, entre los ejemplos del mismo se incluyen  $\text{CoSi}_2$ ,  $\text{Cr}_3\text{Si}$ ,  $\text{MoSi}_2$ , y  $\text{Mo}_5\text{Si}_3$ .

La relación de Si contenido como óxido de silicio sobre la cantidad total de Si puede determinarse usando gravimetría y espectroscopia de emisión óptica de ICP (plasma de acoplamiento inductivo).

Además, en consideración por la cantidad de deposición del compuesto intermetálico, la relación del contenido en Si sobre el contenido en Mo (Si/Mo) es preferentemente de un 0,05 o más y 0,2 o menos, y más preferentemente 0,08 o más y 0,15 o menos en términos de relación de masas. Según esto, se obtiene una pieza en bruto 1 capaz de producir una prótesis dental con una alta fiabilidad a la vez que se evita una disminución significativa de la capacidad de la pieza en bruto 1 para ser mecanizada.

El óxido de silicio puede distribuirse en cualquier sitio, pero preferentemente se distribuye de manera separada en el límite de grano (la superficie límite entre los cristales metálicos). Al separar el óxido de silicio en semejante lugar, se puede evitar con mayor fiabilidad un aumento en tamaño de un cristal metálico, y de este modo, se obtiene una pieza en bruto 1 a partir de la cual se puede tallar una montura metálica con propiedades mecánicas aún más excelentes.

Además, los depósitos de óxido de silicio separados en el límite de grano mantienen por sí mismos una distancia adecuada entre sí, y por lo tanto, los depósitos de óxido de silicio pueden dispersarse de manera más uniforme en la pieza en bruto 1. Como resultado, se puede obtener una pieza en bruto 1 más homogénea.

Tal pieza en bruto 1 contribuye a minimizar las diferencias individuales en las características de las monturas metálicas en caso de que se talle una pluralidad de monturas metálicas a partir de la pieza en bruto 1.

Además, los depósitos separados de óxido de silicio pueden analizarse para especificar el tamaño, distribución, y similares de los mismos mediante un análisis cualitativo del área analizada. Concretamente, en una imagen de composición del Si obtenida mediante una microsonda electrónica (EPMA), un diámetro medio de una región en la que el Si está separado, es preferentemente de un 0,1 mm o más y 10 mm o menos, y más preferentemente 0,3 mm o más y 8 mm o menos. Cuando el diámetro medio de una región en la que el Si está separado se encuentra dentro del intervalo anterior, el tamaño del depósito de óxido de silicio se vuelve más adecuado para presentar los efectos respectivos, tal y como se han descrito anteriormente. Es decir, si el diámetro medio de una región en la que el Si está separado es menor que el límite inferior anterior, los depósitos de óxido de silicio no están separados en una región que tenga un tamaño suficiente y podrían no obtenerse los suficientes efectos respectivos descritos anteriormente. Por otro lado, si el diámetro medio de una región en la que el Si está separado supera el límite superior anterior, las propiedades mecánicas de la pieza en bruto 1 podrían deteriorarse.

El diámetro medio de una región donde el Si está separado puede determinarse como una media del diámetro de un círculo que tenga la misma área (diámetro equivalente del área de un círculo) que la de la región donde el Si está separado en la imagen de composición del Si. Además, el diámetro medio de una región donde el Si está separado se determina como la media de los valores de medición de 100 o más regiones donde el Si esté separado.

Además, la pieza en bruto 1 incluye una primera fase formada principalmente a partir de Co y una segunda fase formada principalmente a partir de  $\text{Co}_3\text{Mo}$ . Al incluir la segunda fase de estas fases, se imparte una dureza apropiada a una montura metálica de la misma manera que con el compuesto intermedio que contiene Si, descrito anteriormente, y por lo tanto, se obtiene una pieza en bruto 1 útil desde el punto de vista de mejorar la fiabilidad de una prótesis dental. Por otro lado, en caso de que la segunda fase se haya incluido en exceso, es probable que la segunda fase se separe, y de este modo, las propiedades mecánicas tales como la resistencia a la tensión, el límite elástico, y el alargamiento se deterioren.

Por lo tanto, desde el punto de vista anterior, se prefiere que la primera fase y la segunda fase estén incluidas en una relación apropiada. Concretamente, para la pieza en bruto 1, se realiza un análisis de estructura cristalina por difracción de rayos X utilizando un rayo  $\text{Cu-K}\alpha$ , y cuando la altura del pico más alto de entre los picos derivados del Co se define como 1, la altura del pico más alto de entre los picos derivados del  $\text{Co}_3\text{Mo}$  es preferentemente de un 0,01 o más y 0,5 o menos, y más preferentemente 0,02 o más y 0,4 o menos.

Si la relación de la altura del pico más alto de  $\text{Co}_3\text{Mo}$  sobre la altura del pico más alto de Co es menor que el límite inferior anterior, la relación de  $\text{Co}_3\text{Mo}$  sobre Co en la pieza en bruto 1 disminuye, y por lo tanto, disminuye la dureza de la montura metálica de modo que podría formarse una prótesis dental que se deforme fácilmente por una fuerza de mordida. Por otro lado, si la relación de la altura del pico más alto de  $\text{Co}_3\text{Mo}$  supera el límite superior anterior, la

cantidad de  $\text{Co}_3\text{Mo}$  presente es demasiado elevada, y por lo tanto, es probable que el  $\text{Co}_3\text{Mo}$  se separe de modo que disminuya la resistencia a la tensión y el límite elástico, y también podría disminuir el alargamiento.

El rayo Cu-K $\alpha$  generalmente es un rayo X característico con una energía de 8,048 keV.

Además, cuando se identifica un pico derivado del Co, la identificación se realiza basándose en la base de datos para el Co de una ficha del ICDD (por sus siglas en inglés de "The International Centre for Diffraction Data", Centro Internacional de Datos sobre difracción). De manera similar, cuando se identifica un pico derivado del  $\text{Co}_3\text{Mo}$ , la identificación se realiza basándose en la base de datos para el  $\text{Co}_3\text{Mo}$  de una ficha del ICDD.

La relación del contenido de la segunda fase en la pieza en bruto 1, es preferentemente de un 0,01% en volumen o más y 10 % en volumen o menos, y más preferentemente un 0,05 % en volumen o más y un 5 % en volumen o menos. Según esto, se obtiene una montura metálica con una dureza, una resistencia a la tensión, un límite elástico, y un alargamiento apropiados, y se obtiene una prótesis dental que apenas se deforme por una fuerza de mordida.

La aleación que forma la pieza en bruto 1 también puede contener C (carbono) además de los elementos descritos anteriormente. Al añadir C, la dureza y la resistencia a la tensión de la pieza en bruto 1 aumentan aún más, y también se mejora aún más la capacidad para ser mecanizada. La razón detallada para mejorar más la capacidad para ser mecanizada no está clara, sin embargo, se considera que una razón para ello es una disminución en la resistencia al mecanizado debido a la formación de un carburo.

El contenido en C de la aleación con la que se forma la pieza en bruto 1 no está particularmente limitado, pero preferentemente es de un 1,5 % en masa o menos, y más preferentemente 0,7 % en masa o menos. Si el contenido en C supera el límite superior anterior, aumenta la fragilidad de la pieza en bruto 1, por lo que las propiedades mecánicas podrían deteriorarse.

El límite inferior de la cantidad añadida de C no está particularmente ajustado, sin embargo, para poder exhibir suficientemente el efecto anteriormente descrito, el límite inferior del mismo preferentemente se ajusta a aproximadamente un 0,05 % en masa.

Además, el contenido en C es preferentemente de aproximadamente 0,02 veces o más y 0,5 veces o menos, y más preferentemente de aproximadamente 0,05 veces o más y 0,3 veces o menos, el contenido en Si. Se considera que al ajustar la relación de C sobre Si dentro del intervalo anterior, el óxido de silicio y un carburo actúan sinérgicamente para aumentar la capacidad para ser mecanizada, a la vez que se minimiza el efecto adverso del mismo en las propiedades mecánicas de la pieza en bruto 1. Por consiguiente, se puede obtener una pieza en bruto 1 con una capacidad particularmente excelente para ser mecanizada.

Asimismo, la aleación con la que se forma la pieza en bruto 1 puede incluir, además de los elementos descritos anteriormente, una pequeña cantidad de un aditivo que hay que añadir deliberadamente dentro de un intervalo en el que el efecto descrito anteriormente no quede mermado e inevitablemente se genera una impureza durante la producción. En este caso, el contenido total del aditivo y de la impureza se ajusta preferentemente a un 1 % en masa o menos, más preferentemente 0,5 % en masa o menos, y aún más preferentemente 0,2 % en masa o menos. Entre los ejemplos de tal elemento aditivo y de un elemento de impureza se incluye el Li, Be, B, N, O, Na, Mg, Al, P, S, Mn, K, Ca, Sc, Ti, V, Co, Zn, Ga, Ge, Y, Pd, Ag, In, Sn, Sb, Hf, Ta, W, Os, Ir, Pt, Au, y Bi.

Por otro lado, se prefiere que la aleación que forma la pieza en bruto 1 no contenga sustancialmente Ni (níquel). Con frecuencia, las piezas en bruto de la técnica relacionada contienen cierta cantidad de Ni para garantizar una procesabilidad plástica. No obstante, a veces se considera que el Ni es una sustancia que provoca alergia a los metales y es un elemento sospechoso de tener un efecto adverso sobre un cuerpo vivo. A la aleación con la que se forma la pieza en bruto 1, no se le añade Ni como elemento constituyente salvo el Ni que inevitablemente se mezcla en la misma durante la producción. Como resultado, una montura metálica tallada a partir de la pieza en bruto 1 de acuerdo con la invención, apenas provoca alergia a los metales, y por tanto tiene una biocompatibilidad particularmente alta. Por cierto, en la invención, al añadir una cantidad apropiada de Si, se realiza una pieza en bruto 1 con suficiente capacidad para ser mecanizada incluso si no se añade Ni. Además, considerando un caso en el que el Ni esté inevitablemente mezclado en la misma, el contenido en Ni es preferentemente de un 0,05 % en masa o menos, y más preferentemente 0,03 % en masa o menos.

El resto de la aleación que forma la pieza en bruto 1 aparte de los elementos descritos anteriormente es de Co. Como se ha descrito anteriormente, el contenido en Co se ajusta para que sea el mayor de los elementos contenidos en la aleación con la que forma la pieza en bruto 1.

Los respectivos elementos constituyentes de la aleación con la que se forma la pieza en bruto 1 y la relación de composición de la misma puede determinarse, por ejemplo, por espectrometría de absorción atómica, especificada en la norma JIS G 1257(2000), espectroscopia de emisión óptica de ICP especificada en la norma JIS G 1258(2007), espectroscopia de emisión óptica de destellos especificada en la norma JIS G 1253(2002), espectroscopia de fluorescencia de rayos X especificada en la norma JIS G 1256(1997), gravimetría, titrimetría, y espectroscopia de

- absorción especificadas en las normas JIS G 1211(2011), JIS G 1212(1997), JIS G 1213(2001), JIS G 1214(1998), JIS G 1215(2010), JIS G 1216(1997), JIS G 1217(2005), JIS G 1218(1999), JIS G 1219(1997), JIS G 1220(1994), JIS G 1221(1998), JIS G 1222(1999), JIS G 1223(1997), JIS G 1224(2001), JIS G 1225(2006), JIS G 1226(1994), JIS G 1227(1999), JIS G 1228(2006), JIS G 1229(1994), JIS G 1232(1980), JIS G 1233(1994), JIS G 1234(1981), JIS G 1235(1981), JIS G 1236(1992), JIS G 1237(1997), o similar. Concretamente, se puede usar un espectrómetro sólido de emisión óptica (espectrómetro de emisión óptica de destellos) (modelo: SPECTROLAB, tipo: LAVMB08A) fabricado por SPECTRO Analytical Instruments GmbH.
- Además, cuando hay que determinar el C (carbono) y el S (azufre) en particular, también se usa una método de absorción de infrarrojos tras combustión en una corriente de oxígeno (tras la combustión en un horno de inducción de alta frecuencia) especificado en la norma JIS G 1211(2011). Concretamente, se puede usar un analizador de carbono-azufre, CS-200, fabricado por LECO Corporation.
- Además, cuando hay que determinar el N (nitrógeno) y el O (oxígeno) en particular, también se usa un método de determinación del contenido de nitrógeno en hierro y acero especificado en la norma JIS G 1228(2006) y un método para la determinación de contenido en oxígeno en materiales metálicos especificado en la norma JIS Z 2613(2006). Concretamente, se puede usar un analizador de oxígeno-nitrógeno, TC-300/EF- 300 fabricado por LECO Corporation.
- La pieza en bruto 1 mostrada en la FIG. 1 está formada a partir de un cuerpo de polvo metálico sinterizado, es decir, se produce por pulvimetalurgia. Tal pieza en bruto 1 tiene propiedades mecánicas aún más excelentes, como una dureza, una resistencia a la tensión, el límite elástico, y un alargamiento comparado con las de las piezas (materiales en barra) producidas, por ejemplo, por colada. Se considera que esto se debe a que la pieza en bruto 1 producida por pulvimetalurgia está formada a partir de un polvo metálico obtenido por templado (dado que el volumen es pequeño, se temple fácilmente), y por lo tanto, es menos probable que se produzca un crecimiento significativo del grano de un cristal metálico que en el caso de utilizar un método de colada o similar, y como resultado, es difícil formar un cristal metálico con un tamaño aumentado. Con la pulvimetalurgia, se obtiene fácilmente una composición homogénea, y por lo tanto, también se obtiene fácilmente una distribución uniforme del Si y del óxido de silicio. Por consiguiente, se obtiene una pieza en bruto 1 en la que la capacidad para ser mecanizada es uniforme.
- Además, la pieza en bruto 1 formada a partir de un cuerpo de polvo metálico sinterizado tiene la característica de que el contenido de una fase dendrita es muy bajo. Concretamente, si se observa la pieza en bruto 1 con un microscopio electrónico de barrido, en la imagen de observación obtenida, la relación de área de la fase dendrita es preferentemente de un 20 % o menos, y más preferentemente 10 % o menos. La pieza en bruto 1 que satisface tales condiciones tiene propiedades mecánicas particularmente excelentes y capacidad para ser mecanizada.
- Esta relación de áreas se calcula como la relación del área de la fase dendrita sobre el área de la imagen de observación, y la longitud de un lado de la imagen de observación se ajusta a aproximadamente 50 mm o más y 1000 mm o menos.
- Como polvo metálico a utilizar para la producción de la pieza en bruto 1 (polvo metálico para pulvimetalurgia de acuerdo con la invención), se usa un polvo formado a partir de la aleación descrita anteriormente. El diámetro de partícula medio es preferentemente de 3 mm o más y 100 mm o menos, más preferentemente de 4 mm o más y 80 mm o menos, y aun más preferentemente de 5 mm o más y 60 mm o menos. Al usar un polvo metálico que tiene tal diámetro de partícula, se puede obtener una pieza en bruto 1 con excelentes propiedades mecánicas.
- El diámetro de partícula medio se obtiene hallando el diámetro de partícula con el que la cantidad acumulada sobre una base másica es del 50 % en la distribución de tamaño de partícula obtenida por difracción láser.
- Si el diámetro medio de partícula del polvo metálico es inferior al límite inferior anterior, se deteriora la moldeabilidad en pulvimetalurgia, y por lo tanto, disminuye la densidad de la pieza en bruto 1, por lo que las propiedades mecánicas de la montura metálica podrían deteriorarse. Por otro lado, si el diámetro medio de partícula del polvo metálico supera el límite superior anterior, disminuye la densidad de compactado del polvo metálico en pulvimetalurgia, y por lo tanto, también en este caso, disminuye la densidad de la pieza en bruto 1, por lo que las propiedades mecánicas de la montura metálica podrían deteriorarse. Además, se deteriora la uniformidad de la composición, de modo que la capacidad de la pieza en bruto 1 para ser mecanizada, podría deteriorarse.
- La distribución del tamaño de partícula del polvo metálico es preferentemente tan estrecha como sea posible. Concretamente, cuando el diámetro de partícula medio del polvo metálico se encuentra dentro del intervalo anterior, el diámetro de partícula máximo del polvo metálico es preferentemente de 200 mm o menos, y más preferentemente 150 mm o menos. Al controlar que el diámetro de partícula máximo del polvo metálico está dentro del intervalo anterior, se puede hacer que la distribución del tamaño de partículas del polvo metálico sea más estrecha, y se pueden aumentar aún más las propiedades mecánicas y la capacidad de la pieza en bruto 1 para ser mecanizada.
- En este documento, el "diámetro de partícula máximo" se refiere al diámetro de partícula en el que la cantidad acumulada sobre una base másica es del 99,9 % en la distribución de tamaño de partícula obtenida por difracción láser.

La media de la relación de aspecto de la partícula del polvo metálico definida por PS/PL en el que PS (mm) representa el eje menor de cada partícula y PL (mm) representa el eje mayor de la misma, es preferentemente de aproximadamente 0,4 o más y 1 o menos, y más preferentemente de aproximadamente 0,7 o más y 1 o menos. El polvo metálico con una relación de aspecto dentro de este intervalo tiene una forma relativamente similar a una forma esférica, y por lo tanto, aumenta el factor de compactado cuando el polvo se moldea por compactado. Como resultado, se puede obtener una pieza en bruto 1 con elevadas propiedades mecánicas y capacidad para ser mecanizada.

En este documento, el "eje mayor" es la longitud máxima en la imagen proyectada de la partícula, y el "eje menor" es la longitud máxima en dirección perpendicular al eje mayor. Por cierto, la media de la relación de aspecto se obtiene hallando la media de los valores de medición de 100 o más partículas de polvo metálico.

Por otro lado, la media de la relación de aspecto en la sección transversal de la pieza en bruto 1 definida por CS/CL en el que CL representa el eje mayor de cada estructura cristalina y CS representa el eje menor de la misma, es preferentemente de aproximadamente 0,4 o más y 1 o menos, y más preferentemente de aproximadamente 0,5 o más y 1 o menos. La estructura cristalina con tal relación de aspecto tiene poca anisotropía, y por lo tanto contribuye a la realización de una pieza en bruto 1 capaz de producir una montura metálica con excelentes propiedades mecánicas, tales como un límite elástico independientemente de la dirección de una fuerza aplicada. Es decir, una montura metálica tallada a partir de tal pieza en bruto 1 tiene una excelente resistencia a la rotura incluso si se usa en cualquier postura. Por lo tanto, el lugar de uso en la boca no está limitado, y por lo tanto, tal pieza en bruto 1 resulta útil. En otras palabras, con tal pieza en bruto 1, se puede producir una montura metálica que tenga excelentes propiedades mecánicas independientemente de cómo se talle la montura metálica.

En este documento, el "eje mayor" es la longitud máxima en una estructura cristalina en la imagen de observación de la sección transversal de la pieza en bruto 1, y el "eje menor" es la longitud máxima en dirección perpendicular al eje mayor. Por cierto, la media de la relación de aspecto se obtiene hallando la media de los valores de medición de 100 o más estructuras cristalinas.

Se prefiere que la pieza en bruto 1 tenga pequeños poros independientes en la misma. Al tener tales poros, la pieza en bruto 1 tiene una capacidad para ser mecanizada particularmente excelente. Se considera que esto es debido a la presencia de los poros independientes, se evita el deterioro de las propiedades mecánicas de la pieza en bruto 1, y además las virutas de mecanizado generadas durante el proceso de mecanizado se desprenden con particular facilidad del cuerpo principal de la pieza en bruto 1 usando los poros como puntos de partida y por lo tanto, se obtiene una acción que disminuye considerablemente la resistencia al mecanizado.

Además, como la pieza en bruto 1 tiene poros, una montura metálica tallada a partir de la pieza en bruto 1 también tendrá poros que desemboquen en la superficie. Tales poros permiten al material constituyente de la porcelana entrar en los poros cuando la porcelana se adhiere a la montura metálica mediante la cocción. Por lo tanto, los poros contribuyen a mejorar la adhesividad entre la montura metálica y la porcelana. Como resultado, cuando se proporciona una capa de porcelana para cubrir la superficie de la montura metálica, se evita el desprendimiento de la capa de porcelana, y de este modo, se puede obtener una prótesis dental de gran fiabilidad.

El diámetro medio de los poros es preferentemente de 0,1 mm o más y 10 mm o menos, y más preferentemente 0,3 mm o más y 8 mm o menos. Cuando el diámetro medio de los poros se encuentra dentro del intervalo anterior, se obtiene una pieza en bruto 1 con mayor capacidad para ser mecanizada. Es decir, si el diámetro medio de los poros es inferior al límite inferior anterior, la capacidad para ser mecanizada podría no mejorar lo suficiente, y por otro lado, si el diámetro medio de los poros supera el límite superior anterior, las propiedades mecánicas de la pieza en bruto 1 podrían deteriorarse.

El diámetro medio de los poros se puede obtener hallando una media del diámetro de un círculo que tenga la misma área que el de un poro (diámetro equivalente del área proyectada de un círculo) en una imagen de microscopio electrónico de barrido. Además, el diámetro medio de los poros se obtiene hallando la media de los valores de medición de 100 o más poros.

La relación de área de los poros en la imagen de observación de la pieza en bruto 1 es preferentemente 0,001 % o más y 1 % o menos, y más preferentemente 0,005 % o más y 0,5 % o menos. Cuando la relación del área de los poros se encuentra dentro del intervalo anterior, se pueden alcanzar tanto mejores propiedades mecánicas como mejor capacidad para ser mecanizada de la pieza en bruto 1.

Esta relación de áreas se calcula como la relación del área de los poros sobre el área de la imagen de observación, y la longitud de un lado de la imagen de observación se ajusta a aproximadamente 50 mm o más y 1000 mm o menos.

La dureza Vickers de la pieza en bruto 1 es preferentemente 200 o más y 480 o menos, y más preferentemente 240 o más y 380 o menos. Además, la pieza en bruto 1 que tenga tal dureza es capaz de producir una montura metálica que tenga suficiente resistencia a la deformación por una fuerza de mordida. Asimismo, la pieza en bruto 1 que tenga tal dureza tiene una resistencia al mecanizado relativamente pequeña, y por lo tanto tiene una excelente capacidad para ser mecanizada, y de este modo, se puede tallar eficientemente una montura metálica con la forma y medidas

## ES 2 570 538 T3

deseadas a partir de la pieza en bruto 1.

La dureza Vickers de la pieza en bruto 1 se mide de conformidad con el método de ensayo especificado en la norma JIS Z 2244(2009).

5 La resistencia a la tensión de la pieza en bruto 1 es preferentemente de 520 MPa o más, y más preferentemente 600 MPa o más y 1500 MPa o menos. La pieza en bruto 1 que tenga tal resistencia a la tensión es capaz de producir una montura metálica con excelente durabilidad.

10 De manera similar, el límite elástico al 0,2 % de la pieza en bruto 1 es preferentemente de 450 MPa o más, y más preferentemente 500 MPa o más y 1200 MPa o menos. La pieza en bruto 1 que tenga tal límite elástico al 0,2 % es capaz de producir asimismo una montura metálica con excelente durabilidad.

15 La resistencia a la tensión y el del Límite elástico al 0,2% se miden de conformidad con el método de ensayo especificado en la norma JIS Z 2241(2011).

20 Además, el alargamiento de la pieza en bruto 1 es preferentemente 2 % o más y 50 % o menos, y más preferentemente 10 % o más y 45 % o menos. La pieza en bruto 1 que tenga tal alargamiento apenas se desportilla, agrieta, o similar, y de este modo, la pieza en bruto 1 tiene una excelente capacidad para ser mecanizada.

El alargamiento (elongación de ruptura) de la pieza en bruto 1 se mide de conformidad con el método de ensayo especificado en la norma JIS Z 2241(2011).

25 El módulo de Young de la pieza en bruto 1 es preferentemente de 150 GPa o más, y más preferentemente 170 GPa o más y 300 GPa o menos. La pieza en bruto 1 que tenga dicho módulo de Young no se deforma con facilidad, y por lo tanto permite un proceso de mecanizado con una alta precisión dimensional y además permite realizar una montura metálica que apenas se deforme por una fuerza de mordida.

30 La resistencia a la fatiga de la pieza en bruto 1 es preferentemente 250 MPa o más, más preferentemente 350 MPa o más, y aun más preferentemente 500 MPa o más y 1000 MPa o menos. Con la pieza en bruto 1 que tenga tal resistencia a la fatiga se puede realizar una montura metálica en la se que evita que se produzca una grieta por fatiga o similar incluso si se usa en un entorno en el que se le aplique repetidamente una carga sobre el mismo, por ejemplo en un estado en la que esté en contacto con un fluido corporal en la boca, y pueda exhibir su función durante un largo periodo de tiempo.

35 La resistencia a la fatiga de la pieza en bruto 1 se mide de conformidad con el método de ensayo especificado en la norma JIS T 0309(2009). La forma de onda de una carga aplicada correspondiente a un esfuerzo repetido se ajusta a una onda sinusoidal, y la relación de esfuerzos (esfuerzo mínimo/esfuerzo máximo) se ajusta a 0,1. Además, la frecuencia repetida se ajusta a 30 Hz, y el recuento repetido se ajusta a  $1 \times 10^7$ .

40 Tal pieza en bruto 1 tiene poca resistencia al mecanizado como se ha descrito anteriormente, y por lo tanto tiene una excelente capacidad para ser mecanizada.

45 Es decir, la resistencia al mecanizado de la pieza en bruto 1 es menor que la de un material en barra que tenga la misma composición que la del polvo metálico que se usa para producir la pieza en bruto 1. Poca resistencia al mecanizado conlleva una supresión de la amplitud de la vibración en una herramienta de procesamiento durante el mecanizado para que ésta sea reducida. Por lo tanto, cuando se mecaniza la pieza en bruto 1, se puede tallar con facilidad y precisión la forma deseada, y de este modo, se puede producir una montura metálica que tenga una elevada precisión dimensional.

50 Concretamente, la resistencia al mecanizado de la pieza en bruto 1 es preferentemente 300 N o menos, más preferentemente 250 N o menos, y aún más preferentemente 200 N o menos. La pieza en bruto 1 que puede procesarse con una resistencia al mecanizado relativamente pequeña tiene una elevada capacidad para ser mecanizada, y por tanto puede procesarse con una elevada precisión de procesamiento.

55 La resistencia al mecanizado de la pieza en bruto 1 puede medirse utilizando, por ejemplo, una herramienta dinamoétrica de tres componentes.

60 La FIG. 3 es una vista en la que se explica un método de medición de la resistencia al mecanizado de la pieza dental en bruto 1.

65 Cuando se mide la resistencia al mecanizado de la pieza en bruto 1, en primer lugar, como se muestra en la FIG. 3, una herramienta dinamoétrica 7 de tres componentes se coloca en una etapa 74 de un dispositivo de procesamiento. Posteriormente, se fija la pieza en bruto 1 sobre una sección de medición 71 de la herramienta dinamoétrica 7 de tres componentes. Para fijarla, se usa una fijación 72 con un tornillo, y se ajusta el par de apriete del tornillo a 30 kN. En tal estado, la pieza en bruto 1 se mecaniza usando una herramienta de procesamiento 73. Después, entre las resistencias

al mecanizado de los componentes en las tres direcciones (x, y, y z componentes) medidas por la herramienta dinamométrica 7 de tres componentes durante el procesado, se puede adoptar como valor máximo la resistencia al mecanizado de la pieza en bruto 1. Asimismo, la resistencia al mecanizado en un proceso húmedo es una resistencia al mecanizado cuando se realiza un procesado utilizando un fluido de mecanizado.

5 Las FIGS. 4A y 4B son vistas que muestran cada una, una pista de barrido TR de una herramienta de procesamiento 73 para la pieza en bruto 1 cuando se mide la resistencia al mecanizado de la pieza en bruto 1. Cuando se mide la resistencia al mecanizado de la pieza en bruto 1, la herramienta de procesamiento 73 puede escanear la pista TR a lo largo del contorno de la pieza en bruto 1. Por ejemplo, en el caso en el que el contorno de la pieza en bruto 1 sea un círculo, como se muestra en la FIG. 3A, la herramienta de procesamiento 73 puede escanear la pista TR en una trayectoria circular, y en el caso en el que el contorno de la pieza en bruto 1 sea un rectángulo, como se muestra en la FIG. 3B, la herramienta de procesamiento 73 puede escanear la pista TR en una trayectoria rectangular.

15 Además, la pieza en bruto 1 es muy homogénea, y por lo tanto tiene una característica según la cual la hay poca diferencia en cuanto a resistencia al mecanizado entre una parte de capa superficial y una parte de capa interior de la pieza en bruto 1. Por lo tanto, se evita que la resistencia al mecanizado cambie durante el proceso de mecanizado de la pieza en bruto 1, y se puede evitar que se deteriore la precisión dimensional de una montura metálica que hay que tallar.

20 Concretamente, por ejemplo, cuando la pieza en bruto 1 tiene forma de placa con un grosor de 10 mm o más, en la sección transversal a lo largo de la dirección del grosor de la pieza en bruto 1, se determina que una parte a una profundidad de 0,3 mm de la superficie es la parte de capa superficial, y se determina que una parte a una profundidad de 5 mm de la superficie es la parte de capa superficial,

25 En ese momento, la resistencia al mecanizado en la parte de cara interior es preferentemente 50 % o más y 200 % o menos, más preferentemente 60 % o más y 175 % o menos, y aun más preferentemente 75 % o más y 150 % o menos de la resistencia al mecanizado en la parte de capa superficial. Según esto, se puede evitar una disminución en la precisión del procesamiento de la pieza en bruto 1 provocada por una variación en la resistencia al mecanizado. Por cierto, en el caso en el que la resistencia al mecanizado en la parte de capa interior sea inferior al límite inferior anterior, aumenta la diferencia en la resistencia al mecanizado entre la parte de cara interior y la parte de capa superficial, y por lo tanto, la fiabilidad de procesamiento puede deteriorarse dependiendo de la relación posicional entre la pieza en bruto 1 y la herramienta de procesamiento. Es decir, la resistencia al mecanizado en la parte de cara interior es mucho menor que la resistencia al mecanizado en la parte de capa superficial, y por lo tanto, por ejemplo, cuando la herramienta de procesamiento que está procesando la parte de capa superficial se mueve gradualmente hacia la parte de cara interna, la resistencia al mecanizado disminuye para perder la relación entre una fuerza de accionamiento y un resultado de mecanizado, y de este modo, se puede producir un procesamiento no intencional. Por otro lado, también en el caso en el que la resistencia al mecanizado en la parte de capa interior supere el límite superior anterior, la fiabilidad de procesamiento puede asimismo deteriorarse dependiendo de la relación posicional entre la pieza en bruto 1 y la herramienta de procesamiento. Es decir, la resistencia al mecanizado en la parte de cara interna es mucho mayor que la resistencia al mecanizado en la parte de capa superficial, y por lo tanto, por ejemplo, cuando la herramienta de procesamiento que está procesando la parte de capa superficial se mueve gradualmente hacia la parte de cara interna, la resistencia al mecanizado aumenta para perder la relación entre una fuerza de accionamiento y un resultado de mecanizado, y de este modo, se puede producir un procesamiento no intencional.

45 La pieza en bruto 1 es útil dado que la resistencia al mecanizado se suprime relativamente para que sea baja no solo en un proceso de mecanizado húmedo, pero también en un proceso de mecanizado seco. Es decir, la pieza en bruto 1 tiene la característica de que hay poca diferencia en la resistencia al mecanizado entre un proceso de mecanizado húmedo y un proceso de mecanizado seco. Por lo tanto, dependiendo de la forma de una montura metálica tallada a partir de la pieza en bruto 1, puede tallarse una montura metálica con una elevada precisión dimensional incluso mediante un proceso de mecanizado seco.

50 Concretamente, cuando se asume que la resistencia al mecanizado en un proceso de mecanizado húmedo es 1, la resistencia al mecanizado en un proceso de mecanizado seco es preferentemente 2 o menos, y más preferentemente 1,5 o menos. Cuando la resistencia al mecanizado en un proceso de mecanizado seco con respecto a la resistencia al mecanizado en un proceso de mecanizado húmedo se encuentra dentro del intervalo anterior, puede tallarse una montura metálica con una precisión dimensional suficientemente elevada a partir de la pieza en bruto 1 incluso mediante un proceso de mecanizado seco, y por lo tanto, tal pieza en bruto 1 es útil en que el proceso de mecanizado puede realizarse con facilidad.

60 No es necesario usar un fluido de mecanizado en un proceso de mecanizado seco, y por lo tanto, el proceso de mecanizado seco tiene la ventaja de que con él se puede ahorrar el tiempo y esfuerzo dedicados a lavar una montura metálica tallada a partir de la pieza en bruto 1. En particular, en el caso de un material retenido en el cuerpo tal como una montura metálica, es necesario evitar tanto como sea posible que el fluido de mecanizado permanezca, y por lo tanto, poder adoptar un proceso de mecanizado en seco también es efectivo desde el punto de vista de la seguridad de la montura metálica que hay que tallar, o similar.

65

- En el proceso de mecanizado húmedo de la pieza en bruto 1, también en el caso en el que no se use un fluido con base de aceite, pero se use un fluido de mecanizado acuoso, se obtiene un resultado favorable de mecanizado. El fluido de mecanizado acuoso puede retirarse con relativa facilidad, y por lo tanto, se puede reducir el tiempo y esfuerzo de lavado. Además, la pieza en bruto 1 puede provocar un resultado favorable de mecanizado también mediante un
- 5 proceso semi-seco (MQL proceso) en el que se realiza el procesado utilizando una pequeña cantidad de fluido de mecanizado, y por lo tanto, es posible tallar una montura metálica con una elevada fiabilidad dimensional a la vez que se reduce significativamente la cantidad del fluido de mecanizado.
- Entre los ejemplos del polvo metálico que se pueden usar para la producción de la pieza en bruto 1 se incluyen los
- 10 producidos por una variedad de métodos de pulverización tales como una atomización (tal como un método de atomización con agua, método de atomización con gas, o un método de atomización giratoria con agua), o un método de reducción, un método carbonilo, y un método de pulverización.
- Entre ellos, preferentemente se usa un polvo metálico producido mediante un método de atomización, y más
- 15 preferentemente se usa un polvo metálico producido mediante un método de atomización con agua o un método de atomización giratoria con agua. El método de atomización es un método en el que un metal fundido (una fundición de metal) se hace colisionar con un fluido (un líquido o un gas) rociados a alta velocidad para atomizar el metal fundido, seguido de un enfriamiento, produciendo así un polvo metálico. Al producir el polvo metálico mediante tal método de atomización, se puede producir eficientemente un polvo extremadamente fino. Además, la forma de partícula del polvo
- 20 obtenido se acerca más a una forma esférica por la acción de la tensión superficial. Debido a esto, se obtiene un cuerpo moldeado con un alto factor de compactado cuando tal polvo metálico se moldea por pulvimetalurgia. Por consiguiente, se obtiene una pieza en bruto 1 con excelentes propiedades mecánicas.
- En el caso en el que se use un método de atomización con agua como método de atomización, la presión del agua (en
- 25 adelante denominado "agua de atomización") con la que se rocía el metal fundido no está particularmente limitado, pero preferentemente se ajusta a aproximadamente 75 MPa o más y 120 MPa o menos (750 kgf/cm<sup>2</sup> o más y 1200 kgf/cm<sup>2</sup> o menos), y más preferentemente de aproximadamente a 90 MPa o más y 120 MPa o menos (900 kgf/cm<sup>2</sup> o más y 1200 kgf/cm<sup>2</sup> o menos).
- 30 La temperatura del agua de atomización tampoco está particularmente limitada, pero preferentemente se ajusta a aproximadamente 1 °C o más y 20 °C o menos.
- El agua de atomización con frecuencia se rocía con una forma cónica de modo que hay un vértice en la trayectoria de
- 35 caída del metal fundido y el diámetro exterior disminuye gradualmente hacia abajo. En este caso, el ángulo del vértice 9 del cono formado por el agua de atomización es preferentemente de aproximadamente 10° o más y 40° o menos, y más preferentemente de aproximadamente 15° o más y 35° o menos. Según esto, se puede producir con fiabilidad un polvo metálico con una composición como la descrita anteriormente.
- Además, al usar un método de atomización con agua (en particular, un método de atomización giratoria con agua), el
- 40 metal fundido puede enfriarse particularmente rápido. Debido a esto, se obtiene una pieza en bruto 1 que tiene excelentes propiedades mecánicas y capacidad para ser mecanizada, y que además es homogénea.
- La tasa de enfriamiento cuando se enfría el metal fundido en el método de atomización es preferentemente 1 x 10<sup>4</sup> °C/s
- 45 o más, y más preferentemente 1 x 10<sup>5</sup> °C/s o más. Al enfriarlo rápidamente de este modo, se obtiene un polvo metálico en el que el diámetro de grano de un cristal metalizado es particularmente pequeño.
- Además, en el caso en el que se obtenga un metal fundido fundiendo el material de partida, cuando Tm representa el
- 50 punto de fusión del material constituyente de la pieza en bruto 1, la temperatura de fusión del material de partida preferentemente se ajusta a aproximadamente Tm + 50 °C o más y Tm + 300 °C o menos, y más preferentemente se ajusta a aproximadamente Tm + 100 °C o más y Tm + 200 °C o menos. Según esto, cuando un metal fundido se
- 55 atomiza finamente al colisionar con un fluido, resulta fácil controlar la producción de una aleación para que sea constante. Es decir, una aleación que tenga una alta pureza (bajo contenido en oxígeno) se produce fácilmente a la vez que se evita un aumento en el tamaño de la estructura cristalina. Además, por ejemplo, se controla con facilidad el grado de oxidación del silicio. Debido a esto, se puede producir un polvo metálico particularmente adecuado para la
- 60 producción de la pieza en bruto 1.
- El polvo metálico así obtenido se moldea mediante cualquier variedad de método de moldeo, obteniéndose así un
- 65 cuerpo moldeado. Entre los ejemplos de métodos de moldeo se incluyen un método de moldeo por presión, un método de moldeo por extrusión, y un método de moldeo por inyección.
- A continuación, el cuerpo moldeado obtenido se desgrasa y se cuece, obteniéndose así un cuerpo sinterizado (pieza en bruto 1). La temperatura de cocción se ajusta apropiadamente según la composición de la aleación, si bien se ajusta a, por ejemplo, aproximadamente 900 °C o más y 1400 °C o menos.
- En el cuerpo sinterizado así obtenido, se puede realizar un tratamiento HIP (tratamiento de compresión isostática en caliente) adicional o similar. Al hacerlo, la densidad del cuerpo sinterizado aumenta aún más, y de este modo, se

puede obtener una pieza en bruto 1 con propiedades mecánicas aún más excelentes.

Las condiciones para el tratamiento HIP se ajustan, por ejemplo, como sigue: la temperatura es de 850 °C o más y 1200 °C o menos, y el tiempo es aproximadamente de 1 hora o más y 10 horas o menos.

5 Además, la presión que hay que aplicar es preferentemente de 50 MPa o más, y más preferentemente 100 MPa o más.

Montura dental metálica para la adhesión de porcelana

10 A continuación, se describe una realización de la montura dental metálica para la adhesión de porcelana de acuerdo con la invención.

15 La FIG. 5 es una vista en perspectiva que muestra un estado de una pieza en bruto después tallar una realización de una montura dental metálica para la adhesión de porcelana, de acuerdo con la invención, a partir de la pieza en bruto mostrada en la FIG. 1. La FIG. 6 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea A-A de la FIG. 5, y la FIG. 7 es una vista longitudinal en sección transversal que muestra la realización de la montura dental metálica para la adhesión de porcelana de acuerdo con la invención.

20 La pieza en bruto 1', mostrada en la FIG. 5 tras el proceso de mecanizado, está en un estado posterior al tallado de una montura metálica 2 por mecanizado de la pieza en bruto 1. La montura metálica 2 es un elemento que se usa como material de base de una prótesis dental tal como un empaste, una corona, un puente, una dentadura, una base metálica de dentadura, un implante, un pilar, un anclaje, o un tornillo. Por lo tanto, la forma de la prótesis dental viene más o menos determinada por la montura metálica 2, y por lo tanto, la forma de la montura metálica 2 que hay que tallar en general se corresponde con la forma de la prótesis dental que hay que producir. Después, al proporcionar una capa de porcelana sobre la superficie de la montura metálica 2, se obtiene una prótesis dental como la que se describe más adelante. En este caso, se describe una realización de la montura dental metálica para la adhesión de porcelana, aunque una montura dental metálica también incluye una prótesis dental tal como un empaste, una corona, un puente, una dentadura, una base metálica de dentadura, un implante, un pilar, un anclaje, o un tornillo sin adhesión de porcelana.

25 En el proceso de mecanizado, se puede utilizar cualquier herramienta de mecanizado. Entre los ejemplos de la herramienta de mecanizado se incluyen un centro de mecanizado, una herramienta fresadora, una prensa taladradora, y un torno. Entre ellos, preferentemente se utiliza una herramienta de mecanizado integrada en un sistema CAM. Con tal herramienta de mecanizado, un modelo adquirido a través de un sistema CAD o similar se puede ver fielmente reflejado en un resultado de mecanizado. Por lo tanto, tal herramienta de mecanizado puede contribuir a la realización de una prótesis dental con menos sensación de molestia en los pacientes cuando está colocada.

30 La pieza en bruto 1' tras el proceso de mecanizado mostrado en las FIGS. 5 y 6, incluye una parte de placa plana 3 derivada de la pieza en bruto 1, y una montura metálica 2 tallada de modo que esté rodeada por un agujero pasante 4 formado en esta parte de placa plana 3. Tal y como se muestra en la FIG. 6, la montura metálica 2 y la parte de placa plana 3 están conectadas entre sí a través de una parte estrecha de conexión 5, y cortando esta parte de conexión 5 por el extremo, se puede liberar la montura metálica 2 de la pieza en bruto 1' tras el proceso de mecanizado.

35 La montura metálica 2 mostrada en la FIG. 7 muestra un estado posterior a su liberación de la pieza en bruto 1' tras el proceso de mecanizado mostrado en las FIGS. 5 y 6. La forma de la montura metálica 2 mostrada en la FIG. 7 es un ejemplo, y la montura metálica 2 puede tener varias formas según el tipo de prótesis dental.

40 En la montura metálica 2 obtenida, se puede realizar un tratamiento de pulido cuando sea necesario. Entre los ejemplos del tratamiento de pulido se incluyen pulido en tambor giratorio y por chorro de arena.

45 Además, en la montura metálica 2 obtenida, se puede realizar un proceso secundario, cuando sea necesario. Entre los ejemplos del proceso secundario se incluyen un proceso de mecanizado tal como un tallado y una molienda, un proceso láser, un proceso de haz de electrones, un proceso de chorro de agua, un proceso de descarga eléctrica, un proceso de prensado, un proceso de extrusión, un proceso de enrollado, un proceso de forjado, un proceso de doblado, un proceso de apretado, un proceso de estirado, un proceso de laminado, y un proceso de corte.

50 La montura metálica 2 así obtenida tiene una alta precisión dimensional debido a la excelente capacidad de la pieza en bruto 1 para ser mecanizada, tal y como se describe en lo que antecede. Tal montura metálica 2 puede sujetarse a una pieza afectada con menor sensación de incomodidad, y de este modo, se puede minimizar las molestias del paciente, además cuando se proporciona una capa de porcelana sobre la superficie de la montura metálica 2 como se describe más adelante, se puede realizar con gran adhesividad de la capa de porcelana y un elevado aspecto estético.

55 Además, la montura metálica 2 tiene una alta resistencia a la corrosión, y por lo tanto tiene una excelente biocompatibilidad.

Es más, la montura metálica 2 tiene excelentes propiedades mecánicas, y por lo tanto apenas se deforma incluso por una fuerza de mordida, y por tanto tiene una durabilidad excelente.

5 Una vez que la montura metálica 2 se ha liberado de la pieza en bruto 1' tras el proceso de mecanizado, la parte de placa plana 3 residual se usa también para mecanizar otra montura metálica 2, y también puede reciclarse como material de partida para producir una nueva pieza en bruto 1. Es decir, la parte de placa plana 3 residual se funde y pulveriza mediante un método de atomización o similar, obteniéndose así un polvo metálico (el polvo metálico para pulvimetalurgia de acuerdo con la invención) para usar en la producción de la pieza en bruto 1.

10 Prótesis dental

A continuación, se describe una realización de una prótesis dental de acuerdo con la invención.

15 La FIG. 8 es una vista longitudinal en sección transversal que muestra una realización de una prótesis dental de acuerdo con la invención.

La prótesis dental 10 mostrada en la FIG. 8 incluye una montura metálica 2 y una capa de porcelana 6 provista para cubrir una parte de la superficie de la montura metálica 2.

20 La capa de porcelana 6 es un elemento que desempeña un papel en el aspecto estético de la prótesis dental 10, y en general es de un color muy similar al color de los dientes.

25 Entre los ejemplos de un material constituyente de la capa de porcelana 6 se incluyen una variedad de materiales con base cerámica tales como feldespato, cuarzo, arcilla de porcelana, y un óxido metálico y una variedad de materiales frescos. Entre ellos, desde el punto de vista del aspecto estético y de la adhesividad a la montura metálica 2, preferentemente se usa un material con base cerámica. Entre los ejemplos específicos del mismo se incluyen alúmina, sílice, óxido de litio, óxido de sodio, óxido de potasio, óxido de calcio, óxido de hierro, magnesia, circonita, titanita, óxido de antimonio, y óxido de cerio, y se usa un tipo o una mezcla de dos o más tipos de entre los mismos.

30 Se aplica una pasta que contiene tal material constituyente en la superficie de la montura metálica 2, seguido de un tratamiento de cocción, formándose así la capa de porcelana 6.

35 El material constituyente de la capa de porcelana 6 preferentemente contiene alúmina entre los mismos. Cuando un material cerámico que contiene alúmina se adhiere a la superficie de la montura metálica 2 por cocción, se genera una fase mullita cerca de la superficie límite entre la capa de porcelana 6 y la montura metálica 2. Se considera que esta fase mullita se genera mezclando la alúmina contenida en el material cerámico con el Si u óxido de silicio contenido en la montura metálica 2. Debido a esto, la capa de porcelana 6 y la montura metálica 2 se adhieren fuertemente entre sí a través de la fase mullita de modo que la capa de porcelana 6 apenas se desprende, y por tanto se obtiene una prótesis dental de gran fiabilidad. Además, se considera que debido a la generación de la fase mullita, la humectabilidad del material cerámico a la montura metálica mejora durante un tratamiento de cocción. Por consiguiente, desde este punto de vista, se considera que mejora la adhesividad de la capa de porcelana 6.

45 El contenido en alúmina en el material constituyente de la capa de porcelana 6 es preferentemente de aproximadamente un 2 % en masa o más y 50 % en masa o menos, más preferentemente de aproximadamente 4 % en masa o más y 35 % en masa o menos, y aun más preferentemente de aproximadamente 6 % en masa o más y 25 % en masa o menos. Al establecer el contenido en alúmina dentro del intervalo anterior, se garantiza que hay alúmina necesaria y suficiente como para mejorar la adhesividad entre la capa de porcelana 6 y la montura metálica 2, a la vez que también se mejoran las propiedades mecánicas de la propia capa de porcelana 6, y de este modo, se obtiene una prótesis dental de mayor fiabilidad.

50 Si el contenido en alúmina es inferior al límite inferior anterior, no se genera una cantidad suficiente de fase mullita entre la capa de porcelana 6 y la montura metálica 2, y por lo tanto, la humectabilidad del material cerámico se deteriora, y por tanto la adhesividad de la capa de porcelana 6 podría deteriorarse. Por otro lado, si el contenido en alúmina supera el límite superior anterior, es probable que las propiedades mecánicas se deterioren (por ejemplo, la capa de porcelana 6 se vuelve frágil), y por lo tanto, la adhesividad de la capa de porcelana 6 podría asimismo deteriorarse.

60 El grosor medio de la capa de porcelana 6 no está particularmente limitado, pero preferentemente es de aproximadamente 0,05 mm o más y 3 mm o menos, y más preferentemente de aproximadamente 0,2 mm o más y 2 mm o menos. Al ajustar el grosor medio de la capa de porcelana 6 dentro del intervalo anterior, se puede mejorar aun más la adhesividad de la capa de porcelana 6 a la montura metálica 2.

65 En la formación de la capa de porcelana 6, en primer lugar, el material constituyente de la capa de porcelana 6 se pulveriza finamente con un molino de bolas, un molino planetario, o similar. A continuación, según las necesidades, se somete a un tratamiento de calor a aproximadamente 800 °C o más y 1100 °C o menos durante aproximadamente 30 minutos o más y 60 minutos o menos.

El material pulverizado obtenido de este modo se dispersa en un medio de dispersión, preparándose así un material en forma de pasta o masa. De esta manera, se obtiene una masa o pasta necesaria para formar la capa de porcelana 6. Entre los ejemplos del medio de dispersión se incluyen agua, propilenglicol, etilenglicol, glicerina, polimetacrilato de metilo, acetato de polivinilo, nitrocelulosa, y etil celulosa.

5 La masa o pasta obtenida se aplica sobre la superficie de la montura metálica 2, y se realiza un tratamiento de cocción. La temperatura de cocción se ajusta apropiadamente según el material constituyente de la capa de porcelana 6, si bien se ajusta a, por ejemplo, 500 °C o más y 1000 °C o menos. De esta manera, se obtiene una prótesis dental.

10 En lo que antecede, la pieza dental en bruto para mecanizar, el polvo metálico para pulvimetalurgia, la montura dental metálica para la adhesión de porcelana, y la prótesis dental se han descrito con referencia a realizaciones preferentes, sin embargo, la invención no está limitada a las mismas,

15 Por ejemplo, en las realizaciones anteriores, se describe un caso en el que se talla una pluralidad de monturas dentales metálicas para la adhesión de porcelana a partir de la pieza dental en bruto para mecanizar. No obstante, la invención no se limita a este caso, y también puede aplicarse a un caso en el que se talla una montura metálica a partir de una pieza en bruto.

### Ejemplos

20 A continuación, se describen ejemplos específicos de la invención.

#### 1. Producción de una pieza dental en bruto para mecanizar

25 Muestra n.º 1

(1) Primero, se fundió un material de partida en un horno de inducción de alta frecuencia, y luego se pulverizó mediante un método de atomización con agua, obteniéndose así un polvo metálico. Posteriormente, el polvo metálico obtenido se clasificó usando un filtro estándar con un tamaño de malla de 150 mm. La composición de la aleación del polvo metálico obtenido se muestra en la Tabla 1. Por cierto, para determinar la composición de la aleación, se usó un espectrómetro de emisión óptica de sólidos (espectrómetro de emisión óptica de destellos) fabricado por SPECTRO Analytical Instruments GmbH (modelo: Spectrolab, tipo: LAVMB08A). Además, en el análisis cuantitativo de C (carbono), se usó un analizador de carbono-azufre, CS-200, fabricado por LECO Corporation.

30 (2) Posteriormente, se disolvió un ligante orgánico en agua, preparando así una solución ligante. La cantidad de ligante orgánico en la solución ligante se ajustó a 10 g por kg de polvo metálico. Además, la cantidad de agua en la solución ligante se ajustó a 50 g por g de ligante orgánico.

35 (3) Posteriormente, el polvo metálico se colocó en un vaso de tratamiento de un dispositivo de granulación. Después, el polvo metálico se revolvió y granuló mientras se rociaba la solución ligante desde una boquilla de rociado del dispositivo de granulación sobre el polvo metálico en el vaso de tratamiento, obteniéndose así un polvo granulado.

40 (4) Posteriormente, usando el polvo granulado obtenido, se realizó el moldeado con las siguientes condiciones de moldeo, obteniéndose así un cuerpo moldeado.

Condiciones de moldeo:

- 45 • Método de moldeo: moldeo-compacto
- Presión de moldeo: 300 MPa (3 t/cm<sup>2</sup>)

50 (5) Posteriormente, el cuerpo moldeado obtenido se desengrasó en las siguientes condiciones de desengrasado, obteniéndose así un cuerpo desengrasado.

Condiciones de desengrasado

- 55 • Temperatura de calentamiento: 470 °C
- Tiempo de calentamiento: 1 hora
- Atmósfera de calentamiento: atmósfera de nitrógeno

(6) Posteriormente, el cuerpo desengrasado obtenido se coció en las siguientes condiciones de cocción, obteniéndose así un cuerpo sinterizado. La pieza dental en bruto obtenida para mecanizar tenía forma de disco con un diámetro de 100 mm y un grosor de 15 mm.

60 Condiciones de cocción

- 65 • Temperatura de calentamiento: 1300 °C
- Tiempo de calentamiento: 3 horas
- Atmósfera de calentamiento: atmósfera de argón

Muestras n.º 2 a 17

Se obtuvieron piezas dentales en bruto para mecanizar de la misma manera que con la muestra n.º 1 salvo que las mostradas en la Tabla 1 se usaron como polvo metálico, respectivamente.

5 En la Tabla 1, de entre los polvos metálicos y las piezas dentales en bruto para mecanizar de los respectivos n.º de muestra, las correspondientes a la invención vienen indicadas como "Ejemplos", y las que no corresponden a la invención vienen indicadas como "Ejemplos comparativos".

10

Tabla 1

		Pieza dental en bruto para mecanizar								
		Composición de la aleación						Si/Mo	C/Si	Método de producción
		Cr	Mo	Si	C	Ni	Co			
		% en masa						-	-	-
Muestra n.º 1	Ejemplo	29,0	6,04	0,70	0,05	0,01	resto	0,116	0,071	Pulvimetalurgia
Muestra n.º 2	Ejemplo	27,4	8,53	0,95	0,04	0,01	resto	0,111	0,042	Pulvimetalurgia
Muestra n.º 3	Ejemplo	28,3	7,24	0,86	0,05	0,01	resto	0,119	0,058	Pulvimetalurgia
Muestra n.º 4	Ejemplo	26,2	5,3	0,52	0,02	0,01	resto	0,098	0,038	Pulvimetalurgia
Muestra n.º 5	Ejemplo	31,8	6,54	0,75	0,07	0,01	resto	0,115	0,093	Pulvimetalurgia
Muestra n.º 6	Ejemplo	33,4	9,25	0,64	0,12	0,01	resto	0,069	0,188	Pulvimetalurgia
Muestra n.º 7	Ejemplo	34,6	11,5	0,94	0,31	0,01	resto	0,082	0,330	Pulvimetalurgia
Muestra n.º 8	Ejemplo	27,2	5,52	0,97	0,08	0,01	resto	0,176	0,082	Pulvimetalurgia
Muestra n.º 9	Ejemplo	26,5	7,79	0,83	0,15	0,02	resto	0,107	0,181	Pulvimetalurgia
Muestra n.º 10	Ejemplo	29,8	5,87	0,65	1,24	0,02	resto	0,111	1,908	Pulvimetalurgia
Muestra n.º 11	Ejemplo	28,6	6,12	0,74	0	0,02	resto	0,121	0,000	Pulvimetalurgia
Muestra n.º 12	Ejemplo	26,2	5,24	0,98	0,25	0,02	resto	0,187	0,255	Pulvimetalurgia
Muestra n.º 13	Ejemplo	34,2	10,5	0,51	0,11	0,02	resto	0,049	0,216	Pulvimetalurgia
Muestra n.º 14	Ejemplo comparativo	29,4	5,89	0,36	0,06	0,85	resto	0,061	0,167	Pulvimetalurgia
Muestra n.º 15	Ejemplo comparativo	31,6	6,74	1,26	0,06	0,77	resto	0,187	0,048	Pulvimetalurgia
Muestra n.º 16	Ejemplo comparativo	30,5	6,23	0,75	0,04	0,02	resto	0,120	0,053	Colada
Muestra n.º 17	Ejemplo comparativo	28,4	11,6	0,87	0,11	0,89	resto	0,075	0,126	Colada

2. Evaluación de pieza dental en bruto para mecanizar

2.1 Medición de la cantidad total de Si y del contenido en Si contenido como óxido de silicio

15

En cada una de las piezas dentales en bruto para mecanizar obtenidas en los Ejemplos y en los Ejemplos comparativos, la cantidad total de Si y el contenido en Si contenido como óxido de silicio se midieron por gravimetría y espectroscopia de emisión óptica de ICP. En la Tabla 2 se muestran los resultados de la medición.

20 2.2 Evaluación de estructura cristalina por Difractometría de rayos X

En cada una de las piezas dentales en bruto para mecanizar obtenidas en los Ejemplos y en los Ejemplos comparativos, se realizó un análisis de estructura cristalina por difracción de rayos X. Después, la altura y la

posición de cada pico contenido en un patrón de difracción de rayos X se cotejaron con la base de datos que figura en la ficha del ICDD, identificándose así la estructura cristalina contenida en la pieza en bruto. Después, se calculó la relación de la altura del pico más alto de entre los picos derivados del  $\text{Co}_3\text{Mo}$  sobre la altura del pico más alto de entre los picos derivados del Co. En la Tabla 2 se muestran los resultados del cálculo.

5

### 2.3 Evaluación del poro, Fase dentrita, y relación de aspecto de la estructura cristalina

Se talló una pieza de ensayo mediante un proceso de mecanizado a partir de cada una de las piezas dentales en bruto para mecanizar obtenidas en los Ejemplos y en los Ejemplos Comparativos.

10

Después, se pulió la superficie mecanizada de la pieza de ensayo. Posteriormente, la superficie pulida se observó con un microscopio electrónico de barrido, y se especificó una región ocupada por un poro en la imagen de observación. Después, se midió el diámetro medio de la región ocupada por un poro (esto se considera como el diámetro medio de un poro), y además se calculó la relación del área de la región ocupada por un poro sobre el área total de la imagen de observación (relación de área).

15

Además, confirmando el grado de presencia de una estructura dentrita en la imagen de observación, se evalúa el grado de presencia de una fase dentrita de acuerdo con los siguientes criterios de evaluación.

20

#### Criterios de evaluación de la Fase dentrita

A: Casi no hay fase de dentrita.

B: Existe una fase de dentrita en una cantidad reducida (con una relación de áreas del 10 % o menos).

25

C: Existe una fase de dentrita en una cantidad bastante grande (con una relación de áreas de más del 10 % y del 20 % o menos).

D: Existe una fase de dentrita en una cantidad grande (con una relación de área superior al 20 %).

Además, la superficie pulida obtenida se observó con un microscopio electrónico de barrido, y se calculó una media de la relación de aspecto de una estructura cristalina en la imagen de observación.

30

Los resultados de la evaluación anterior se muestran en la Tabla 2.

Las FIGS. 9A y 9B muestran imágenes de observación de las piezas dentales en bruto para mecanizar, obtenidas en la muestra n.º 1 y en la muestra n.º 14, respectivamente.

35

En la imagen de observación de la pieza en bruto obtenida en la muestra n.º 1 (FIG. 9A), se confirma la presencia de poros dispersados de manera sustancialmente uniforme. Por otro lado, en la imagen de observación de la pieza en bruto obtenida en la muestra n.º 14 (FIG. 9B), se observa una estructura dentrítica (fase dentrita).

40

La FIG. 10 muestra una imagen de la composición del Si de la pieza dental en bruto para mecanizar, obtenida en la muestra n.º 1 usando una microsonda electrónica.

45

Como resulta evidente a partir de esta imagen de composición, se confirma que en la pieza dental en bruto para mecanizar, obtenida en la muestra n.º 1, el Si está separado localmente, y los agregados (las partes claras y coloreadas de la FIG. 10) están dispersos. Se considera que esto indica que el óxido de silicio se separa al límite de grano.

### 2.4 Evaluación de la resistencia a la corrosión

50

Se talló una pieza de ensayo mediante un proceso de mecanizado a partir de cada una de las piezas dentales en bruto para mecanizar obtenidas en los Ejemplos y en los Ejemplos Comparativos.

55

Posteriormente, en las piezas de ensayo obtenidas, la cantidad de iones metálicos eluidos se midió de conformidad con el método de ensayo para resistencia a la corrosión de un material de metal noble de una restauración de metal-cerámica, especificado en la norma JIS T 6118(2012).

Después, se evaluaron los resultados de la medición basándose en los siguientes criterios de evaluación.

60

#### Criterios de evaluación de la resistencia a la corrosión

A: La resistencia a la corrosión es muy elevada (la cantidad de iones metálicos eluidos es muy pequeña).

B: La resistencia a la corrosión es elevada (la cantidad de iones metálicos eluidos es pequeña).

C: La resistencia a la corrosión es baja (la cantidad de iones metálicos eluidos es elevada).

65

D: La resistencia a la corrosión es muy baja (la cantidad de iones metálicos eluidos es muy elevada).

Los resultados de la evaluación anterior se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2  
Pieza dental en bruto para mecanizar  
Evaluación de los resultados

	SiO <sub>2</sub> / Si total	Relación de alturas de picos en XRD		Poroto		Fase dendrita	Resistencia a la corrosión	Relación de aspecto	Dureza Vickers
		-	-	Diámetro medio	Relación de área				
Muestra n.º 1	0,53	0,22	0,25	0,53	0,025	A	A	0,71	350
Muestra n.º 2	0,36	0,31	0,38	0,66	0,038	A	A	0,69	385
Muestra n.º 3	0,45	0,27	0,32	0,58	0,032	A	A	0,64	364
Muestra n.º 4	0,24	0,25	0,051	0,74	0,051	A	B	0,81	401
Muestra n.º 5	0,49	0,38	0,022	0,35	0,022	A	A	0,75	365
Muestra n.º 6	0,32	0,42	0,087	0,89	0,087	A	A	0,72	426
Muestra n.º 7	0,28	0,48	0,097	0,97	0,097	A	A	0,68	448
Muestra n.º 8	0,66	0,16	0,121	0,45	0,121	A	A	0,83	433
Muestra n.º 9	0,77	0,36	0,112	0,43	0,112	A	B	0,74	422
Muestra n.º 10	0,55	0,63	0,089	0,75	0,089	A	B	0,76	449
Muestra n.º 11	0,55	0,37	0,063	0,75	0,063	A	A	0,59	375
Muestra n.º 12	0,84	0,08	0,256	1,28	0,256	A	B	0,48	458
Muestra n.º 13	0,18	0,58	0,074	0,21	0,074	A	A	0,42	486
Muestra n.º 14	0,06	0,76	0,087	0,25	0,087	B	B	0,58	457
Muestra n.º 15	0,93	0,52	0,077	0,33	0,077	B	C	0,36	234
Muestra n.º 16	0,01	0,98	1,2	12,5	1,2	D	C	-	560
Muestra n.º 17	0,02	1,05	1,1	10,3	1,1	D	C	-	620

2.5 Medición de la dureza Vickers

Se talló una pieza de ensayo mediante un proceso de mecanizado a partir de cada una de las piezas dentales en bruto para mecanizar obtenidas en los Ejemplos y en los Ejemplos Comparativos.

5 Posteriormente, se midió la dureza Vickers en las piezas de ensayo obtenidas.

En la Tabla 2 se muestran los resultados de la medición.

10 2.6 Medición del Límite elástico al 0,2%, del Alargamiento y del módulo de Young

Se talló una pieza de ensayo mediante un proceso de mecanizado a partir de cada una de las piezas dentales en bruto para mecanizar obtenidas en los Ejemplos y en los Ejemplos Comparativos.

15 Posteriormente, en las piezas de ensayo obtenidas, se midió el Límite elástico al 0,2% y el alargamiento de conformidad con el método de ensayo para propiedades mecánicas de un material de metal noble de una restauración de metal-cerámica, especificado en la norma JIS T 6118(2012).

20 Además, el módulo de Young se obtuvo de conformidad con el método de ensayo para un material dental metálico, especificado en la norma JIS T 6004(2012).

En la Tabla 3 se muestran los resultados de la medición.

2.7 Medición de la resistencia a la fatiga

25 Se talló una pieza de ensayo mediante un proceso de mecanizado a partir de cada una de las piezas dentales en bruto para mecanizar obtenidas en los Ejemplos y en los Ejemplos Comparativos.

30 Posteriormente, en las piezas de ensayo obtenidas, se midió la resistencia a la fatiga de conformidad con el método de ensayo especificado en la norma JIS T 0309(2009).

En la Tabla 3 se muestran los resultados de la medición.

2.8 Evaluación de la capacidad para ser mecanizada

35 2.8.1. Evaluación basada en la longitud de la viruta de mecanizado

En cada una de las piezas dentales en bruto para mecanizar obtenidas en los Ejemplos y en los Ejemplos comparativos, se evaluó la capacidad para ser mecanizada como sigue.

40 En primer lugar, usando una prensa taladradora, se forma un agujero en la pieza en bruto obtenida, realizando un proceso de mecanizado. Posteriormente, se recogieron las virutas de mecanizado generadas en el proceso de mecanizado, y se determinó la longitud media de las mismas. Después, se evaluó la longitud media determinada de las virutas de mecanizado de acuerdo con los siguientes criterios de evaluación. En el proceso de mecanizado, se usó un taladro de carburo cementado con un diámetro de 2 mm, y se ajustó la velocidad de giro a 420 rpm. Además, no se utilizó un aceite de mecanizado.

Criterios de evaluación de la capacidad para ser mecanizada

50 A: La longitud media de las virutas de mecanizado es inferior a 5 mm (la capacidad para ser mecanizada es particularmente favorable).

B: La longitud media de las virutas de mecanizado es de 5 mm o más o menor de 10 mm (la capacidad para ser mecanizada es favorable).

55 C: La longitud media de las virutas de mecanizado es de 10 mm o más (la capacidad para ser mecanizada es algo pobre).

D: La longitud media de las virutas de mecanizado es de 10 mm o más y las virutas de mecanizado tienen forma de espiral (la capacidad para ser mecanizada es pobre).

Los resultados de la evaluación anterior se muestran en la Tabla 3.

60 2.8.2. Evaluación basada en la resistencia al mecanizado

En cada una de las piezas dentales en bruto para mecanizar obtenidas en los Ejemplos y en los Ejemplos comparativos, la capacidad para ser mecanizado se evaluó como sigue.

65 En primer lugar, se fijó la pieza en bruto obtenida en una sección de medición de una herramienta dinamométrica de

tres componentes.

- 5 Posteriormente, se realizó un proceso de mecanizado en una parte de la cara superficial de la pieza en bruto con un centro de mecanizado de modo que una herramienta de mecanizado escanee a lo largo de la pista mostrada en la FIG. 4A o 4B. Después, de entre las resistencias al mecanizado de los tres componentes, medidas durante el proceso de mecanizado, se obtuvo el valor máximo y se evaluó de acuerdo con los siguientes criterios de evaluación.

Criterios de evaluación de la resistencia al mecanizado

- 10 A: La resistencia al mecanizado es de 200 N o menos.  
B: La resistencia al mecanizado es de más de 200 N y 250 N o menos.  
C: La resistencia al mecanizado es de más de 250 N y 300 N o menos.  
D: La resistencia al mecanizado es de más de 300 N.
- 15 Los resultados de la evaluación anterior se muestran en la Tabla 3.

- 20 Por otro lado, se realizó un proceso de mecanizado en una parte de la cara interna de la pieza en bruto con un centro de mecanizado de modo que una herramienta de mecanizado escanee a lo largo de la pista mostrada en la FIG. 4A o 4B. Después, de entre las resistencias al mecanizado de los tres componentes, medidas durante el proceso de mecanizado, se obtuvo el valor máximo.

- 25 Posteriormente, se calculó la relación de la resistencia al mecanizado en la parte de cara interna sobre la resistencia al mecanizado obtenida anteriormente en la parte de capa superficial. Los resultados calculados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

		Pieza dental en bruto para mecanizar							Prótesis dental	
		Evaluación de los resultados							Composición de porcelana	Evaluación de los resultados
		Límite elástico al 0,2 %	Alargamiento	Módulo de Young	Resistencia a la fatiga	Longitud virutas mecanizado	Capacidad para ser mecanizado	Parte de capa interior/parte de capa superficial	Contenido de alúmina	Adhesividad
MPa	%	GPa	MPa	-	-	%	% en masa	-		
Muestra n.º 1	Ejemplo	505	35	> 150	650	A	A	86	15	A
Muestra n.º 2	Ejemplo	485	26	> 150	565	A	A	95	15	A
Muestra n.º 3	Ejemplo	501	30	> 150	675	A	A	91	15	A
Muestra n.º 4	Ejemplo	356	10	> 150	558	B	B	58	15	B
Muestra n.º 5	Ejemplo	512	31	> 150	712	A	A	89	15	A
Muestra n.º 6	Ejemplo	512	5	> 150	683	A	A	78	15	A
Muestra n.º 7	Ejemplo	513	4	> 150	597	B	B	72	15	A
Muestra n.º 8	Ejemplo	512	7	> 150	564	B	B	121	15	A
Muestra n.º 9	Ejemplo	507	7	> 150	625	A	A	158	15	A
Muestra n.º 10	Ejemplo	510	4	> 150	542	A	B	74	15	A
Muestra n.º 11	Ejemplo	501	28	> 150	566	A	B	76	15	A
Muestra n.º 12	Ejemplo	563	11	> 150	485	A	A	63	15	A
Muestra n.º 13	Ejemplo	584	6	> 150	452	A	A	56	15	A
Muestra n.º 14	Ejemplo Comparativo	501	4	-	486	D	D	41	15	D
Muestra n.º 15	Ejemplo Comparativo	276	35	-	464	B	B	215	15	D
Muestra n.º 16	Ejemplo Comparativo	520	2	-	275	D	D	32	15	D
Muestra n.º 17	Ejemplo Comparativo	545	1	-	246	D	D	356	15	D

Como se aprecia en las Tablas 2 y 3, se descubrió que la pieza dental en bruto para mecanizar que se obtuvo en cada Ejemplo tiene una excelente resistencia a la corrosión y también tiene excelentes propiedades mecánicas. Además, dado que la capacidad para ser mecanizada también es excelente, y por lo tanto, se confirma que cuando la pieza en bruto se somete a un proceso de mecanizado, la resistencia al mecanizado es baja, y de este modo, el proceso de mecanizado puede realizarse con suavidad, y se puede tallar eficientemente una forma deseada a partir de la pieza en bruto. Además, dado que se ha confirmado que la diferencia en la resistencia al mecanizado entre la parte de la capa interior y la parte de la capa superficial es lo bastante pequeña, también desde este punto de vista, se confirma que se puede tallar eficientemente una forma deseada a partir de la pieza dental en bruto para mecanizar obtenida en cada Ejemplo.

Además, se confirmó que la pieza dental en bruto para mecanizar obtenida en cada Ejemplo contiene una cantidad dada de óxido de silicio y poros, pero casi no contiene fase dentrita.

Por otro lado, se encontró que la pieza dental en bruto para mecanizar obtenida en cada Ejemplo Comparativo tiene una baja capacidad para ser mecanizada.

### 3. Producción de una prótesis dental

Se talló una pieza de ensayo mediante un proceso de mecanizado a partir de cada una de las piezas dentales en bruto para mecanizar obtenidas en los Ejemplos y en los Ejemplos Comparativos.

Posteriormente, se aplicó una pasta opaca de porcelana a la superficie de la pieza de ensayo obtenida, seguido de una cocción, obteniéndose así una pieza de ensayo de una prótesis dental.

Se usó la pasta opaca de porcelana, "Vintage MP" fabricada por Shofu, Inc. Además, la temperatura de cocción se ajustó a 950 °C, y se mantuvo esta temperatura durante 2 minutos. Además, la atmósfera de cocción se ajustó para que fuera una atmósfera de presión reducida.

### 4. Evaluación de las prótesis dentales

Con respecto a cada una de las piezas de ensayo de las prótesis dentales obtenidas usando las piezas en bruto de los Ejemplos y de los Ejemplos comparativos, se aplicó una fuerza destructiva a cada pieza de ensayo de conformidad con el método de ensayo de resistencia al desprendimiento/agrietamiento de sistemas de restauración dental metal-cerámica, especificado en la norma JIS T 6120(2001), y la adhesividad de la capa de porcelana se evaluó de acuerdo con los siguientes criterios.

Criterios de evaluación en el ensayo de resistencia al desprendimiento/agrietamiento

A: La resistencia es más de dos veces mayor que la de la pieza de ensayo obtenida usando la pieza en bruto de la muestra n.º 14.

B: La resistencia es más de 1,5 veces mayor pero no más de dos veces mayor que la de la pieza de ensayo obtenida usando la pieza en bruto de la muestra n.º 14.

C: La resistencia es más de una vez mayor pero no más de 1,5 veces mayor que la de la pieza de ensayo obtenida usando la pieza en bruto de la muestra n.º 14.

D: La resistencia no es más de una vez mayor que la de la pieza de ensayo obtenida usando la pieza en bruto de la muestra n.º 14.

Los resultados de la evaluación anterior se muestran en la Tabla 3.

Como se aprecia en la Tabla 3, se confirmó que la prótesis dental obtenida usando la pieza en bruto de cada Ejemplo tiene mayor adhesividad de la capa de porcelana que la prótesis dental obtenida usando la pieza en bruto de cada Ejemplo comparativo.

Además, se talló cada una de las prótesis dentales obtenidas usando la pieza en bruto de cada Ejemplo, y se realizó un análisis de área de la sección transversal utilizando una microsonda electrónica. Como resultado, se confirmó que hay mullita presente en las capas, en la superficie límite entre la capa de porcelana y la montura metálica.

La descripción anterior se ha aportado únicamente a modo de ejemplo y un experto en la materia apreciará que pueden realizarse modificaciones sin desviarse por ello del ámbito de la presente invención.

## REIVINDICACIONES

1. Una pieza dental en bruto (1), que comprende:

5 Co como componente principal;  
 Cr en una proporción de un 26 % en masa o más y un 35 % en masa o menos;  
 Mo en una proporción de un 5 % en masa o más y un 12 % en masa o menos; y  
 Si en una proporción de un 0,5 % en masa o más y un 1,0 % en masa o menos; en la que  
 la pieza dental en bruto (1) es un cuerpo de polvo metálico sinterizado, y  
 10 **caracterizada por que** la proporción de  $\text{Co}_3\text{Mo}$  en la pieza dental en bruto (1) es de un 0,01 % en volumen o más  
 y de un 10 % en volumen o menos.

2. La pieza dental en bruto (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que  
 una parte del Si está contenido como óxido de silicio, y

15 la relación de Si contenido en forma de óxido de silicio en el Si es un 10 % en masa o más y un 90 % en masa o menos.

3. La pieza dental en bruto (1) de acuerdo con la reivindicación 2, en la que el óxido de silicio se segrega en el límite de  
 grano del cuerpo sinterizado.

20 4. La pieza dental en bruto (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que en un patrón de difracción por rayos X  
 obtenido por difracción de rayos X utilizando un rayo  $\text{Cu-K}\alpha$ , la relación de la altura del pico más alto de entre los  
 picos derivados del  $\text{Co}_3\text{Mo}$ , identificado basándose en una ficha del ICDD, con la altura del pico más alto de entre los  
 picos derivados del Co, identificado basándose en una ficha del ICDD, es 0,01 o más y 0,5 o menos.

25 5. La pieza dental en bruto (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la pieza dental en bruto (1) para mecanizar  
 tiene un límite elástico al 0,2 % de 450 MPa o más, un alargamiento de un 2 % o más, y un módulo de Young de  
 150 GPa o más.

30 6. La pieza dental en bruto (1) de acuerdo con la reivindicación 1, en la que la pieza dental en bruto (1) tiene una dureza  
 Vickers de 200 o más y 480 o menos.

7. Un polvo metálico para pulvimetalurgia, que comprende:

35 Co como componente principal;  
 Cr en una proporción de un 26 % en masa o más y un 35 % en masa o menos;  
 Mo en una proporción de un 5 % en masa o más y un 12 % en masa o menos; y  
 Si en una proporción de un 0,5 % en masa o más y un 1,0 % en masa o menos;  
**caracterizada por que** la proporción de  $\text{Co}_3\text{Mo}$  en el polvo metálico es de un 0,01 % en volumen o más y de un  
 10 % en volumen o menos.

40 8. Una montura dental metálica (2) para la adhesión de porcelana, que comprende:

Co como componente principal;  
 Cr en una proporción de un 26 % en masa o más y un 35 % en masa o menos;  
 45 Mo en una proporción de un 5 % en masa o más y un 12 % en masa o menos; y  
 Si en una proporción de un 0,5 % en masa o más y un 1,0 % en masa o menos, en la que  
 la montura metálica (2) consiste en un cuerpo de polvo metálico sinterizado, y  
**caracterizada por que** la proporción de  $\text{Co}_3\text{Mo}$  en la montura metálica (2) es de un 0,01 % en volumen o más y de  
 un 10 % en volumen o menos.

50 9. Una prótesis dental (10), que comprende:

la montura dental metálica (2) para la adhesión de porcelana de acuerdo con la reivindicación 8; y  
 una capa de porcelana (6) provista sobre la superficie de la montura dental metálica (2) para la adhesión de porcelana.

55 10. La prótesis dental (10) de acuerdo con la reivindicación 9, en la que  
 la capa de porcelana (6) contiene alúmina, y  
 la prótesis dental (10) además comprende una fase mullita dispuesta entre la montura dental metálica (2) para la  
 60 adhesión de porcelana y la capa de porcelana (6).

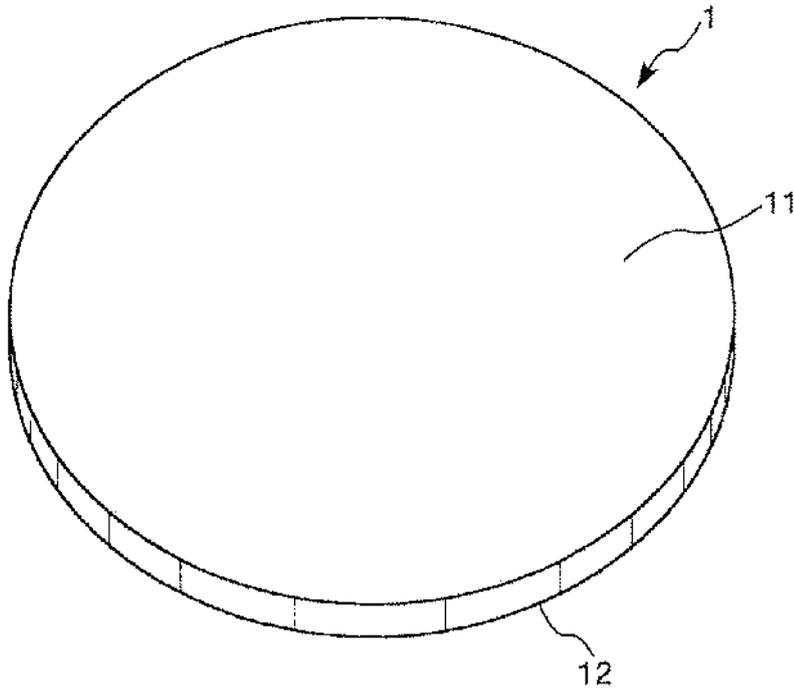


FIG. 1

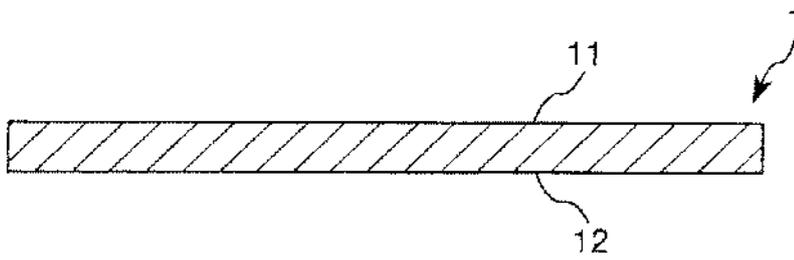


FIG. 2

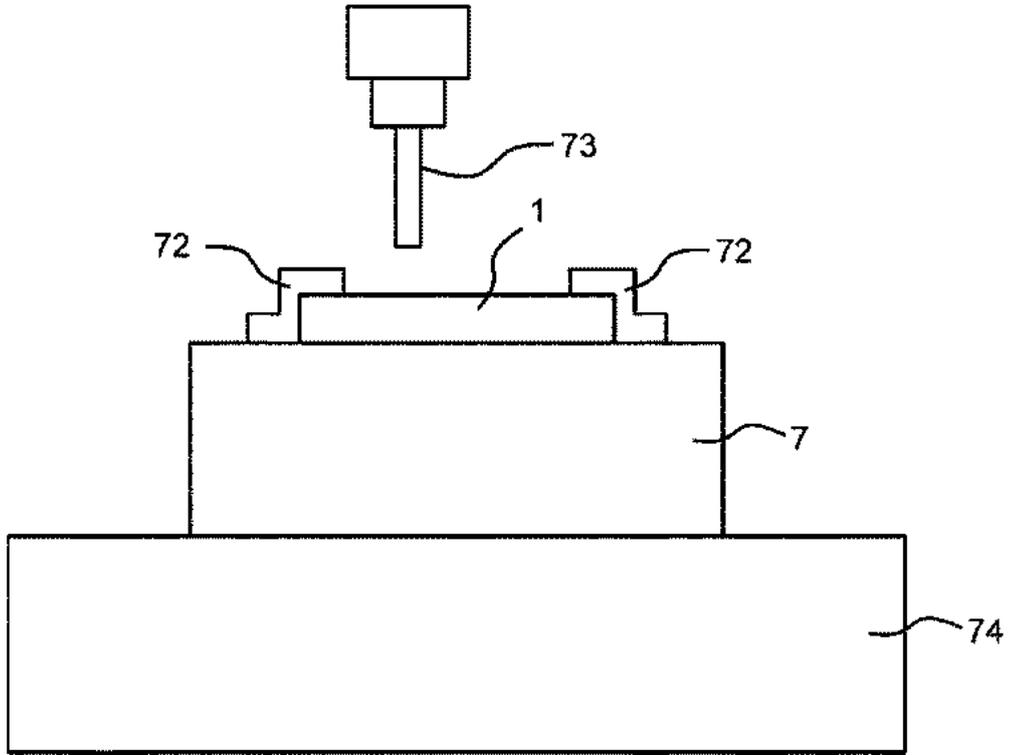


FIG. 3

FIG. 4A

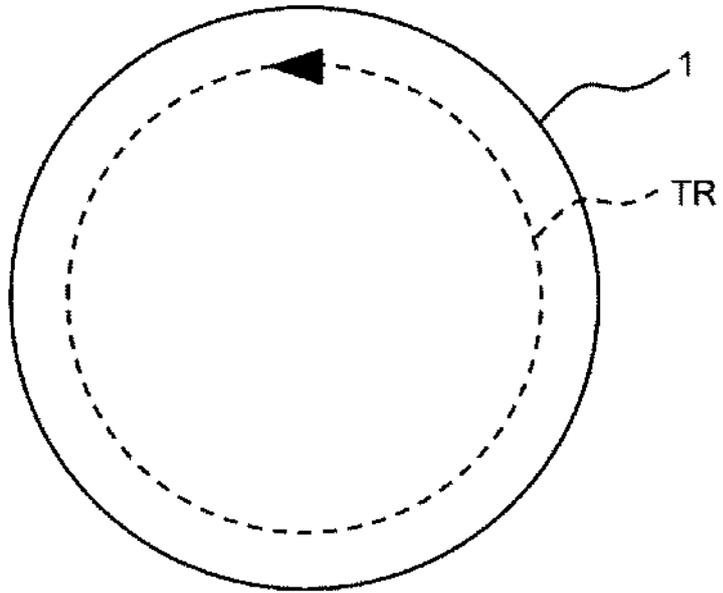
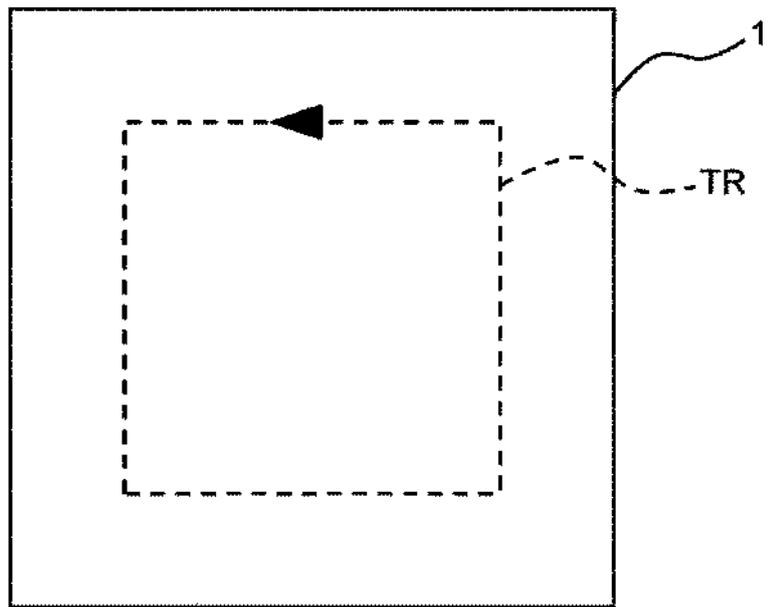


FIG. 4B



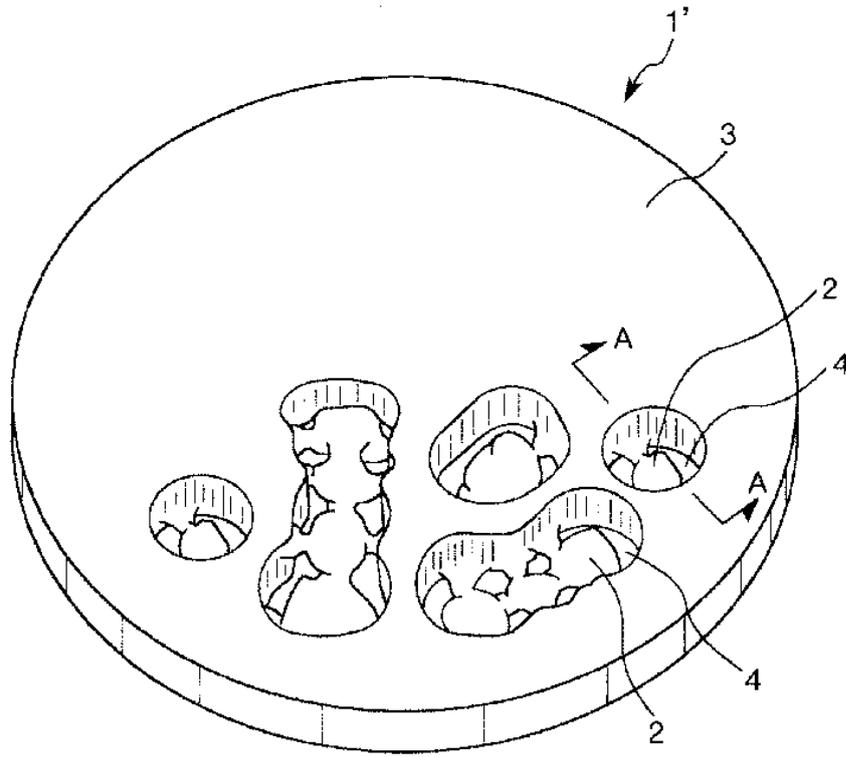


FIG. 5

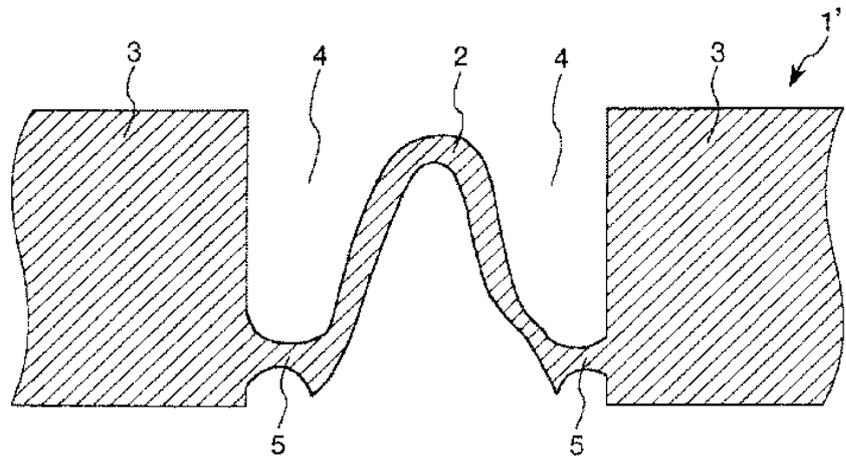


FIG. 6

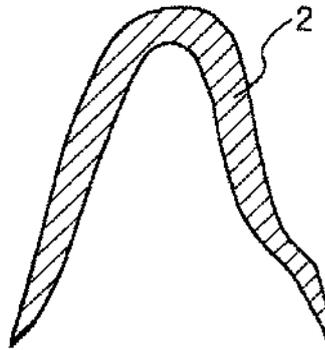


FIG. 7

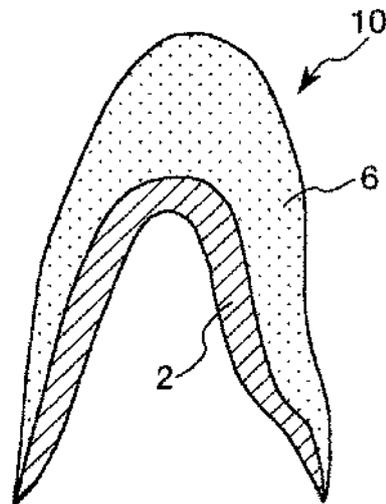


FIG. 8

FIG. 9A

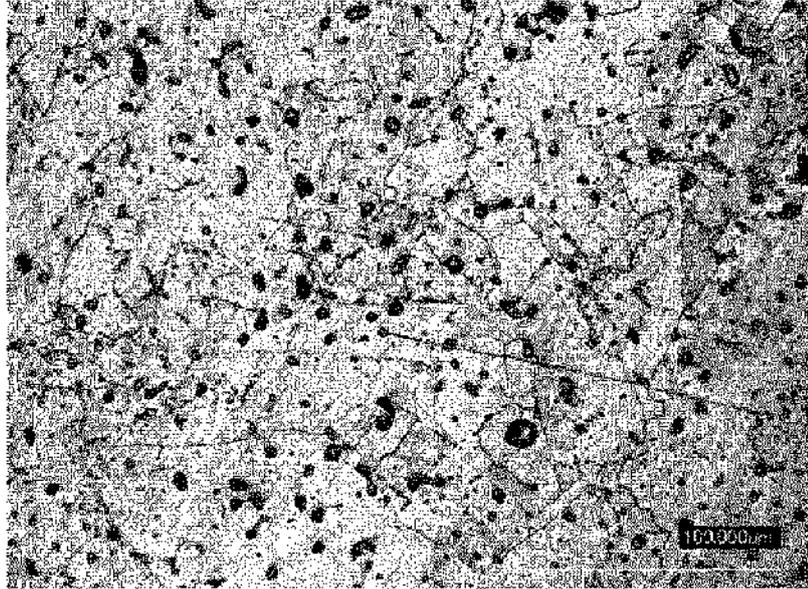
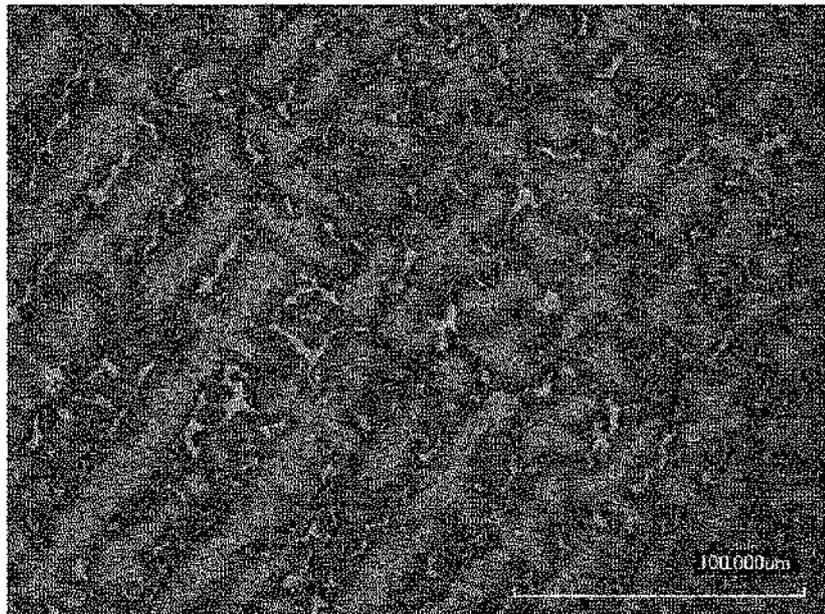


FIG. 9B



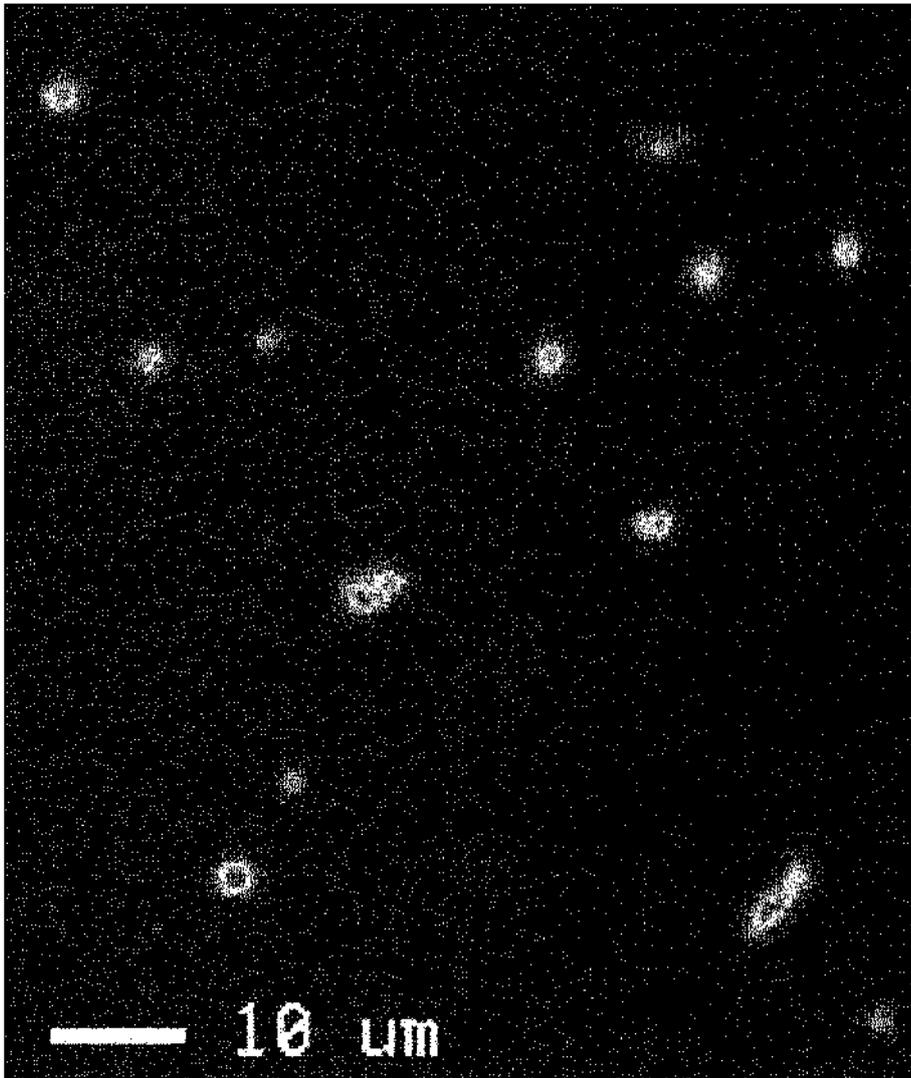


FIG.10