

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 899 604**

51 Int. Cl.:

A61L 27/04 (2006.01)

A61L 27/06 (2006.01)

A61L 27/10 (2006.01)

A61L 27/30 (2006.01)

A61L 27/54 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.05.2018** **E 18171026 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.10.2021** **EP 3566725**

54 Título: **Revestimiento antimicrobiano del implante**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.03.2022

73 Titular/es:

WALDEMAR LINK GMBH & CO. KG (100.0%)
Barkhausenweg 10
22339 Hamburg, DE

72 Inventor/es:

LINK, HELMUT D. y
CSASZAR, RICHARD

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 899 604 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

Revestimiento antimicrobiano del implante

5 CAMPO DE LA INVENCION

La invención se refiere a un recubrimiento para componentes de implantes espinales y a un procedimiento para aplicar este recubrimiento.

10 ESTADO DE LA TÉCNICA

Una de las razones del fracaso de un implante in situ es la infección por patógenos. Los patógenos que pueden causar este tipo de inconvenientes son principalmente los estafilococos, como el *Staphylococcus epidermidis*. Estas colonizan la piel y las mucosas de una persona. Además, el patógeno *Staphylococcus epidermidis*, entre otros, tiene la capacidad de instalarse en la superficie de un implante con la ayuda de una biopelícula. En esta biopelícula, este patógeno está protegido de los antibióticos, los fagocitos y otras respuestas inmunitarias del organismo. Existen pruebas de que el *Staphylococcus epidermidis* es una causa común de infecciones postoperatorias tras la implantación de implantes.

Si se detecta una infección de este tipo, generalmente se intenta suprimirla con agentes activos, como los antibióticos. Sin embargo, si este procedimiento no tiene éxito, puede ser necesario retirar el implante. Al retirar el implante se elimina al menos parte de la fuente de infección. Aunque este procedimiento facilita el tratamiento de la infección, da lugar a una reducción de la movilidad del paciente.

En el caso de una infección por *Staphylococcus epidermidis*, la situación se agrava por el hecho de que este germen muestra regularmente una resistencia a los antibióticos (80 % según Takizawa et al. en SPINE Volumen 42, N.º 7, pp 525-530). Según Takizawa, hay indicios en el campo de la cirugía de la columna vertebral de que los patógenos conocidos como *Staphylococcus epidermidis* resistente a la meticilina (MRSE) muestran menos signos de infección debido a su menor virulencia y, por tanto, conllevan el riesgo de que una infección recién se detecta demasiado tarde. En el peor de los casos, esto puede conducir a una mayor morbilidad para un paciente en el postoperatorio que en el preoperatorio, en particular, si la infección hace que el uso de un implante ya no sea posible.

Por lo tanto, para evitar estas complicaciones, es deseable contrarrestar la colonización de patógenos. Por ejemplo, el documento US 2009/0198343 A1 propone proporcionar un revestimiento para una articulación artificial, destinado a las superficies de rodadura de los pares metálicos, con un efecto antimicrobiano. Para ello, en el documento US 2009/0198343 A1 se complementa un recubrimiento de nitrato de cromo con plata, recubriendo alternativamente la superficie de fricción del implante con nitrato de cromo y plata. Sin embargo, el nitrato de cromo está clasificado como sensibilizante, por lo que existe el riesgo de provocar reacciones alérgicas tras su implantación. Además, el recubrimiento divulgado en el documento US 2009/0198343 A1 sólo tiene una eficacia muy limitada contra la colonización por *Staphylococcus epidermidis*.

Además, el documento EP 2 444 108 A1 divulga un componente protésico que tiene una superficie de deslizamiento que comprende un revestimiento de nitrato de titanio con átomos de plata atrapados, en el que la cantidad de plata es del 2 al 15 % en peso.

Moseke et al. tratan en su estudio un revestimiento de TiN/Ag para implantes ortopédicos (Claus Moseke et al.: "Hard implant coatings with antimicrobial properties" en Journal of Materials Science: Materials in Medicine, Kluwer Academic Publishers, BO, Vol. 22, N.º 12, pp. 2711-20). El contenido de plata era del 1,4 % o del 4,6 % y mostraba una actividad inhibidora en *Staphylococcus epidermidis* y *Staphylococcus aureus*. En el documento CN 106 175 996 A, también se divulga un revestimiento de TiN/Ag, que se construye alternativamente de Ti y Ag en capas. La proporción de plata es de 5×10^{14} hasta 5×10^{18} iones/cm².

SINTESIS DE LA INVENCION

Por consiguiente, el objeto de la presente invención es proporcionar un revestimiento para la superficie de un componente de implante espinal que impida la infección in situ. En particular, era el objeto de la invención proporcionar un revestimiento para la superficie de un componente de implante espinal que contrarreste la colonización de patógenos, en particular *Staphylococcus epidermidis*. El objetivo era también garantizar que la superficie del componente del implante espinal revestido no provocara alergias o hipersensibilidad en el paciente. Además, la superficie del componente del implante espinal revestido debe ser capaz de soportar cualquier influencia mecánica que se produzca, en particular, durante la intervención quirúrgica durante la implantación.

Para resolver estas tareas, se proporciona un componente de implante espinal que tiene un revestimiento de acuerdo con la reivindicación 1 y un procedimiento de aplicación de dicho revestimiento a un componente de implante espinal de acuerdo con la reivindicación 9.

Así, la invención proporciona un componente de implante espinal que tiene un recubrimiento, en el que el recubrimiento es un recubrimiento cerámico de nitruro de titanio que tiene una porción % atómico de Ti y una porción % atómico de N, además de una porción % atómico de 5-30 % atómico de Ag.

- 5 Tal proporción de plata puede prevenir contra la infección causada por patógenos. En particular, se ha demostrado que tiene un efecto antimicrobiano contra el *Staphylococcus epidermidis*.

Además, el % atómico de Ag, es decir, el contenido de sílice, puede mantenerse al mismo tiempo lo suficientemente bajo como para garantizar que la resistencia mecánica del revestimiento sea suficiente para las fuerzas de contacto mecánicas que se producen durante la implantación. En otras palabras, el revestimiento del implante no se daña durante la implantación. Esto es especialmente cierto cuando se inserta el implante revestido en el tejido óseo o se atornilla el implante al tejido óseo. Se supone que la resistencia mecánica se mantiene en ese nivel porque el contenido de plata reduce la dureza del revestimiento, pero aumenta su ductilidad. Esto evita que el material del implante o el material de construcción del implante bajo el revestimiento entre en contacto con el tejido corporal de un paciente y pueda causar hipersensibilidad.

Debido a su resistencia, el recubrimiento cerámico de nitruro de titanio con contenido de plata, es decir, el recubrimiento de nitruro de titanio-plata, es ventajoso para los implantes espinales. En una realización preferida, el recubrimiento tiene 5-20 % atómico de Ag, 8-15 % atómico de Ag, 8-10 % atómico de Ag, o aproximadamente 10 % atómico de Ag.

Estos contenidos de plata preferidos en el recubrimiento cumplen los requisitos anteriores. En términos de dureza, cuanto menor sea el contenido de plata, mayor será la dureza. Sin embargo, una reducción de la dureza, como la descrita anteriormente, no tiene un efecto significativo en la resistencia del recubrimiento a la implantación del implante recubierto.

En una realización particularmente preferida, la plata y el nitruro de titanio están formados o dispuestos de forma adyacente en la superficie de recubrimiento.

Esto permite que el componente Ag desarrolle su efecto inhibidor de la infección. Para conseguir esta estructura yuxtapuesta del recubrimiento en la superficie y, por tanto, el contacto directo con el tejido o los fluidos del paciente, los dos componentes del recubrimiento se aplican al menos parcialmente de forma simultánea. Esta aplicación simultánea también significa que los componentes del revestimiento se distribuyen esencialmente de manera uniforme en la superficie del implante.

En otra realización preferida, el revestimiento tiene un espesor de 2,5-6 μm , 3,5-5,5 μm o aproximadamente 4,5 μm .

Se ha comprobado que con estos espesores de recubrimiento se evita al menos la destrucción parcial del mismo. Un recubrimiento más grueso tiende a ser ventajoso, especialmente cuando el contenido de plata en la capa de recubrimiento está en la parte superior de los intervalos mencionados. Por el contrario, los espesores superiores a estos valores no aportan mejoras significativas, sino que incluso pueden favorecer la falta de homogeneidad y la deslaminación del revestimiento. Se supone que la resistencia mecánica del revestimiento en los espesores indicados se debe también a que no hay secciones continuas de plata en la dirección del espesor. En otras palabras, la estructura heterogénea tridimensional del recubrimiento de nitruro de titanio-plata da lugar a un recubrimiento de nitruro de titanio básicamente continuo.

En otra realización preferida, el revestimiento de nitruro de titanio es esencialmente una capa estequiométrica de TiN.

Dicha capa, junto con el contenido de plata, forma una capa inerte particularmente uniforme con efecto antimicrobiano y, por tanto, previene tanto la hipersensibilidad como la infección tras la implantación del implante.

Además, la presente invención proporciona al menos un componente de implante de un implante espinal que está recubierto, al menos en parte, con un recubrimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

Como se ha descrito anteriormente, las infecciones pueden producirse en particular debido a los implantes expuestos al medio ambiente antes de la implantación. Se ha descubierto que, sobre todo en la zona de la columna vertebral, estas infecciones se deben al patógeno *Staphylococcus epidermidis*. Por lo tanto, el efecto preventivo del revestimiento es especialmente eficaz en este caso.

Cabe destacar que incluso los daños en el revestimiento sólo tienen un efecto muy leve, si es que tienen alguno, en el efecto inhibidor de la infección del revestimiento.

En una realización preferida, el componente del implante es al menos un componente de un implante de espondilodesis o una jaula espinal.

En un implante de espondilodesis, preferiblemente todas las partes, como los conectores, las varillas y los tornillos, están provistos del presente recubrimiento. Las jaulas también son muy adecuadas para el uso de este revestimiento, ya que suelen tener una geometría compleja y angular. Además, las jaulas espinales pueden tener elementos de anclaje que enganchan el tejido óseo de los cuerpos vertebrales y son exigidas de manera correspondiente, cuando dicha jaula espinal se inserta entre dos cuerpos vertebrales.

En otra realización particularmente preferida, la superficie de la porción revestida del componente del implante comprende nitruro de titanio con islas de Ag o islas de plata incrustadas en ella.

Como se ha descrito anteriormente, dicha distribución de nitruro de titanio y plata en el recubrimiento puede proporcionar un recubrimiento de nitruro de titanio sustancialmente continuo. Como resultado, se consigue una resistencia mecánica suficiente de dicho recubrimiento.

En otra realización, el componente del implante a revestir comprende, y preferentemente consiste, en una aleación de titanio.

Por un lado, el revestimiento de nitruro de titanio-plata se adhiere particularmente bien a la aleación de titanio de dicho componente de implante debido al contenido de nitruro de titanio y, por lo tanto, evita el daño del revestimiento causado por el desprendimiento. Por otra parte, un componente de implante a recubrir realizado de una aleación de titanio reduce aún más el riesgo de hipersensibilidad, ya que dicha hipersensibilidad es improbable incluso en caso de daño del recubrimiento debido a la biocompatibilidad del titanio.

Además, la presente invención proporciona un procedimiento para aplicar un recubrimiento a un componente de implante espinal que comprende los pasos de proporcionar un componente de implante a recubrir para un implante espinal en una cámara de recubrimiento, proporcionando al menos un objetivo, y/o proporcionar al menos un blanco de Ti y al menos un blanco de Ag y evaporar el al menos un blanco en una atmósfera que contenga al menos nitrógeno y recubrir simultáneamente el componente del implante con el metal evaporado del al menos un blanco.

Este proceso permite el recubrimiento simultáneo con nitruro de titanio y plata para formar el recubrimiento de nitruro de titanio-plata. En este sentido, el recubrimiento simultáneo asegura que la plata quede expuesta en la superficie del recubrimiento, permitiendo así que se desarrolle el efecto inhibitor de la infección del recubrimiento. Además, mediante una elección del número de objetivos respectivos de los componentes del recubrimiento, la proporción de % atómico puede ajustarse, al menos en su orden de magnitud, a la composición deseada del recubrimiento.

De modo alternativo o adicional al ajuste de la composición del revestimiento mediante el número de blancos respectivos, puede proporcionarse al menos un blanco que tenga una proporción predeterminada de titanio y plata. Sin embargo, es preferible utilizar sólo uno o varios de estos blancos con un porcentaje de titanio y plata predeterminado según la composición deseada del recubrimiento.

En una realización preferida del procedimiento, la evaporación del al menos un blanco se lleva a cabo mediante evaporación por arco, en la que el voltaje aplicado a los blancos es de 15-30 V o 20-25 V y la corriente aplicada es de 40-70 A.

Estos intervalos de ajuste de la tensión y la corriente, al igual que el número mencionado de objetivos del respectivo componente de recubrimiento, permiten ajustar la composición del recubrimiento. En particular, se puede lograr un ajuste más fino que con la selección del número de objetivos.

En otra realización del procedimiento, después de disponer el implante a recubrir en la cámara de recubrimiento, la superficie del implante a recubrir es limpiada por una descarga luminosa bajo una atmósfera de hidrógeno.

Este paso de limpieza tiene la ventaja de que se elimina cualquier residuo orgánico presente en la superficie del implante a recubrir, mejorando así la adhesión del recubrimiento al implante.

En otra realización preferida del procedimiento, después de introducir el implante a recubrir en la cámara de recubrimiento, la superficie del implante a recubrir se limpia bombardeando la superficie del implante con iones bajo una atmósfera inerte.

Esto elimina cualquier capa de óxido en la superficie del implante que, de otro modo, reduciría la adhesión del revestimiento al implante.

Dicha capa de óxido se forma, por ejemplo, en el caso de implantes hechos de aleaciones de titanio y puede eliminarse, en particular, mediante el bombardeo con iones de titanio por el paso de procedimiento de esta realización. Los iones de titanio pueden generarse preferentemente a través de un blanco de Ti que se utilizará para el recubrimiento. En este caso, la atmósfera inerte, como por ejemplo una atmósfera de argón, contrarresta una nueva formación de una capa de óxido.

Se proporciona (no de acuerdo con la invención) un uso del recubrimiento para prevenir una biopelícula en un componente de implante espinal.

Este uso del recubrimiento es especialmente ventajoso, como se ha descrito anteriormente.

EXPLICACIÓN EXHAUSTIVA DE REALIZACIONES PREFERENTES

En el contexto de la presente invención, se entiende por recubrimiento un revestimiento aplicado mediante un proceso técnico. Algunos ejemplos de estos procesos técnicos son la deposición química de vapor (CVD), la deposición física de vapor (PVD) o la galvanoplastia.

Como se ha descrito anteriormente, un revestimiento comprende una mezcla de nitruro de titanio y plata, también denominada en el presente documento como revestimiento de nitruro de titanio-plata. En otras palabras, el recubrimiento comprende al menos una sola capa de un recubrimiento cerámico de nitruro de titanio en el que está incrustada la plata. La plata está presente en forma de islas de plata, es decir, la plata o los átomos de plata están dispuestos junto a la red de nitruro de titanio. Debido al tamaño de los átomos de plata, se supone que sólo una pequeña proporción, si es que hay alguna, de la plata está dispuesta intersticialmente en la red de nitruro de titanio. En cambio, se ha observado que la plata está en forma de aglomerados de plata en el recubrimiento de nitruro de titanio-plata. En otras palabras, la plata está presente en la red de nitruro de titanio, pero no está integrada en ella. Estos aglomerados de plata están preferentemente presentes en un intervalo de 1 µm a 50 µm y más preferentemente en un intervalo de 5 µm a 30 µm.

Además, se supone que la eficacia de la plata surge en particular del hecho de que, en el estado implantado del implante, la plata cambia al estado iónico al entrar en contacto con la formación de elementos locales del fluido corporal y desarrolla así su efecto antimicrobiano. El hecho de que esta formación de elementos locales pueda tener lugar es posible gracias a la disposición de estas islas en la superficie del revestimiento. Esta disposición se consigue recubriendo el implante con nitruro de titanio y plata, al menos parcialmente, de forma simultánea.

Debido a sus propiedades antimicrobianas, el recubrimiento tiene un efecto inhibitor de infecciones, que también se refiere en particular al *Staphylococcus epidermidis*. Se cree que el componente de plata del recubrimiento presente en la matriz de titanio, nitruro de titanio interfiere en la formación de la biopelícula que desarrollan estas bacterias. Como resultado de esta interferencia, el mecanismo de protección de las bacterias contra los antibióticos causados por esta biopelícula deja de funcionar adecuadamente.

Además, se ha observado que la plata puede disolverse del recubrimiento en forma iónica. Se supone que estas partículas de plata ionizadas en la superficie del revestimiento forman una zona de inhibición en las inmediaciones del implante, en la que ejercen un efecto antimicrobiano. Por consiguiente, el revestimiento puede utilizarse no sólo para evitar que una infección se propague directamente desde la superficie del implante.

Un revestimiento de nitruro de titanio-plata con un contenido de plata del 5-30 % tiene un efecto antimicrobiano. En particular, es eficaz contra el *Staphylococcus epidermidis*. Como se ha descrito anteriormente, este patógeno suele encontrarse en la piel de los seres humanos y es presumiblemente la causa de una infección que surge tras la implantación en muchos casos. Los estudios indican que existe un mayor riesgo de que este patógeno provoque una infección tras la implantación, especialmente en la zona de la columna vertebral. Esto se ve posiblemente favorecido por el hecho de que *Staphylococcus epidermidis* tiene una virulencia comparativamente baja entre los estafilococos. Por ello, los signos de infección aparecen más tarde y pueden pasarse por alto al principio. Dado que el recubrimiento es eficaz contra este patógeno en particular, se puede prevenir una infección que a menudo se detecta muy tarde por el motivo mencionado.

Preferentemente, la proporción de % atómico de plata es menor que la proporción de % atómico de titanio. En otras palabras, no es necesario que haya una distribución estequiométrica. La distribución puede ser super- o sub-estequiométrica. En total, el revestimiento tiene un contenido de nitruro de titanio de al menos el 70 %.

Un contenido máximo de plata del 30 % atómico garantiza que el nitruro de titanio tenga intercalaciones de plata o islas de plata y no al revés. Esto tiene la ventaja de que el nitruro de titanio proporciona un revestimiento esencialmente continuo en el que se incrusta la plata. Por lo tanto, la disolución de la plata no suele tener un impacto negativo en la funcionalidad del recubrimiento. Como ya se ha descrito, esto incluso tiende a ampliar el intervalo de protección antimicrobiana.

Otros contenidos de plata preferidos para el presente recubrimiento, como un contenido de plata de 5 a 20 % atómico, 8 a 15 % atómico, 8 a 10 % atómico o aproximadamente 10 % atómico, también presentan esta ventaja. Entre otras cosas, esta estructura del recubrimiento significa que al menos una parte del contenido de plata está presente en la superficie del recubrimiento junto con el contenido de nitruro de titanio.

Además del efecto antimicrobiano mencionado, el contenido de plata, junto con el contenido de nitruro de titanio cerámico como recubrimiento de nitruro de titanio-plata, también conduce a un cambio en las propiedades mecánicas

en relación con un recubrimiento de nitruro de titanio puro. En particular, el revestimiento se vuelve más suave debido a esta estructura.

Se supone que, debido a una ductilidad asociada, su resistencia mecánica o fuerza es además suficiente para soportar las influencias mecánicas que se producen durante la implantación del implante. Estas influencias mecánicas se producen, por ejemplo, al crear un ajuste de interferencia de un implante en el tejido óseo, por el contacto de un componente del implante con un elemento de fijación, como al atornillar tornillos óseos para fijar una placa, o durante el montaje con otro componente del implante, como en un pilar de espondilodesis.

Por esta razón, el presente recubrimiento es particularmente adecuado para implantes que, tras su implantación, soportan el esqueleto de un paciente o sustituyen partes de este esqueleto. En este tipo de implantes, la tensión mecánica sobre el revestimiento se produce generalmente durante la implantación y el montaje de un implante. Tras la implantación, se producen tensiones y deformaciones en el revestimiento, en particular debido a la carga diaria del implante en el cuerpo de un paciente. También en este caso, es ventajoso el presente recubrimiento.

En otras palabras, el revestimiento es particularmente adecuado para implantes en los que hay abrasión, especialmente durante la implantación y/o el montaje del implante. En otras palabras, el revestimiento no experimenta esencialmente ninguna abrasión funcional en el estado implantado. Se ha comprobado que un espesor del revestimiento inferior a 10 mm, en particular de 2,5 a 6 μm , preferentemente de 3,5 a 5,5 μm , y aún más preferentemente de unos 4,5 mm, es suficiente para este fin. Sin embargo, también es concebible utilizar dicho recubrimiento con un espesor de capa mayor.

Además, en el presente recubrimiento, la diferencia en las propiedades del material, en particular la elasticidad, con el material base subyacente del implante puede reducirse en parte debido al contenido de plata. Esto también permite una resistencia mecánica y una adherencia del revestimiento suficientes. Esta es también una de las razones por las que el revestimiento puede aplicarse a una gran variedad de materiales de implante diferentes.

En resumen, la capa de nitruro de titanio-plata del recubrimiento presenta así propiedades antimicrobianas y mecánicas ventajosas, que son útiles para un componente de implante espinal recubierto al menos en secciones con este recubrimiento.

De acuerdo con la invención, dicho revestimiento se produce mediante el proceso de deposición física de vapor (PVD) ya mencionado anteriormente. Antes de colocarlo en la cámara de recubrimiento, el implante que va a recibir el recubrimiento se limpia con agua.

El implante se introduce en la cámara de recubrimiento, que se evacua posteriormente. Para los procesos posteriores, el implante se calienta preferentemente entre 400 y 600 °C para mejorar la movilidad de los iones en la superficie del implante y conseguir una mejor adhesión del recubrimiento al implante.

Preferiblemente, se realiza una limpieza adicional de la superficie del implante dentro de la cámara de recubrimiento y antes de la aplicación del recubrimiento. Por ejemplo, la limpieza puede llevarse a cabo mediante una descarga luminosa en una atmósfera de hidrógeno para eliminar cualquier residuo orgánico en la superficie del implante sin recubrimiento.

Además, es posible limpiar la superficie del implante mediante el grabado iónico. En este caso, el implante es bombardeado con iones (por ejemplo, iones de titanio, iones de argón) bajo una atmósfera inerte, en particular una atmósfera de argón, con el fin de eliminar una capa de óxido que puede estar presente en la superficie del material del implante no recubierto. Esto también mejora la adhesión del revestimiento a la superficie del implante.

Preferiblemente, los pasos de limpieza anteriores se realizan en una atmósfera de presión negativa de 10^{-1} a 10^{-4} mbar.

Después de esta limpieza opcional, el revestimiento se aplica al implante bajo una atmósfera de nitrógeno.

Como se ha descrito anteriormente, este recubrimiento puede realizarse con al menos un blanco de plata y al menos un blanco de titanio, de acuerdo con la composición deseada. Asimismo, es posible utilizar uno o varios blancos que tengan las proporciones de % atómico de plata y titanio previstas para el recubrimiento. Por lo tanto, la composición del revestimiento está determinada por la composición del al menos un objetivo.

Para minimizar la dispersión del material objetivo vaporizado por las partículas de gas en la cámara de recubrimiento y así minimizar la pérdida de material objetivo, el recubrimiento se lleva a cabo bajo una presión negativa en un intervalo de 10^{-2} a 10^{-3} mbar.

Una vez predeterminada la atmósfera deseada, se inicia el proceso de evaporación del al menos un blanco. Para ello se utiliza preferentemente un arco voltaico, que disuelve el material de los blancos mediante una fuerte corriente por

descarga eléctrica y lo transfiere a la fase gaseosa. Para esta descarga, se utilizan tensiones en un intervalo de 15-30 V y preferiblemente en un intervalo de 20-25 V, así como corrientes en un intervalo de 40-70 A. Sin embargo, para el especialista resulta obvio que también pueden utilizarse otros procedimientos para evaporar los blancos, como la evaporación térmica, la evaporación por haz de electrones o la evaporación por haz láser.

5

Al menos durante una parte del proceso de recubrimiento, cuando se utilizan blancos con materiales diferentes, el recubrimiento con el blanco de plata y el blanco de titanio tiene lugar simultáneamente para producir la estructura de recubrimiento de nitruro de titanio-plata descrita anteriormente.

10

Dependiendo del material base del implante a recubrir, también se puede aplicar un voltaje negativo de 100 V a 1500 V al implante para mejorar la adhesión y la homogeneidad de la capa. Los objetivos y el implante también pueden moverse uno respecto al otro durante el proceso de recubrimiento para lograr un recubrimiento lo más uniforme posible.

15

Tras el recubrimiento y una fase de enfriamiento, la cámara de recubrimiento se ventila de nuevo y pueden retirarse el componente o componentes del implante espinal recubiertos. El enfriamiento se realiza preferentemente con el apoyo de una atmósfera de gas (por ejemplo, nitrógeno o un gas inerte) para mejorar la disipación del calor, de modo de acelerar el proceso de enfriamiento.

20

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un componente de implante espinal que tiene al menos una parte de un recubrimiento, en el que el recubrimiento es un recubrimiento cerámico de nitruro de titanio que tiene una proporción de % atómico de Ti y una proporción de % atómico de N, además de una proporción de % atómico de acelerar el 5-30 % atómico de Ag.
2. Componente de implante espinal de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el revestimiento comprende 5-20 % de Ag atómico, 8-15 % de Ag atómico, 8-10 % de Ag atómico, o aproximadamente 10 % de Ag atómico.
- 10 3. Componente de implante espinal de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la superficie de recubrimiento tiene Ag y nitruro de titanio conformados uno al lado del otro.
- 15 4. Componente de implante espinal de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el revestimiento tiene un grosor de 2,5-6 3,5-5,5 μm o aproximadamente 4,5 μm .
5. Componente de implante espinal de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el revestimiento de nitruro de titanio está presente sustancialmente como una capa estequiométrica de TiN.
- 20 6. Componente de implante espinal de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el componente de implante espinal es al menos uno de los componentes de implante de espondilodesis o una jaula.
7. Componente de implante espinal de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que la superficie de la porción revestida comprende nitruro de titanio con islas de Ag incrustadas en ella.
- 25 8. Componente de implante espinal de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, en el que el componente de implante que se va a recubrir comprende y consiste preferentemente en una aleación de titanio.
- 30 9. Un procedimiento de aplicación de un revestimiento de implante de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores a un componente de implante espinal de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, que comprende los pasos de:
 - proporcionar un componente de implante para ser recubierto, en particular, un componente de implante para un implante espinal en una cámara de recubrimiento;
 - 35 - proporcionar al menos un blanco que tenga una proporción predeterminada de % atómico de plata y titanio para el recubrimiento y/o proporcionar al menos un blanco de Ti y al menos un blanco de Ag;
 - proporcionar una atmósfera que contenga al menos nitrógeno;
 - vaporizar el al menos un objetivo; y
 - recubrir simultáneamente el componente del implante con el metal vaporizado del al menos un blanco.
- 40 10. Procedimiento de aplicación de un revestimiento de implante de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la vaporización del al menos un blanco se lleva a cabo mediante vaporización por arco, siendo el voltaje aplicado a los blancos de 15-30 V o 20-25 V y la corriente aplicada de 40-70 A.
- 45 11. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, en el que después de proporcionar el implante a recubrir en la cámara de recubrimiento, la limpieza de la superficie del implante a recubrir se lleva a cabo mediante una descarga luminosa bajo una atmósfera de hidrógeno.
- 50 12. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 9 a 11, en el que después de colocar el implante a recubrir en la cámara de recubrimiento, la limpieza de la superficie del implante a recubrir se lleva a cabo bombardeando la superficie del implante con iones bajo una atmósfera inerte.