

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 937 930**

51 Int. Cl.:

C25F 3/24 (2006.01)
C25F 3/06 (2006.01)
C23C 22/50 (2006.01)
B24C 1/06 (2006.01)
B23P 15/00 (2006.01)
A61B 17/00 (2006.01)
B24C 11/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.04.2021 PCT/EP2021/058713**
87 Fecha y número de publicación internacional: **14.10.2021 WO21204699**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2021 E 21716406 (0)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.11.2022 EP 3942091**

54 Título: **Método para el tratamiento de la superficie y/o fabricación de un producto técnico sanitario, así como un producto técnico sanitario**

30 Prioridad:

06.04.2020 DE 102020204430

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.04.2023

73 Titular/es:

**AESULAP AG (100.0%)
Am Aesculap-Platz
78532 Tuttlingen, DE**

72 Inventor/es:

**WAIDELICH, LUKAS;
GASSNER, ANDREAS;
SCHAUER, RAMON;
GRIMM, CHRISTIAN y
BONER, STEFAN**

74 Agente/Representante:

TOMAS GIL, Tesifonte Enrique

ES 2 937 930 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

Método para el tratamiento de la superficie y/o fabricación de un producto técnico sanitario, así como un producto técnico sanitario

5

Campo de aplicación y estado de la técnica

[0001] La invención se refiere a un método para el tratamiento o procesamiento de superficies y/o fabricación de un producto técnico sanitario, así como a un producto técnico sanitario.

10

[0002] Productos técnico sanitarios, como instrumentos quirúrgicos en particular, generalmente son sometidos antes de su acabado a un tratamiento de superficies. A tal objeto las superficies de los productos se pueden tratar por ejemplo mediante rectificado por vibración y/o rectificado con cinta. De esta manera se pueden eliminar defectos en el material de partida y/o defectos relacionados con la forja, como por ejemplo zonas descarburadas o defectos de superficie, como por ejemplo poros, cicatrices o grietas, que por otro lado tendrían un efecto perjudicial en la resistencia a la corrosión de los productos.

15

[0003] Sin embargo pueden surgir a través del rectificado con cinta muescas finas rectificadas o elevaciones sobre la superficie del producto. Estas pueden doblarse o presionarse en un paso de tratamiento sucesivo. Por ello pueden surgir hendiduras en el material. Además, puede ocurrir una transferencia de material aislada, por ejemplo, de partículas de óxido de silicio, de una cinta abrasiva sobre la superficie del producto. Una transferencia de material de este tipo y la carga que conlleva el tratamiento mecánico del producto técnico sanitario pueden generar a su vez o aumentar tensiones residuales en el producto técnico sanitario. Problemático es además que los defectos de superficie del producto producidos al rectificar o no eliminados o solo se pueden eliminar en un paso de tratamiento sucesivo de forma limitada.

20

25

[0004] Para la matificación de un producto técnico sanitario se pueden usar abrasivos esféricos, como por ejemplo microesferas de vidrio. De este modo se verifica una deformación plástica de la superficie del producto, con lo que se agranda y se vuelve rugosa. Dado que las microesferas de vidrio son en general muy duras y sobre todo ásperas (dureza 6 Mohs), con el paso del tiempo se produce una rotura parcial de los abrasivos. De este modo se encuentra durante todo el paso de matificación tanto microesferas de vidrio esféricas como también microesferas de vidrio rotas sobre la superficie del producto. Mientras que microesferas de vidrio rotas generan muescas afiladas sobre la superficie del producto, las microesferas de vidrio no rotas dejan impresiones esféricas sobre la superficie del producto. Por el impacto de microesferas de vidrio rotas y no rotas se verifica una interacción entre la superficie del producto rota a través de las microesferas de vidrio y la superficie del producto alisada a través de las microesferas de vidrio. Por esto también pueden surgir hendiduras del material. Además de la deformación plástica y la producción asociada por la presente de tensión residual puede tener lugar una transferencia de material abrasivos sobre la superficie del producto. Esta transferencia de material es particularmente fuerte en la zona de las muescas, en las que pueden quedar acumulaciones materiales de las microesferas de vidrio.

30

35

40

[0005] Como alternativa al tratamiento de abrasivos descrito anteriormente con el ejemplo de las microesferas de vidrio las superficies de productos técnico sanitarios se pueden cepillar. A tal objeto las superficies del producto se pueden tratar con discos de cepillado, por ejemplo, con ayuda de un vellón en forma de disco o de fibras de nailon dispuestas en forma de disco con partículas de rectificado. Normalmente se aplican partículas de óxido de aluminio y/o silicio a los discos de cepillado. Aunque la etapa de cepillado aumenta la resistencia a la corrosión de la superficie del producto en comparación con una superficie de producto mate, tiene la desventaja de que las superficies de producto cepilladas tienen un comportamiento de reflexión más fuerte que las superficies de producto mateadas.

45

50

[0006] También se sabe que las microestructuras o muescas formadas en la superficie de un producto debido a las hendiduras del material, así como la generación o el aumento asociados de tensiones residuales en el producto, tienen un efecto perjudicial sobre su resistencia a la corrosión. En el caso de una transferencia de material, por ejemplo, durante el rectificado con cinta y/o el mateado, se añade que el material transferido puede generar microestructuras adicionales, así como provocar el debilitamiento de una capa de pasivación.

55

[0007] WO 2017/151548 A1, CN 106 048 707 B y WO 2005/004941 A1 divulgan cada uno un método para fabricar un producto técnico sanitario en el que una superficie del dispositivo técnico sanitario se matiza con un abrasivo y la superficie mateada del dispositivo técnico sanitario se electropulimenta posteriormente.

60

TAREA Y SOLUCIÓN

[0008] La invención se basa en la tarea de proporcionar un proceso para el tratamiento o procesamiento superficial y/o fabricación de un producto técnico sanitario, que evite, al menos parcialmente, las desventajas que se producen en los procesos genéricos y, en particular, conduzca a un producto técnico sanitario con una mayor resistencia a la corrosión y al rayado, así como con un comportamiento de reflexión reducido.

65

[0009] La invención se fija además la tarea de proporcionar un producto de tecnología médica correspondiente.

5 [0010] Las tareas arriba mencionadas se resuelven según la invención mediante un método que tiene las características de la reivindicación independiente 1 y mediante un producto técnico sanitario según la reivindicación 14. Las realizaciones preferidas del método y del producto técnico sanitario son objeto de las reivindicaciones dependientes y de la descripción. El texto de la descripción se redacta con referencia expresa al contenido de las reivindicaciones.

10 [0011] Según un primer aspecto, la invención se refiere a un método de tratamiento o acabado superficial y/o fabricación de un dispositivo médico, en el que el producto técnico sanitario comprende o consiste en un metal o aleación. El método comprende los siguientes pasos:

- a) Mateado de una superficie del producto técnico sanitario,
- b) electropulido de la superficie mateada del producto técnico sanitario,
- 15 c) grabado electroquímico de la superficie mateada y electropulida del dispositivo médico; y
- d) electropulido de la superficie mateada, electropulida y grabada electroquímicamente del producto técnico sanitario.

20 [0012] En particular, el método puede comprender las etapas mencionadas anteriormente, donde cada una ocurre inmediatamente después de la anterior.

25 [0013] El término "producto técnico sanitario" en el sentido de la presente invención puede significar un producto sanitario final, preferentemente un instrumento quirúrgico, o un paso previo, en particular un producto semiacabado, una pieza en bruto o un producto semiacabado, de un producto sanitario final, preferentemente un instrumento quirúrgico, o un componente de un producto técnico sanitario final, preferentemente un instrumento quirúrgico.

30 [0014] El término "aleación", para los fines de la presente invención, se refiere a un material metálico macroscópicamente homogéneo que comprende al menos dos elementos (componentes), de los cuales al menos un elemento es un metal. Por consiguiente, el término "aleación", tal como se utiliza en la presente invención, puede significar un material metálico macroscópicamente homogéneo compuesto por al menos dos metales diferentes. Alternativamente, el término "aleación", tal como se utiliza en la presente invención, puede significar un material metálico macroscópicamente homogéneo que comprende al menos un metal y al menos un no metal, como el carbono.

35 [0015] Sorprendentemente, resultó que las desventajas mencionadas al principio en relación con los tratamientos superficiales convencionales de los productos sanitarios pueden evitarse parcial o incluso totalmente mediante una combinación de una etapa de mateado, una (primera) etapa de electropulido, una etapa de grabado electroquímico y otra (segunda) etapa de electropulido.

40 [0016] Así, la etapa de mateado crea una microestructura en la superficie del producto técnico sanitario que reduce la reflexión de la luz. El posterior paso de electropulido alisa esta microestructura, creando así una superficie de producto lisa y brillante. Además, la etapa de electropulido conduce ventajosamente a la formación de una capa pasiva, en particular una capa pasiva gruesa y densa, en la superficie electropulida del producto por adsorción de oxígeno y, por tanto, a una mejora de la resistencia a la corrosión del producto técnico sanitario. El paso posterior de grabado electroquímico también tiene la ventaja particular de mejorar la resistencia a la corrosión, en particular una mejora adicional en la resistencia a la corrosión, del producto técnico sanitario. La mejora (adicional) de la resistencia a la corrosión se basa en particular (también) en una formación favorecida de una capa pasiva en la superficie del producto. Además, la mejora de la resistencia a la corrosión producida por la etapa de grabado electroquímico puede ser el resultado de la eliminación de defectos del material que causan corrosión y/o la evitación o reducción de tensiones de compresión y tracción y/o hendiduras de material y/o solapamientos de material en la superficie del producto técnico sanitario. Al formar una microestructura preferiblemente abierta en la superficie del producto, la etapa de grabado electroquímico provoca además una (renovada) reducción de la reflexión de la luz, que aumenta ligeramente con la (primera) etapa de electropulido debido al alisado de la microestructura creada por el mateado. De este modo, la etapa de grabado electroquímico no sólo mejora la resistencia a la corrosión del producto sanitario, sino que también matiza su superficie. Esto simplifica considerablemente el manejo del producto sanitario para el usuario. Por ejemplo, esto puede evitar que un cirujano en el quirófano quede cegado por el dispositivo médico. La siguiente (segunda) etapa de electropulido provoca preferentemente un ligero alisado de la superficie del producto técnico sanitario, con lo que se produce un brillo mate. Como resultado, se consigue un mejor comportamiento de reflexión del dispositivo médico, en particular sin alisar la microestructura creada por la etapa de grabado electroquímico.

55 [0017] En el caso de un producto técnico sanitario fabricado con un acero inoxidable que contiene cromo o aleado con cromo, la influencia positiva de la etapa de grabado electroquímico sobre el comportamiento de reflexión de la luz y la resistencia a la corrosión del producto sanitario se basa en particular en el hecho de que los iones de cromo hexavalente se disuelven durante el proceso de grabado electroquímico. Como resultado, se

5 eliminan las capas de óxido ricas en cromo de la superficie del dispositivo médico, lo que permite que un ácido utilizado para el proceso de grabado electroquímico ataque directamente las inhomogeneidades químicas y físicas, como las zonas que contienen carburo de cromo alrededor de los carburos de cromo, de la superficie del dispositivo médico. Como resultado, se forma una microestructura, en particular con o en forma de picaduras de grabado preferentemente abiertas, en la superficie del producto técnico sanitario, especialmente en lugares de antiguas zonas de carburo de cromo. Además, puede producirse ventajosamente una disolución de las zonas limítrofes, en particular de los límites de las láminas y los subbloques, lo que en particular puede dar lugar a que sobresalgan láminas individuales de martensita. El resultado es una superficie del producto rugosa y, en particular, de aspecto mate, sobre la que puede dispersarse la luz incidente. Al reducir las zonas sin cromo en la superficie del producto sanitario, también se reduce ventajosamente el riesgo de formación de focos de corrosión por picaduras.

10 [0018] Otras ventajas del método se refieren a la limpieza mejorada del producto técnico sanitario y, en particular, a una menor tendencia del producto técnico sanitario a decolorarse en la superficie.

15 [0019] En una configuración de la invención, antes de llevar a cabo el paso a), la superficie del producto técnico sanitario se rectifica, preferiblemente se realiza un rectificado por vibración y/o con cinta.

20 [0020] Para el rectificado por vibración, el producto técnico sanitario se coloca preferiblemente en un recipiente junto con cuerpos de rectificado por vibración, que están diseñados preferiblemente como material a granel, o junto con una solución acuosa que contiene cuerpos de rectificado por vibración y aditivos opcionales. Los aditivos proporcionados opcionalmente se pueden seleccionar del grupo que consiste en agentes anticorrosivos, agentes desengrasantes, agentes decapantes, agentes de separación (por ejemplo, pequeñas perlas de plástico con un diámetro <1 mm) y mezclas de los mismos. Con una solución de este tipo, la abrasión causada por los cuerpos de rectificado vibratorios y la eliminación del producto se pueden absorber y transportar de manera ventajosa. Dependiendo del aditivo utilizado, también se pueden lograr otros efectos, como la protección contra la corrosión, el desengrasado y la prevención de adherencias.

25 [0021] Un movimiento oscilante o giratorio del recipiente crea un movimiento relativo entre el producto técnico sanitario y los cuerpos de rectificado vibratorios. Esto hace que se elimine material del producto técnico sanitario, en particular de sus bordes. La apariencia de la superficie del producto técnico sanitario, la rugosidad, la eliminación de material y el rendimiento de desbarbado pueden verse influenciados específicamente de manera ventajosa por las máquinas utilizadas para el rectificado vibratorio, abrasivos y aditivos opcionales.

30 [0022] Los cuerpos de rectificado vibratorios pueden tener un material o consistir en un material que se selecciona del grupo que consiste en cerámica, plástico, productos naturales como cáscaras de nuez, acero y combinaciones de los mismos.

35 [0023] En principio, los cuerpos de rectificado vibratorio pueden tener una forma regular y/o irregular.

40 [0024] En particular, los cuerpos de rectificado vibratorio pueden tener forma sin esquinas y/o bordes, como elipsoidal, toroidal o esférica.

45 [0025] Alternativamente o en combinación, los cuerpos de rectificado vibratorio pueden tener esquinas y/o bordes. En particular, los cuerpos abrasivos deslizantes pueden tener forma de poliedro, como cubo, cuboide, prisma, pirámide o pala. Además, los cuerpos abrasivos deslizantes pueden tener, en particular, forma de prismas rectos y/o prismas inclinados.

50 [0026] Alternativamente o en combinación, los cuerpos de rectificado vibratorio pueden tener forma de cono y/o de tronco de cono.

55 [0027] Además, puede utilizarse una mezcla de cuerpos de rectificado vibratorio de diferentes formas para el rectificado vibratorio del dispositivo técnico sanitario. Por ejemplo, pueden utilizarse cuerpos de rectificado vibratorio sin esquinas y/o bordes y cuerpos abrasivos deslizantes con forma de poliedro. De forma alternativa o combinada, pueden utilizarse cuerpos de rectificado vibratorio sin esquinas y/o bordes con formas diferentes y/o diferentes cuerpos abrasivos deslizantes con forma de poliedro. En lo que respecta a los diseños y formas admisibles, se hace plena referencia a los diseños y formas de los cuerpos abrasivos deslizantes descritos en los párrafos anteriores.

60 [0028] Los cuerpos de rectificado vibratorio pueden tener además al menos una dimensión, en particular al menos una dimensión media, como un diámetro, en particular un diámetro medio, y/o una altura, en particular una altura media, y/o una longitud, en particular una longitud media, comprendida entre 1 mm y 80 mm. En este contexto, el diámetro de los cuerpos de rectificado vibratorio de forma esférica en el sentido de la presente invención debe entenderse como el doble del radio de un solo cuerpo abrasivo deslizante de forma esférica. Por otro lado, el diámetro de un cuerpo abrasivo deslizante no esférico a efectos de la presente invención debe entenderse como la mayor distancia posible entre dos puntos que pueden ocupar a lo largo de una línea

circunferencial de un mismo cuerpo abrasivo deslizante no esférico. Las dimensiones medias mencionadas en este apartado pueden determinarse, por ejemplo, mediante la densidad aparente y/o la medición óptica. El acabado por vibración puede realizarse además como acabado por vibración de tambor, acabado por inmersión, acabado por arrastre, acabado por centrifugado o acabado por flujo de presión.

5 [0029] Para el rectificado con cinta del dispositivo médico se utilizan preferentemente cintas de rectificado. En particular, pueden utilizarse para este fin cintas de rectificado que circulen sobre al menos dos rodillos. Las bandas abrasivas tienen preferentemente un tamaño de grano de 150 a 1.200. El número de granos se basa en la unidad de medida de malla, es decir, el número de mallas de una red por pulgada (25,4 mm). Así, por ejemplo, un abrasivo con un tamaño de grano de 150 pasará sin problemas por un tamiz de 150 mallas por pulgada.

10 [0030] Según la invención, antes de realizar el paso a), por ejemplo, se puede realizar primero un esmerilado vibratorio seguido de un esmerilado con cinta. El lijado con cinta puede ser ventajoso especialmente para tratar la denominada zona de sombra del dispositivo médico, pero también fuera de dicha zona. La zona de sombra define el área de un producto sanitario en la que las partículas vibratorias de acabado no son eficaces o sólo lo son de forma limitada en la superficie, en particular debido a la forma geométrica y/o al diseño del producto sanitario.

15 [0031] Alternativamente, la superficie del producto sanitario sólo puede rectificarse por vibración antes de llevar a cabo el paso a). De este modo, puede evitarse la formación de muescas y/o elevaciones en la superficie del producto debido al lijado de la cinta y, por tanto, puede mejorarse adicionalmente la resistencia a la corrosión del producto sanitario.

20 [0032] Alternativamente, la superficie del dispositivo médico puede someterse únicamente al rectificado con cinta antes de llevar a cabo el paso a).

25 [0033] En otra realización de la invención, durante o para llevar a cabo el paso a), la superficie del dispositivo médico se trata con un abrasivo, en particular un abrasivo dúctil, es decir, no quebradizo. El uso de un medio de granallado dúctil tiene en particular la ventaja de que puede evitarse o al menos reducirse la generación de muescas y/o microestructuras, en particular en forma de microespacios. Esto a su vez puede prevenir o al menos reducir la aparición de picos de tensión local en el dispositivo médico y, en particular, mejorar adicionalmente la resistencia a la corrosión del dispositivo médico. Además, la resistencia al rayado del producto sanitario puede mejorarse (adicionalmente) mediante el uso de dicho abrasivo.

30 [0034] En principio, el abrasivo puede comprender o consistir en un material seleccionado del grupo que consiste en metal, óxido de metal, aleación, cerámica, plástico, materia vegetal, arena y combinaciones de los mismos.

[0035] El óxido metálico puede ser, en particular, corindón (Al_2O_3).

35 [0036] El plástico puede ser, en particular, una resina de urea, fenólica, poliéster o melamina.

[0037] La cerámica puede ser, en particular, vidrio o una cerámica mixta.

40 [0038] La aleación puede ser acero, en particular acero inoxidable. Preferiblemente, la aleación es un acero inoxidable, en particular acero inoxidable. En cuanto a los aceros inoxidables adecuados, se remite a la siguiente descripción.

[0039] La arena puede ser, en particular, arena de granate.

45 [0040] Preferiblemente, el abrasivo comprende un metal o una aleación, o preferiblemente el abrasivo comprende un metal o una aleación. En cuanto a los metales y aleaciones adecuados, se remite a la descripción anterior. Un abrasivo de este tipo tiene la ventaja particular de que no se rompe y, por tanto, no provoca ninguna muesca en la superficie del producto sanitario. Además, la transferencia de material a la superficie del producto puede reducirse o incluso evitarse por completo. En general, se puede mejorar adicionalmente la resistencia a la corrosión del producto sanitario y evitar la aparición de tensiones residuales no deseadas en el producto. Además, dicho abrasivo es especialmente adecuado para aumentar la resistencia al rayado del producto sanitario.

50 [0041] Particularmente es preferible que el medio abrasivo sea de acero, especialmente de acero inoxidable, o preferiblemente que el medio abrasivo esté compuesto de acero, especialmente de acero inoxidable. Un abrasivo de este tipo puede aportar las ventajas mencionadas en el último párrafo con especial intensidad.

55 [0042] En principio, el medio de voladura puede tener forma regular y/o irregular, en particular como cuerpos de medio de voladura de forma regular y/o irregular.

60

- 5 [0043] Además, se prefiere especialmente que el medio abrasivo tenga forma sin esquinas y/o bordes, en particular como cuerpos de medio de chorreado sin esquinas y/o bordes. De este modo, puede evitarse la creación de hendiduras en la superficie del producto sanitario y, por tanto, puede mejorarse adicionalmente su resistencia a la corrosión.
- 10 [0044] En principio, el abrasivo puede tener forma elipsoidal, toroidal, esférica o de perla, o estar formado por cuerpos abrasivos con la forma correspondiente.
- 15 [0045] Preferiblemente, el abrasivo es esférico y/o en forma de grano o tiene forma de cuerpos abrasivos esféricos y/o en forma de grano.
- [0046] Alternativamente o en combinación, el abrasivo puede tener esquinas y/o bordes. En particular, el abrasivo puede tener forma de poliedro, por ejemplo, cúbico, paralelepípedo, prismático, piramidal o espatulado, o pueden ser cuerpos abrasivos de forma adecuada. El abrasivo puede tener además forma de prisma recto u oblicuo, o de cuerpos abrasivos con la forma adecuada.
- 20 [0047] Alternativamente o en combinación, el abrasivo puede estar conformado en forma de cono y/o circunferencia de cono, o puede estar en forma de cuerpos de granalla conformados en forma de cono y/o circunferencia de cono.
- [0048] Alternativamente o en combinación, el abrasivo puede tener forma globular, por ejemplo, en forma de alambre redondeado, o en forma de cuerpos abrasivos de forma correspondiente. De forma particularmente preferida el abrasivo puede estar presente en forma de granos de alambre de acero inoxidable.
- 25 [0049] Alternativamente o en combinación, el abrasivo puede estar presente en forma rota, en particular en forma de cuerpos abrasivos rotos.
- 30 [0050] Además, el abrasivo o los cuerpos abrasivos pueden tener al menos una dimensión, en particular al menos una dimensión media, como, por ejemplo, un diámetro, en particular un diámetro medio, y/o una altura, en particular una altura media, y/o una longitud, en particular una longitud media, comprendida entre 40 μm y 2000 μm . En este contexto, el diámetro de un abrasivo de forma esférica o de cuerpos abrasivos de forma esférica en el sentido de la presente invención debe entenderse como el doble del radio de un abrasivo de forma esférica o de un único cuerpo abrasivo de forma esférica. Por otro lado, el diámetro de un abrasivo de forma no esférica o de cuerpos abrasivos de forma no esférica en el sentido de la presente invención debe entenderse como la mayor distancia posible entre dos puntos que pueden ocupar a lo largo de una línea circunferencial de un abrasivo de forma no esférica o de un único cuerpo abrasivo de forma no esférica. Las dimensiones medias mencionadas en este párrafo pueden determinarse, por ejemplo, mediante difracción láser o análisis granulométrico.
- 35 [0051] Por ejemplo, se pueden utilizar sistemas de chorreado a presión, sistemas de chorreado por inyección o sistemas de chorreado centrífugo para acelerar el medio de chorreado o los cuerpos del medio de chorreado sobre la superficie del dispositivo médico. Si se utiliza un sistema de chorreado a presión o con inyector, pueden utilizarse presiones de 1 bar a 6 bar.
- 40 [0052] Típicamente, cuando o para realizar el paso b), la superficie del dispositivo médico se elimina anódicamente en una solución electrolítica, es decir, el dispositivo médico típicamente forma el ánodo en una celda electroquímica cuando o para realizar el paso b).
- 45 [0053] En otra realización de la invención, la etapa b) se realiza durante un periodo de tiempo que oscila entre 30 s y 130 s, en particular entre 60 s y 100 s, preferiblemente 90 s.
- 50 [0054] Las etapas b) y d) se realizan cada una a la misma tensión, en particular a una tensión continua.
- [0055] La etapa b) y la etapa d) se realizan cada una a/con una tensión, en particular una tensión continua, de 2,0 V a 10,0 V, preferentemente de 5 V a 9 V, de forma particularmente preferida de 7 V a 8 V. Mediante los valores de tensión descritos en este apartado, puede conseguirse la formación de una película de pulido uniforme, así como una transferencia uniforme del metal o la aleación a la solución electrolítica.
- 55 [0056] Además, la etapa b) y/o la etapa d) pueden realizarse con una tensión constante o variable, en particular una tensión continua. Con respecto a los rangos/valores de voltaje adecuados, se hace referencia a los voltajes divulgados en el párrafo anterior.
- 60 [0057] Alternativamente o en combinación, la etapa b) y la etapa d) se realizan cada una a/con una densidad de corriente de 5 A/dm² a 50 A/dm², en particular de 8 A/dm² a 40 A/dm², preferentemente de 15 A/dm² a 20 A/dm².
- 65

- 5 [0058] Además, la etapa b) y/o la etapa d) pueden/pueden realizarse varias veces, en particular dos, tres o cuatro veces. En particular, las etapas b) y d) pueden repetirse un número diferente de veces. Repitiendo los pasos b) y d) varias veces, las características geométricas del dispositivo médico, como, por ejemplo, un extremo del producto técnico sanitario, pueden procesarse uniformemente con especial ventaja sin causar sombreados relevantes. El extremo del producto técnico sanitario puede, por ejemplo, procesarse en dos posiciones de modo que sólo se produzcan ligeras sombras. Alternativamente, puede preferirse que el dispositivo médico se articule lentamente mientras se realizan los pasos b) y/o d).
- 10 [0059] Alternativamente, el paso b) y/o el paso d) pueden realizarse una sola vez.
- 15 [0060] Además, el producto técnico sanitario puede limpiarse y/o desengrasarse antes de realizar el paso b) y/o antes de realizar el paso d).
- 20 [0061] Por lo general, la superficie del producto sanitario (también) se ablaciona anódicamente en una solución electrolítica cuando o para realizar el paso c), es decir, el producto sanitario por lo general (también) forma el ánodo en una celda electroquímica cuando o para realizar el paso c).
- 25 [0062] En otra realización de la invención, el paso c) se realiza durante un periodo de tiempo de 30 s a 130 s, en particular de 60 s a 100 s o de 70 s a 110 s, preferiblemente de 90 s o 100 s. En principio, la etapa c) puede realizarse durante un período de tiempo más corto o más largo que la etapa b). Preferiblemente, las etapas b) y c) se llevan a cabo durante un período de tiempo de igual duración.
- 30 [0063] Además, el paso c) se lleva a cabo a/con un voltaje, en particular de CC, de $\leq 2,1$ V, en particular < 2 V, en particular de 1,2 V a 1,8 V, preferentemente de 1,4 V a 1,7 V, particularmente preferentemente de 1,4 V a 1,5 V o de 1,45 V a 1,65 V, medido preferentemente en el ánodo (en el producto técnico sanitario que se va a tratar o procesar y/o fabricar superficialmente). Como resultado, las ventajas según la invención que pueden lograrse mediante el paso de grabado electroquímico son particularmente pronunciadas. La medición de la tensión en el ánodo (en el producto técnico sanitario que se va a tratar o procesar superficialmente y/o fabricar) se realiza preferentemente mediante un electrodo de cloruro de plata-plata. A continuación, las tensiones determinadas se convierten a un electrodo de hidrógeno estándar. Normalmente, la tensión en la fuente de corriente se ajusta sin saber qué parte de la tensión se aplica al ánodo y cuánta se aplica a las resistencias restantes (por ejemplo, los cables, el electrolito, etc.). Preferiblemente, en la presente invención, es decisiva precisa la tensión exacta en el ánodo.
- 35 [0064] Además, la etapa c) puede realizarse con una tensión constante o variable, en particular una tensión continua. Con respecto a los rangos/valores de voltaje adecuados, se hace referencia a los voltajes divulgados en el párrafo anterior.
- 40 [0065] Alternativamente o en combinación, la etapa c) se realiza a/con una densidad de corriente de 1,4 A/dm² a 2,4 A/dm², en particular de 1,6 A/dm² a 2,2 A/dm², preferentemente de 1,8 A/dm² a 2,0 A/dm². Las densidades de corriente (bajas) descritas en este apartado permiten controlar especialmente bien el tiempo de grabado electroquímico de la superficie del producto sanitario.
- 45 [0066] Además, la etapa c) puede realizarse a una temperatura de 20 °C a 90 °C, en particular de 50 °C a 80 °C, preferentemente de 70 °C a 80 °C.
- [0067] Preferiblemente, la etapa c) se realiza varias veces, en particular dos, tres o cuatro veces.
- 50 [0068] Repitiendo el paso c) varias veces, las características geométricas del dispositivo médico, como por ejemplo un extremo del producto técnico sanitario, pueden (también) procesarse uniformemente con especial ventaja, sin sombras relevantes. Por ejemplo, el extremo del producto técnico sanitario puede (también) procesarse en dos posiciones de modo que sólo se produzcan pequeñas sombras. Alternativamente, puede preferirse que el dispositivo médico se articule (también) lentamente mientras se realiza el paso c).
- 55 [0069] Alternativamente, el paso c) puede realizarse una sola vez.
- 60 [0070] Típicamente, durante o para realizar el paso d), la superficie del producto técnico sanitario (también) se ablaciona anódicamente en una solución electrolítica, es decir, el dispositivo médico típicamente (también) forma el ánodo en una celda electroquímica durante o para realizar el paso d).
- [0071] En otra realización de la invención, la etapa d) se lleva a cabo durante un período de tiempo más corto que la etapa b). Preferiblemente, la etapa d) se lleva a cabo durante un período de tiempo de 5 s a 20 s, en particular de 7 s a 15 s, preferiblemente 10 s.
- 65 [0072] En otra realización de la invención, se utiliza una solución electrolítica acuosa ácida, en particular que comprende un ácido mineral o una mezcla de ácidos minerales, para realizar cada uno de los pasos b), c) y d).

Preferiblemente, el ácido mineral se selecciona del grupo formado por el ácido fosfórico, el ácido sulfúrico y una mezcla de los mismos. Se ha descubierto que una solución electrolítica acuosa que contiene ácido fosfórico y/o ácido sulfúrico es especialmente ventajosa para tratar la superficie de un producto técnico sanitario fabricado con acero inoxidable, en particular acero inoxidable o acero inoxidable resistente a la corrosión.

5 [0073] La solución electrolítica acuosa ácida puede tener un contenido de ácido mineral del 50 % al 95 % en peso, en particular del 60 % al 95 % en peso, preferentemente del 75 % al 95 % en peso, basado en el peso total de la solución electrolítica acuosa ácida. En particular, la solución electrolítica acuosa ácida puede tener un contenido en ácido fosfórico del 20 % al 70 % en peso, en particular del 30 % al 60 % en peso, preferentemente del 40 % al 50 % en peso, y/o un contenido en ácido sulfúrico del 10 % al 70 % en peso, en particular del 20 % al 60 % en peso, preferentemente del 30 % al 50 % en peso, en cada caso sobre el peso total de la solución electrolítica acuosa ácida.

10 [0074] La solución electrolítica acuosa ácida puede ser además una solución electrolítica acuosa ácida envejecida.

15 [0075] La solución electrolítica acuosa ácida puede comprender además aditivos, como tensioactivos.

[0076] Ventajosamente, la agresividad de la solución electrolítica acuosa ácida puede controlarse específicamente mediante su contenido en agua. Por ejemplo, la solución electrolítica acuosa ácida puede tener un contenido de agua del 5% en peso al 25% en peso, en particular del 5% en peso al 15% en peso, preferentemente del 5% en peso al 10% en peso, basado en el peso total de la solución electrolítica acuosa ácida.

20 [0077] En principio, las etapas b), c) y d) pueden realizarse cada una con una solución electrolítica acuosa ácida diferente, en particular que comprenda un ácido mineral o una mezcla de ácidos minerales. Alternativamente, las etapas b) y d) pueden realizarse cada una con la misma solución electrolítica acuosa ácida, en particular comprendiendo un ácido mineral o una mezcla de ácidos minerales. En particular, la solución electrolítica acuosa ácida, que comprende en particular un ácido mineral o una mezcla de ácidos minerales, para llevar a cabo las etapas b) y d) puede diferir de la solución electrolítica acuosa ácida, que comprende en particular un ácido mineral o una mezcla de ácidos minerales, para llevar a cabo la etapa c), en particular con respecto al ácido mineral y/o al contenido de ácido mineral. Con respecto a los ácidos minerales adecuados, así como a las porciones de ácidos minerales, se remite plenamente a las explicaciones precedentes.

25 [0078] En otra realización de la invención, después de realizar el paso d), se realiza un paso e) en el que se trata la superficie mateada, electropulida, electroquímicamente grabada y de nuevo electropulida del dispositivo médico con un ácido pasivante o una solución que contiene ácido pasivante. En otras palabras, en una realización adicional de la invención, después de llevar a cabo el paso d), se lleva a cabo un paso e) de pasivación de la superficie mateada, electropulida, electroquímicamente grabada y de nuevo electropulida del dispositivo médico. De este modo, con especial ventaja, puede reforzarse o favorecerse adicionalmente la formación de una capa pasiva en la superficie del producto sanitario y, por tanto, puede mejorarse adicionalmente la resistencia a la corrosión del producto sanitario. En el caso de un producto sanitario fabricado con un acero inoxidable que contenga cromo o aleado con cromo, por ejemplo, se pueden formar capas reforzadas de óxido de cromo en la superficie del producto sanitario mediante una etapa de pasivación.

30 [0079] En otra realización de la invención, se utiliza ácido cítrico, ácido nítrico o una mezcla de los mismos como ácido pasivante.

35 [0080] Una solución acuosa que contiene ácido cítrico, en particular con un contenido de ácido cítrico del 5 % en peso al 60 % en peso, basado en el peso total de la solución acuosa que contiene ácido cítrico, se utiliza preferentemente como solución que contiene ácido pasivante para llevar a cabo la etapa e). Alternativamente, una solución acuosa que contiene ácido nítrico, en particular con un contenido de ácido nítrico del 5% en peso al 60% en peso, basado en el peso total de la solución acuosa que contiene ácido nítrico, puede utilizarse preferentemente como solución que contiene ácido pasivante para llevar a cabo la etapa e).

40 [0081] El uso de ácido cítrico tiene ventajas sobre el uso de ácido nítrico, tanto desde el punto de vista de la salud como de la seguridad en el trabajo. Además, en el caso de productos sanitarios fabricados con acero inoxidable que contiene cromo o aleado con cromo, el ácido cítrico puede utilizarse para producir capas de óxido de cromo más gruesas que cuando se utiliza ácido nítrico, ya que este último también reduce la proporción de otros componentes de aleación en el caso de dicho acero inoxidable.

45 [0082] Para realizar el paso e), el dispositivo médico puede sumergirse, por ejemplo, en el ácido pasivante o en la solución que contiene ácido pasivante. Alternativamente, el ácido pasivante o la solución que contiene ácido pasivante puede pulverizarse o verterse sobre la superficie del producto sanitario.

50

ES 2 937 930 T3

- [0083] Además, la etapa e) puede realizarse durante un periodo de tiempo comprendido entre 2 min y 2 h, en particular entre 5 min y 60 min, preferentemente entre 10 min y 30 min.
- 5 [0084] Además, la etapa e) puede llevarse a cabo en un intervalo de temperatura de 20 °C a 80 °C, en particular de 30 °C a 65 °C, preferentemente de 50 °C a 60 °C.
- [0085] Además, entre la etapa d) y la etapa e), puede llevarse a cabo una etapa de) de limpieza y/o desengrasado del dispositivo médico, en particular de limpieza y/o desengrasado de la superficie mateada, electropulida, electroquímicamente grabada y de nuevo electropulida del dispositivo médico.
- 10 [0086] En otra realización de la invención, después de llevar a cabo la etapa e), se lleva a cabo la etapa f) de envasado y/o etiquetado, en particular de etiquetado, del producto sanitario. Preferentemente, entre la etapa e) y la etapa f), se lleva a cabo una etapa ef) de esterilización, en particular de esterilización por vapor, del producto sanitario. Alternativamente, puede preferirse que, tras realizar la etapa f), se lleve a cabo una etapa g) de esterilización, en particular de esterilización por vapor, del producto sanitario.
- 15 [0087] En otra realización de la invención, el dispositivo médico comprende o consiste en acero, preferiblemente acero inoxidable.
- 20 [0088] A los efectos de la presente invención, se entiende por "acero inoxidable" (de conformidad con la norma EN 10020) un acero aleado o no aleado con un grado de pureza particular, por ejemplo, con un contenido en masa de azufre y/o fósforo $\leq 0,025$ %, en particular $< 0,025$ %.
- 25 [0089] En particular, el acero inoxidable puede comprender al menos un elemento de aleación seleccionado del grupo que consiste en cromo, níquel, molibdeno, titanio, niobio, tungsteno, vanadio, cobalto y combinaciones de los mismos.
- [0090] En particular, el acero inoxidable puede tener una fracción másica de cromo del 10 % al 25 %.
- 30 [0091] Más preferiblemente, el acero inoxidable es un acero inoxidable o un acero inoxidable resistente a la corrosión.
- [0092] Más preferiblemente, el acero inoxidable es un acero inoxidable que contiene cromo o aleado con cromo. Preferiblemente, el acero inoxidable es un acero inoxidable resistente a la corrosión que contiene cromo o un acero inoxidable resistente a la corrosión aleado con cromo.
- 35 [0093] Además, el acero inoxidable puede ser en particular un acero inoxidable martensítico, ferrítico o austenítico.
- 40 [0094] Preferiblemente, el acero inoxidable es un acero inoxidable martensítico resistente a la corrosión, en particular una martensita de carbono, es decir, un acero inoxidable resistente a la corrosión con cromo y carbono como principales componentes de aleación, o una martensita de níquel, es decir, un acero inoxidable resistente a la corrosión con níquel como principal componente de aleación, de acuerdo con la norma ISO 7153-1.
- 45 [0095] En particular, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico con una fracción másica de cromo del 10,5% al 13% y/o una fracción másica de carbono del 0,2% al 1%.
- [0096] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser, en particular, un acero inoxidable austenítico con una fracción másica de cromo del 16 % al 21 % y/o una fracción másica de carbono del 0,02 % al 0,12 %.
- 50 [0097] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser, en particular, un acero inoxidable ferrítico que tenga una fracción másica de cromo del 12% al 18% y/o una fracción másica de carbono $< 0,2$ %.
- [0098] Por ejemplo, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable con la abreviatura de material X12Cr13 (número de material 1.4006). Se trata de un acero inoxidable martensítico con una fracción másica de carbono de 0,08 % a 0,15 %, una fracción másica de cromo de 11,5 % a 13,5 % y una fracción másica de níquel de $\leq 0,75$ %.
- 55 [0099] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X12CrS13 (número de material 1.4005). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono del 0,08 % al 0,15 %, una fracción másica de cromo del 12,0 % al 14,0 % y una fracción másica de molibdeno $\leq 0,60$ % y opcionalmente una fracción másica de azufre del 0,15 % al 0,35 %.
- 60 [0100] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X20Cr13 (número de material: 1.4021). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono del 0,16 % al 0,25 % y una fracción másica de cromo del 12,0 % al 14,0 %.
- 65

ES 2 937 930 T3

- 5 [0101] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X15Cr13 (número de material: 1.4024). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono del 0,12 % al 0,17 % y una fracción másica de cromo del 12,0 % al 14,0 %.
- [0102] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X30Cr13 (número de material: 1.4028). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono del 0,26 % al 0,35 % y una fracción másica de cromo del 12,0 % al 14,0 %.
- 10 [0103] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X46Cr13 (número de material: 1.4034). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono del 0,43 % al 0,50 % y una fracción másica de cromo del 12,5 % al 14,5 %.
- [0104] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X50CrMoV15 (número de material: 1.4116).
- 15 [0105] Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono de 0,45 % a 0,55 %, una fracción másica de cromo de 14,0 % a 15,0 %, una fracción másica de molibdeno de 0,50 % a 0,80 % y una fracción másica de vanadio de 0,10 % a 0,20 %.
- 20 [0106] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X17CrNi16-2 (número de material: 1.4057). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono del 0,12 % al 0,22 %, una fracción másica de cromo del 15,0 % al 17,0 % y una fracción másica de níquel del 1,5 % al 2,5 %.
- 25 [0107] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X39CrMo17-1 (número de material: 1.4122). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono del 0,33 % al 0,45 %, una fracción másica de cromo del 15,5 % al 17,5 %, una fracción másica de molibdeno del 0,8 % al 1,3 % y una fracción másica de níquel $\leq 1,0$ %.
- 30 [0108] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X14CrMoS17 (número de material: 1.4104). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono del 0,10 % al 0,17 %, una fracción másica de cromo del 15,5 % al 17,5 %, una fracción másica de molibdeno del 0,20 % al 0,60 % y una fracción másica de azufre del 0,15 % al 0,35 %.
- 35 [0109] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X3CrNiMo13-4 (número de material: 1.4313). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,05$ %, una fracción másica de cromo del 12,0 % al 14,0 %, una fracción másica de molibdeno del 0,3 % al 0,7 % y una fracción másica de níquel del 3,5 % al 4,5 %.
- 40 [0110] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X4CrNiMo16-5-1 (número de material: 1.4418). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,06$ %, una fracción másica de cromo del 15,0 % al 17,0 %, una fracción másica de molibdeno del 0,80 % al 1,50 % y una fracción másica de níquel del 4,0 % al 6,0 %.
- 45 [0111] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico con la abreviatura de material X65Cr13. Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono del 0,58 % al 0,70 %, una fracción másica de cromo del 12,5 % al 14,5 %, una fracción másica de manganeso $\leq 1,00$ %, una fracción másica de silicio $\leq 1,00$ %, una fracción másica de fósforo del 0,04 % y una fracción másica de azufre del 0,015 %.
- 50 [0112] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico con la abreviatura de material X30CrMoN15-1 (número de material: 1.4108). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono del 0,25 % al 0,35 %, una fracción másica de cromo del 14,0 % al 16,0 %, una fracción másica de molibdeno del 0,85 % al 1,10 %, una fracción másica de níquel del 0,50 %, una fracción másica de manganeso del 1,00 %, una fracción másica de silicio del 1,00 % y una fracción másica de nitrógeno del 0,03 % al 0,50 %.
- 55 [0113] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico con la abreviatura de material X70CrMo15 (número de material: 1.4109). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono de 0,60 % a 0,75 %, una fracción másica de cromo de 14,0 % a 16,0 %, una fracción másica de molibdeno de 0,40 % a 0,80 %, una fracción másica de manganeso $\leq 1,00$ %, una fracción másica de silicio $\leq 0,70$ %, una fracción másica de fósforo de 0,04 % y una fracción másica de azufre de 0,015 %.
- 60 [0114] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico con la abreviatura de material X90CrMoV18 (número de material: 1.4112). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono del 0,90 %, una fracción másica de cromo del 17 % al 19 % y una fracción másica de molibdeno del 0,90 %.
- 65

ES 2 937 930 T3

- [0115] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico con la abreviatura de material X38CrMoV15 (número de material: 1.4117). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono del 0,38 %, una fracción másica de cromo del 14 % al 15 % y una fracción másica de molibdeno del 0,50 %.
- 5 [0116] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico con la abreviatura de material X150CrMo17 (número de material: 1.4125). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono del 1,10 %, una fracción másica de cromo del 17 % y una fracción másica de molibdeno del 0,60 %.
- 10 [0117] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico con la abreviatura de material X22CrMoNiS13-1 (número de material: 1.4121). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono de 0,20 % a 0,25 %, una fracción másica de cromo de 12,0 % a 14,0 %, una fracción másica de molibdeno de 1,00% a 1,50%, una fracción másica de níquel de 0,5 % a 0,5 %, 80 % a 1,20 %, una fracción másica de manganeso de 1,00 % a 1,50%, una fracción másica de silicio \leq 1,00 %, una fracción másica de fósforo de 0,045 % y una fracción másica de azufre de 0,15 % a 0,25 %.
- 15 [0118] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico con la abreviatura de material X40CrMoVN16-2 (número de material: 1.4123). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono del 0,35 % al 0,50 %, una fracción másica de cromo del 14,0 % al 16,0 %, una fracción másica de molibdeno del 1,00 % al 2,50 %, una fracción másica de níquel del 0,5 %, una fracción másica de manganeso \leq 1,00 %, una fracción másica de silicio \leq 1,00 %, una fracción másica de fósforo del 0,04 % y una fracción másica de azufre del 0,015 %.
- 20 [0119] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable martensítico con la abreviatura de material X105CrMo17 (número de material: 1.4125). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono del 0,95 % al 1,20 %, una fracción másica de cromo del 16,0 % al 18,0 %, una fracción másica de molibdeno del 0,04 % al 0,80 %, una fracción másica de manganeso no superior al 1,00 %, una fracción másica de silicio no superior al 1,00 %, una fracción másica de fósforo no superior al 0,040 % y una fracción másica de azufre no superior al 0,015 %.
- 25 [0120] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable resistente a la corrosión y endurecido por precipitación con la abreviatura de material X5CrNiCuNb16-4 (número de material: 1.4542). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono \leq 0,07 %, una fracción másica de cromo de 15,0 % a 17,0 %, una fracción másica de molibdeno \leq 0,60 %, una fracción másica de níquel de 3,0 % a 5,0 %, una fracción másica de cobre de 3,0 % a 5,0 % y una fracción másica de niobio de 0,45 % como máximo.
- 30 [0121] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable resistente a la corrosión y endurecido por precipitación con la abreviatura de material X7CrNiAl17-7 (número de material: 1.4568). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono \leq 0,09 %, una fracción másica de cromo del 16,0 % al 18,0 %, una fracción másica de níquel del 6,5 % al 7,8 % y una fracción másica de aluminio del 0,70 % al 1,50 %.
- 35 [0122] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable resistente a la corrosión y endurecido por precipitación con la abreviatura de material X5CrNiMoCuNb14-5 (número de material: 1.4594). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono \leq 0,07 %, una fracción másica de cromo de 13,0 % a 15,0 %, una fracción másica de molibdeno de 1,20 % a 2,00 %, una fracción másica de níquel de 5,0 % a 6,0 %, una fracción másica de cobre de 1,20 % a 2,00 % y una fracción másica de niobio de 0,15 % a 0,60 %.
- 40 [0123] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable resistente a la corrosión y endurecido por precipitación con la abreviatura de material X3CrNiTiMb12-9 (número de material: 1.4543). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono \leq 0,03 %, una fracción másica de cromo de 11,0 % a 12,5 %, una fracción másica de molibdeno \leq 0,50 %, una fracción másica de níquel de 3,00 % a 5,00 %, una fracción másica de titanio de \leq 0,90% a 1,40%, una fracción másica de cobre del 1,50 % al 2,50 %, una fracción másica de niobio del 0,10 % al 0,50 %, una fracción másica de manganeso del 0,50 %, una fracción másica de silicio del 0,5 0%, una fracción másica de fósforo \leq 0,02 %, y una fracción másica de azufre \leq 0,015 %.
- 50 [0124] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable ferrítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrNi12 (número de material: 1.4003). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono \leq 0,03 %, una fracción másica de cromo de 10,5 % a 12,5 %, una fracción másica de níquel de 0,3 % a 1,00 % y una fracción másica de nitrógeno \leq 0,03 %.
- 55 [0125] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable ferrítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrNi12 (número de material: 1.4512). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono \leq 0,03 %, una fracción másica de cromo del 10,5 % al 12,5 % y una fracción másica de titanio del 0,65 % como máximo.
- 60 [0126] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable ferrítico resistente a la corrosión con
- 65

ES 2 937 930 T3

la abreviatura de material X6Cr17 (número de material: 1.4016). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,08$ % y una fracción másica de cromo del 16,0 % al 18,0 %.

5 [0127] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable ferrítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X3CrTi17 (número de material: 1.4510). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,05$ %, una fracción másica de cromo del 16,0 % al 18,0 % y una fracción másica de titanio del 0,80 % como máximo.

10 [0128] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable ferrítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X6CrMoS17 (número de material: 1.4105). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,08$ %, una fracción másica de cromo de 16,0 % a 18,0 %, una fracción másica de molibdeno de 0,20 % a 0,60 % y una fracción másica de azufre de 0,15 % a 0,35 %.

15 [0129] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable ferrítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X3CrNb17 (número de material: 1.4511). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,05$ %, una fracción másica de cromo del 16,0 % al 18,0 % y una fracción másica de niobio del 1,00 % como máximo.

20 [0130] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable ferrítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrTiNb18 (número de material: 1.4509). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,03$ %, una fracción másica de cromo del 17,5 % al 18,5 %, una fracción másica de niobio del 1,00 % como máximo y una fracción másica de titanio del 0,10 % al 0,60 %.

25 [0131] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable ferrítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X6CrMo17-1 (número de material: 1.4113). Este acero tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,08$ %, una fracción másica de cromo del 16,0 % al 18,0 % y una fracción másica de molibdeno del 0,90 % al 1,40 %.

30 [0132] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable ferrítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrMoTi18-2 (número de material: 1.4521). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,025$ %, una fracción másica de cromo del 17,0 % al 20,0 %, una fracción másica de molibdeno del 1,80 % al 2,50 % y una fracción másica de titanio del 0,80 % como máximo.

35 [0133] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico-ferrítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrNi22-2 (número de material: 1.4062). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,03$ %, una fracción másica de cromo de 21,5 % a 24,0 %, una fracción másica de molibdeno $\leq 0,45$ %, una fracción másica de níquel de 1,00 % a 2,90 %, y una fracción másica de nitrógeno de 0,16 % a 0,28 %.

40 [0134] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico-ferrítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrMnNiN21-5-1 (número de material: 1.4162). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,04$ %, una fracción másica de cromo de 21,0 % a 22,0 %, una fracción másica de molibdeno de 0,10 % a 0,80 %, una fracción másica de níquel de 1,35 % a 1,70 %, una fracción másica de manganeso de 4,0 % a 6,0 %, una fracción másica de nitrógeno de 0,20 % a 0,25 % y una fracción másica de cobre de 0,10 % a 0,80 %.

50 [0135] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico-ferrítico, resistente a la corrosión, con la abreviatura de material X2CrNiN23-4 (número de material: 1.4362). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,03$ %, una fracción másica de cromo de 22,0 % a 24,0 %, una fracción másica de molibdeno de 0,10 % a 0,60 %, una fracción másica de níquel de 3,5 % a 5,5 % y una fracción másica de cobre de 0,10 % a 0,60 %.

55 [0136] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico-ferrítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrNiMoN22-5-3 (número de material: 1.4462). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,03$ %, una fracción másica de cromo de 21,0 % a 23,0 %, una fracción másica de molibdeno de 2,5 % a 3,5 %, una fracción másica de níquel de 4,5 % a 6,5 % y una fracción másica de nitrógeno de 0,10 % a 0,22 %.

60 [0137] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico-ferrítico, resistente a la corrosión, con la abreviatura de material X2CrNiMnMoCuN24-4-3-2 (número de material: 1.4662). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,03$ %, una fracción másica de cromo de 23,0 % a 25,0 %, una fracción másica de molibdeno de 1,00 % a 2,00 %, una fracción másica de níquel de 3,0 % a 4,5 %, una fracción másica de manganeso de 2,5 % a 4,0 % y una fracción másica de cobre de 0,10 % a 0,80 %.

65 [0138] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico-ferrítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrNiMoN25-7-4 (número de material: 1.4410). Este acero inoxidable

ES 2 937 930 T3

tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,03$ %, una fracción másica de cromo de 24,0 % a 26,0 %, una fracción másica de molibdeno de 3,0 % a 4,5 %, una fracción másica de níquel de 6,0 % a 8,0 %, y una fracción másica de nitrógeno de 0,24 % a 0,35 %.

5 [0139] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico-ferrítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrNiMoCuWN25-7-4 (número de material: 1.4501). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,03$ %, una fracción másica de cromo de 24,0 % a 26,0 %, una fracción másica de molibdeno de 3,0 % a 4,0 %, una fracción másica de níquel de 6,0 % a 8,0 %, una fracción másica de cobre de 0,50 % a 1,00 %, una fracción másica de wolframio de 0,50 % a 1,00 % y una fracción másica de nitrógeno de 0,20 % a 0,30 %.

10 [0140] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrNiMo18-15-3 (número de material: 1.4441). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono del 0,030 % como máximo, una fracción másica de cromo del 17,0 % al 19,0 %, una fracción másica de molibdeno del 2,70 % al 3,0 %, una fracción másica de níquel del 13,0 % al 15,0 %, una fracción másica de manganeso del 2 % como máximo, 00%, una fracción másica de cobre del 0,50 % como máximo, una fracción másica de silicio del 0,75 % como máximo, una fracción másica de fósforo del 0,025 % como máximo, una fracción másica de azufre del 0,003 % como máximo y una fracción másica de nitrógeno del 0,10 % como máximo.

15 [0141] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X5CrNi18-10 (número de material: 1.4301). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,07$ %, una fracción másica de cromo de 17,5 % a 19,5 %, una fracción másica de níquel de 8,0 % a 10,5 % y una fracción másica de nitrógeno $\leq 0,11$ %.

20 [0142] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X4CrNi18-12 (número de material: 1.4303). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,06$ %, una fracción másica de cromo de 17,0 % a 19,0 %, una fracción másica de níquel de 11,0 % a 13,0 % y una fracción másica de nitrógeno $\leq 0,11$ %.

25 [0143] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X8CrNiS18-9 (número de material: 1.4305). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,10$ %, una fracción másica de cromo de 17,0 % a 19,0 %, una fracción másica de níquel de 8,0 % a 10,0 %, una fracción másica de azufre de 0,15 % a 0,35 % y una fracción másica de cobre $\leq 1,00$ %.

30 [0144] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrNi19-11 (número de material: 1.4306). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,030$ %, una fracción másica de cromo de 18,0 % a 20,0 %, una fracción másica de níquel de 10,0 % a 12,0 % y una fracción másica de nitrógeno $\leq 0,11$ %.

35 [0145] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrNi18-9 (número de material: 1.4307). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,030$ %, una fracción másica de cromo del 17,5 % al 19,5 %, una fracción másica de níquel del 8,0 % al 10,5 % y una fracción másica de nitrógeno $\leq 0,11$ %.

40 [0146] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrNi18-10 (número de material: 1.4311). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,030$ %, una fracción másica de cromo del 17,5 % al 19,5 %, una fracción másica de níquel del 8,5 % al 11,5 % y una fracción másica de nitrógeno del 0,12 % al 0,22 %.

45 [0147] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X6CrNiTi18-10 (número de material: 1.4541). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,08$ %, una fracción másica de cromo del 17,0 % al 19,0 %, una fracción másica de níquel del 9,0 % al 12,0 % y una fracción másica de titanio del 0,70 % como máximo.

50 [0148] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X6CrNiNb18-10 (número de material: 1.4550). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,08$ %, una fracción másica de cromo del 17,0 % al 19,0 %, una fracción másica de níquel del 9,0 % al 12,0 % y una fracción másica de niobio del 1,00 % como máximo.

55 [0149] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X3CrNiCu18-9-4 (número de material: 1.4567). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,04$ %, una fracción másica de cromo del 17,0 % al 19,0 %, una fracción másica de níquel del 8,5 % al 10,5 % y una fracción másica de cobre del 3,0 % al 4,0 %.

[0150] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X10CrNi18-8 (número de material: 1.4310). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono del 0,05% al 0,15 %, una fracción másica de cromo del 16,0 % al 19,0 %, una fracción másica de molibdeno $\leq 0,80\%$ y una fracción másica de níquel del 6,0 % al 9,5 %.

[0151] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X5CrNiMo17-12-2 (número de material: 1.4401). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,07\%$, una fracción másica de cromo de 16,5 % a 18,5 %, una fracción másica de molibdeno de 2,00 % a 2,50 %, una fracción másica de níquel de 10,0 % a 13,0 % y una fracción másica de nitrógeno $\leq 0,10\%$.

[0152] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrNiMo17-12-2 (número de material: 1.4404). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,030\%$, una fracción másica de cromo de 16,5 % a 18,5 %, una fracción másica de molibdeno de 2,00 % a 2,50 %, una fracción másica de níquel de 10,0 % a 13,0 % y una fracción másica de nitrógeno $\leq 0,10\%$.

[0153] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X6CrNiMoTi17-12-2 (número de material: 1.4571). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,08\%$, una fracción másica de cromo del 16,5 % al 18,5 %, una fracción másica de molibdeno del 2,00 % al 2,50 %, una fracción másica de níquel del 10,5 % al 13,5 % y una fracción másica de titanio del 0,70 % como máximo.

[0154] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrNiMoN17-13-3 (número de material: 1.4429). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,030\%$, una fracción másica de cromo del 16,5 % al 18,5 %, una fracción másica de molibdeno del 2,5 % al 3,0 %, una fracción másica de níquel del 11,0 % al 14,0 % y una fracción másica de nitrógeno del 0,12 % al 0,22 %.

[0155] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrNiMo18-14-3 (número de material: 1.4435). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,030\%$, una fracción másica de cromo del 17,0 % al 19,0 %, una fracción másica de molibdeno del 2,5 % al 3,0 %, una fracción másica de níquel del 12,5 % al 15,0 % y una fracción másica de nitrógeno $\leq 0,10\%$.

[0156] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X3CrNiMo17-13-3 (número de material: 1.4436). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,05\%$, una fracción másica de cromo de 16,5 % a 18,5 %, una fracción másica de molibdeno de 2,5 % a 3,0 %, una fracción másica de níquel de 10,5 % a 13,0 % y una fracción másica de nitrógeno $\leq 0,10\%$.

[0157] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrNiMoN17-13-5 (número de material: 1.4439). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,030\%$, una fracción másica de cromo del 16,5 % al 18,5 %, una fracción másica de molibdeno del 4,0 % al 5,0 %, una fracción másica de níquel del 12,5 % al 14,5 % y una fracción másica de nitrógeno del 0,12 % al 0,22 %.

[0158] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X1NiCrMoCu25-20-5 (número de material: 1.4539). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,020\%$, una fracción másica de cromo de 19,0 % a 21,0 %, una fracción másica de molibdeno de 4,0 % a 5,0 %, una fracción másica de níquel de 24,0 % a 26,0 %, una fracción másica de cobre de 1,20 % a 2,00 % y una fracción másica de nitrógeno $\leq 0,15\%$.

[0159] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X2CrNiMnMoNbN25-18-5-4 (número de material: 1.4565). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,030\%$, una fracción másica de cromo de 24,0 % a 26,0 %, una fracción másica de molibdeno de 4,0 % a 5,0 %, una fracción másica de níquel de 16,0 % a 19,0 %, una fracción másica de manganeso de 5,0 % a 7,0 %, una fracción másica de nitrógeno de 0,30 % a 0,60 % y una fracción másica de niobio $\leq 0,15\%$.

[0160] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X1NiCrMoCuN25-20-7 (número de material: 1.4529). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,020\%$, una fracción másica de cromo de 19,0 % a 21,0 %, una fracción másica de molibdeno de 6,0 % a 7,0 %, una fracción másica de níquel de 24,0 % a 26,0 %, una fracción másica de cobre de 0,50 % a 1,50 % y una fracción másica de nitrógeno de 0,15 % a 0,25 %.

- 5 [0161] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X1CrNiMoCuN20-18-7 (número de material: 1.4547). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,020$ %, una fracción másica de cromo de 19,5 % a 20,5 %, una fracción másica de molibdeno de 6,0 % a 7,0 %, una fracción másica de níquel de 17,5 % a 18,5 %, una fracción másica de cobre de 0,50 % a 1,00% y una fracción másica de nitrógeno de 0,18 % a 0,25 %.
- 10 [0162] Alternativamente, el acero inoxidable puede ser un acero inoxidable austenítico resistente a la corrosión con la abreviatura de material X1CrNiMoCuN24-22-8 (número de material: 1.4652). Este acero inoxidable tiene una fracción másica de carbono $\leq 0,020$ %, una fracción másica de cromo de 23,0 % a 25,0 %, una fracción másica de molibdeno de 7,0 % a 8,0 %, una fracción másica de níquel de 21,0 % a 23,0 %, una fracción másica de manganeso de 2,0 % a 4,0 % y una fracción másica de nitrógeno de 0,45 % a 0,55 %.
- 15 [0163] En otra realización de la invención, el dispositivo médico es un instrumento médico, preferiblemente quirúrgico. Además, el instrumento puede ser reutilizable o de un solo uso.
- [0164] Además, el instrumento puede ser un instrumento mínimamente invasivo, es decir, un instrumento utilizable en cirugía mínimamente invasiva.
- 20 [0165] En particular, el instrumento quirúrgico puede seleccionarse del grupo formado por un instrumento de expansión, un instrumento de agarre, un instrumento de sujeción, un instrumento de corte, un instrumento de sutura, un endoscopio y un instrumento combinado.
- 25 [0166] El instrumento de extensión puede ser, por ejemplo, un retractor, un retractor de heridas, un retractor de esternón, un espéculo o una cánula.
- [0167] El instrumento de agarre puede ser, por ejemplo, un fórceps, una pinza, un portaagujas o unas pinzas de agarre.
- 30 [0168] El instrumento de sujeción puede ser, por ejemplo, una pinza blanda, en particular para la sujeción temporal de intestinos y vasos finos, o una pinza de disección.
- 35 [0169] El instrumento de corte puede ser, por ejemplo, un bisturí, un cuchillo, unas tijeras, unas pinzas de bifurcación, unas pinzas de división ósea, unas pinzas anulares, un electrotomo, un conchotomo, un cauterizador o un cuchillo ultrasónico.
- [0170] El dispositivo de sutura puede ser, en particular, un dispositivo de sutura de grapas (apilador) o un extractor de grapas.
- 40 [0171] El instrumento combinado puede ser una grapadora de extremos o una grapadora cosedora que, por ejemplo, grapa un órgano hueco y al mismo tiempo lo corta con precisión. Además, el instrumento combinado puede ser un portaagujas combinado que es un dispositivo de sutura universal capaz tanto de agarrar como de cortar.
- 45 [0172] Además, el instrumento quirúrgico puede ser un martillo.
- [0173] Además, el instrumento quirúrgico puede ser un cincel, en particular un cincel plano o hueco como una gubia ósea, o una cureta, en particular una cureta ósea.
- 50 [0174] Además, el instrumento quirúrgico puede ser una sonda.
- [0175] Además, el instrumento quirúrgico puede ser un punzón óseo.
- [0176] Además, el instrumento quirúrgico puede ser una palanca o elevador o un raspador.
- 55 [0177] De acuerdo con un segundo aspecto, la invención se refiere a un dispositivo médico que comprende o consiste en un metal o una aleación, en el que el dispositivo médico se produce o puede producirse por un método de acuerdo con el primer aspecto de la invención y tiene la siguiente característica:
- 60 - una capa pasiva, en particular de óxido de cromo, con un espesor de 1 nm a 10 nm, en particular de 3 nm a 10 nm, preferentemente de 5 nm a 10 nm, que recubre la superficie del producto médico-técnico al menos por secciones, en particular sólo por secciones o completamente.
- [0178] El dispositivo médico puede tener un potencial de corrosión por picadura de 100 mV a 1200 mV, en particular de 200 mV a 800 mV, preferentemente de 400 mV a 500 mV (medido frente a un electrodo de hidrógeno estándar).
- 65

[0179] El producto sanitario puede tener un ángulo de contacto de 80 ° a 140 °, en particular de 90 ° a 130 °, preferentemente de 100 ° a 120 °.

5 [0180] Los potenciales de corrosión por picadura y los ángulos de contacto antes mencionados son particularmente ventajosos con respecto a la resistencia a la corrosión del producto sanitario.

10 [0181] A los efectos de la presente invención, se entiende por "potencial de corrosión por picadura" el potencial electroquímico que puede determinarse con una célula electroquímica utilizando una disposición de tres electrodos. El potencial de corrosión por picadura se caracteriza por un rápido aumento de la corriente y describe la ruptura de la capa pasiva bajo el inicio de la corrosión por picadura. Un aumento del potencial de corrosión por picadura provoca una mejora de la resistencia a la corrosión al reducir la susceptibilidad a la corrosión por picadura. El potencial de corrosión por picadura puede medirse según ASTM G5-13-1 o DIN EN ISO 10993-15.

15 [0182] Para los fines de la presente invención, el término "ángulo de contacto" se refiere al ángulo que forma una gota de líquido en la superficie del dispositivo médico con su superficie. Un ángulo de contacto reducido se asocia a un contacto reducido de la gota líquida con la superficie del dispositivo médico. Una reducción del ángulo de contacto tiene la ventaja particular de mejorar la resistencia a la corrosión y la facilidad de limpieza del producto sanitario.

20 [0183] El ángulo de contacto puede medirse según ASTM D 7334-08. Alternativamente, el ángulo de contacto puede medirse utilizando un dispositivo de medición del ángulo de contacto de dataPhysics (Contact Angle System OCA 15 Plus) y una solución de cloruro sódico al 0,9 % (B.Braun), con un volumen de gota de 1 µl. Para medir el ángulo de contacto, en este caso las muestras pueden lavarse en un proceso de fabricación normal y limpiarse en agua totalmente desmineralizada en un baño de ultrasonidos durante 5 minutos antes de la
25 medición, lavando las muestras con agua totalmente desmineralizada y soplándolas con aire comprimido sin aceite directamente antes de la medición.

[0184] El dispositivo médico es preferiblemente un instrumento médico, preferiblemente quirúrgico.

30 [0185] En lo que respecta a otras características y ventajas del producto sanitario, se remite íntegramente a las explicaciones dadas en el contexto del primer aspecto de la invención para evitar repeticiones. Las características y ventajas allí descritas con respecto al método y al producto sanitario también se aplican mutatis mutandis al producto sanitario según el segundo aspecto de la invención.

35 [0186] Otras características y ventajas de la invención resultan de las reivindicaciones, así como de la siguiente descripción de las realizaciones preferidas mediante ejemplos. Las características de la invención pueden aplicarse individualmente o combinadas entre sí. Las realizaciones descritas a continuación sirven para explicar mejor la invención sin limitarla.

40 **PARTE DE LOS EJEMPLOS**

1. Tratamiento superficial de un instrumento quirúrgico o de una muestra representativa del mismo según un método conforme a la invención

45 [0187] Las probetas utilizadas estaban hechas del mismo material (X20Cr13) y con los mismos pasos de fabricación que los instrumentos quirúrgicos (por ejemplo, pinzas, portaagujas, tijeras con carburo y similares).

[0188] Se realizaron análisis SEM/EDX (material extraño y duplicaciones de material) en los instrumentos.

50 [0189] También se realizaron pruebas potenciodinámicas (potencial de corrosión por picadura) en los instrumentos.

[0190] Las mediciones del ángulo de contacto (ángulo de contacto) se llevaron a cabo en placas de muestra (superficie plana sin sombreado).

55 [0191] Las mediciones de la resistencia al rayado (volumen de la marca de desgaste) se llevaron a cabo mediante un ensayo pin-on-disc en discos de muestra.

60 [0192] Antes del tratamiento superficial, los instrumentos quirúrgicos y los discos de muestra fueron conformados y tratados térmicamente de acuerdo con la cadena actual de fabricación de instrumentos quirúrgicos.

65 [0193] Para el tratamiento posterior de la superficie, un instrumento quirúrgico (pinza Aesculap BH110R) y las plaquetas de muestra se trataron primero mediante acabado vibratorio en solución ácida durante un periodo de cuatro horas y después se abillantaron mediante acabado vibratorio en solución acuosa durante un periodo de una hora.

[0194] A continuación, el instrumento quirúrgico y las placas de muestra se trataron mediante chorro abrasivo. Como abrasivo se utilizó grano de alambre de acero inoxidable con un diámetro medio de esfera de 300 μm . Para la voladura se utilizó una unidad de chorreado con inyector. La radiación se realizó a una presión de 2 bares.

5

[0195] Posteriormente, la superficie del instrumento quirúrgico y las placas de muestra se procesaron electroquímicamente en un electrolito compuesto de ácido fosfórico (38 % en peso a 58 % en peso) y ácido sulfúrico (26,6 % en peso a 52,0 % en peso) a 80 °C. Para ello, primero se aplicó una densidad de corriente de 18,5 A/dm². El electropulido se realizó durante un periodo de 90 segundos. Se utilizó una tensión de 5 a 6 voltios. Posteriormente, se continuó el trabajo con una densidad de corriente de 1,9 A/dm². El grabado electroquímico se llevó a cabo durante un periodo de 90 segundos. Se fijó una tensión de 1,8 a 2,1 voltios. Por último, se aplicó otra densidad de corriente de 18,5 A/dm². El electropulido se llevó a cabo durante un periodo de 10 segundos. El resultado fue una tensión de 5 a 6 voltios.

10

[0196] Posteriormente, se pasivaron la superficie del instrumento quirúrgico y las muestras. Para ello, el instrumento quirúrgico y las placas de muestras se sumergieron en ácido nítrico al 14,4 % en peso. La pasivación se llevó a cabo durante un periodo de 10 minutos a una temperatura de 40 °C.

15

[0197] Por último, el instrumento y las placas de muestra se secaron a 80 °C durante 10 minutos en atmósfera de aire.

20

[0198] Una vez finalizado el tratamiento de la superficie del instrumento quirúrgico y de las muestras, no se detectó hendidura ni solapamiento de material ni transferencia de material extraño. Los instrumentos tenían un potencial de corrosión por picadura de 565 mV. Las placas de muestra tenían un ángulo de contacto de 106,8 °. El volumen de la huella de desgaste no se podía medir, porque el desgaste era demasiado bajo.

25

2. Tratamiento superficial de un instrumento quirúrgico mediante un método no conforme a la invención

[0199] Un instrumento quirúrgico (pinza Aesculap BH110R) y las placas de muestra se trataron primero con acabado vibratorio durante un periodo de cuatro horas. A continuación, el instrumento quirúrgico y las placas de muestras se dejaron brillantar durante una hora.

30

[0200] Después de esto, el instrumento quirúrgico y los especímenes fueron tratados por radiación. Para ello se utilizaron perlas de vidrio con un diámetro medio de 40 μm a 70 μm . El chorreado se realizó en una unidad de chorreado por inyección a una presión de 4 bares.

35

[0201] Posteriormente, el instrumento quirúrgico y las muestras se sometieron a pasivación. Para ello se utilizó una solución de ácido cítrico al 10% en peso. La pasivación se llevó a cabo durante un periodo de 10 minutos a una temperatura de 55 °C.

40

[0202] Una vez finalizado el tratamiento superficial del instrumento quirúrgico y de las placas de muestra, podrían detectarse muchas hendiduras o solapamientos de materiales. Además, se detectó un arrastre de material extraño del 1,2 %. El potencial de corrosión por picadura de las muestras de corrosión era de 356 mV. Además, las placas de muestra tenían un ángulo de contacto de 66,0 °. El volumen eliminado en la pista de desgaste fue de 55244 μm^3 .

45

3. Conclusión

[0203] La comparación de un proceso según la invención y un proceso genérico descrito anteriormente muestra que el proceso según la invención conduce a productos más resistentes a la corrosión y, en particular, resistentes a los arañazos. Además, el proceso según la invención es adecuado para reducir el riesgo de decoloración de la superficie en comparación con los procesos convencionales. Además, el proceso según la invención da lugar a productos más fáciles de limpiar (véanse los ángulos de contacto medidos).

50

55

REIVINDICACIONES

1. Método de tratamiento de superficie y/o de fabricación de un producto técnico sanitario, donde el producto técnico sanitario presenta un metal o una aleación o está constituido por un metal o una aleación, **caracterizado por el hecho de que** el método comprende los siguientes pasos:
- 5 a) mateado de una superficie del producto técnico sanitario,
 b) electropulido de la superficie mateada del producto técnico sanitario,
 c) grabado electroquímico de la superficie mateada y electropulida del dispositivo médico, y
 10 d) electropulido de la superficie mateada, electropulida y electroquímicamente grabada del producto técnico sanitario,
 donde el paso b) y el paso d) se realizan cada uno a una tensión de 2,0 V a 10,0 V y/o a una densidad de corriente de 5 A/dm² a 50 A/dm² y el paso c) se realiza a una tensión de 1,2 V a ≤ 2,1 V y/o a una densidad de corriente de 1,4 A/dm² a 2,4 A/dm².
- 15 2. Método según la reivindicación 1, **caracterizado en por el hecho de que** antes de realizar el paso a) se realiza un rectificado, preferiblemente vibratorio y/o con cinta, de la superficie del producto técnico sanitario.
3. Método según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado en por el hecho de que** para llevar a cabo el paso a), la superficie del producto médico sanitario se trata con un medio abrasivo, en particular un medio abrasivo dúctil y/o un medio abrasivo sin esquinas y/o bordes, en particular compuesto o constituido por un metal o una aleación.
- 20 4. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** el paso b) se realiza durante un período de tiempo de 30 s a 130 s, en particular de 60 s a 100 s, preferentemente 90 s.
- 25 5. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** el paso b) y el paso d) se realizan cada uno a una tensión de 5 V a 9 V, de forma particularmente preferida de 7 V a 8 V, y/o cada uno a una densidad de corriente de 8 A/dm² a 40 A/dm², preferentemente de 15 A/dm² a 20 A/dm².
- 30 6. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** el paso c) se realiza durante un período de tiempo de 30 s a 130 s, en particular de 70 s a 110 s, preferentemente 100 s.
- 35 7. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** el paso c) se realiza a una tensión de 1,4 V a 1,7 V, de forma particularmente preferida de 1,45 V a 1,65 V, aplicada al ánodo y/o a una densidad de corriente de 1,6 A/dm² a 2,2 A/dm², preferentemente de 1,8 A/dm² a 2,0 A/dm².
- 40 8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** el paso d) se realiza durante un período de tiempo más corto que el paso b), preferentemente durante un período de tiempo de 5 s a 20 s, en particular de 7 s a 15 s, preferentemente 10 s.
- 45 9. Método según cualquiera cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** para realizar los pasos b), c) y d) respectivamente se utiliza una solución electrolítica acuosa ácida, que comprende en particular un ácido mineral, en particular seleccionado del grupo que consiste en ácido fosfórico, ácido sulfúrico y una mezcla de los mismos.
- 50 10. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** después de realizar el paso d), se realiza el paso e) de tratamiento de la superficie mateada, electropulida, grabada electroquímicamente y de nuevo electropulida del producto técnico sanitario con un ácido pasivante o una solución que contenga ácido pasivante.
- 55 11. Método según la reivindicación 10, caracterizado porque como ácido pasivante se utiliza ácido cítrico y/o ácido nítrico.
12. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** después de realizar el paso e), se realiza un paso f) envasado del dispositivo médico, y entre el paso e) y el paso f), se realiza un paso ef) esterilización del producto técnico sanitario, o después de realizar el paso f), se realiza un paso g) esterilización del dispositivo médico.
- 60 13. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** el dispositivo médico está hecho de un acero inoxidable, en particular de un acero inoxidable que contiene cromo, preferentemente de un acero inoxidable resistente a la corrosión que contiene cromo, en particular de un acero inoxidable martensítico resistente a la corrosión.
- 65 14. Producto técnico sanitario que comprende o esté constituido por un metal o una aleación, fabricado o que se puede fabricar mediante un método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, y que comprende:
 - una capa pasiva con un espesor de 1 nm a 10 nm, que recubre la superficie del producto técnico sanitario al menos por secciones.

15. Producto técnico sanitario según la reivindicación 14, **caracterizado por el hecho de que** el producto técnico sanitario es un instrumento médico, en particular, quirúrgico.