

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 644 340**

51 Int. Cl.:

**A61C 8/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.09.2013 PCT/EP2013/002853**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.04.2014 WO14048555**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2013 E 13770638 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2017 EP 2900168**

54 Título: **Implante dental o pilar que comprende un cuerpo cerámico cubierto con una capa de fosfato monomolecular**

30 Prioridad:

**26.09.2012 EP 12006714**

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

**28.11.2017**

73 Titular/es:

**STRAUMANN HOLDING AG (100.0%)  
Peter Merian-Weg 12  
4002 Basel, CH**

72 Inventor/es:

**BERNER, SIMON y  
BIELI, HEINER**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 644 340 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

Implante dental o pilar que comprende un cuerpo cerámico cubierto con una capa de fosfato monomolecular

5 La presente invención se refiere a un implante dental o pilar que comprende un cuerpo cerámico cubierto con una capa de fosfato al menos fundamentalmente monomolecular que tiene un espesor de menos de 1 nm, a un kit que comprende un recipiente y el implante dental o pilar y a un método para preparar dicho implante dental o pilar. Los implantes, tales como los implantes dentales, son ya bien conocidos en la técnica. Por lo general, se componen de un material que es biocompatible y que adicionalmente tiene un bajo módulo de elasticidad y una gran resistencia.

10 Aparte de su biocompatibilidad y sus propiedades mecánicas, normalmente las propiedades osteointegrativas de un implante son de enorme importancia. El término "osteointegración" designa la conexión estructural y funcional directa entre hueso vivo y la superficie del implante que soporta la carga. Una buena osteointegración significa que el implante, después de alcanzar una estabilidad primaria atornillándolo al hueso, se osifica con toda seguridad dentro de un corto tiempo de curación, de manera que se obtiene una unión permanente entre el implante y el hueso.

15 Los implantes y pilares dentales que se utilizan actualmente están hechos por lo general de metal, por ejemplo titanio, o de cerámica, por ejemplo una cerámica basada en zircona, debido a la biocompatibilidad y a las propiedades mecánicas favorables de estos materiales.

20 En contraste con los implantes metálicos, que por lo general son oscuros, los materiales cerámicos tienen la ventaja de que su color puede ajustarse mucho al color natural del diente. Así pues, se han hecho intentos para proporcionar implantes dentales, y en particular pilares, de los cuales al menos las partes que son visibles después de la colocación en la mandíbula de un paciente estén hechas de un material cerámico.

25 Con el fin de lograr una osteointegración óptima del implante, se han desarrollado varios tratamientos de superficie:

30 El documento EP 1 450 722 se refiere a un implante dental hecho de cerámica de zircona que, después de un chorreado con abrasivos, se somete a un tratamiento utilizando ácido fosfórico, ácido sulfúrico, ácido clorhídrico o mezclas de los mismos.

35 El documento EP 1 982 670 describe un procedimiento para dotar el implante de una rugosidad superficial mediante técnicas de chorreado con arena, fresado y/o moldeo por inyección, seguidas de un grabado químico con una solución de ácido fluorhídrico.

40 Como alternativa a los procedimientos sustractivos anteriores, también es bien conocido el dotar la superficie del implante de un revestimiento adecuado con el fin de mejorar sus propiedades osteointegrativas. Entre tales revestimientos se incluyen, por ejemplo, revestimientos metálicos o cerámicos, revestimientos de hidroxiapatita o revestimientos que comprenden factores bioactivos, tales como factores que mejoran el crecimiento óseo o proteínas morfogénicas óseas.

45 El documento US 2003/0157349 se refiere a un biomaterial osteoconductor que incluye un sustrato metálico u oxicerámico y una capa de óxido metálico en la superficie del sustrato, que contiene, al menos en una parte de la capa de óxido, un revestimiento que comprende dihidrogenofosfato, hidróxido de titanio, hidróxido de zirconio, hidróxido de niobio, hidróxido de tántalo o hidróxido de silicio. Dicho revestimiento se forma empapando el sustrato en un tampón fosfato o una solución similar y sometiéndolo a un tratamiento hidrotérmico a una temperatura de 100 °C o más y a una presión de 0,1 MPa o más. En las superficies así obtenidas, la especie química que se ha aplicado se encuentra típicamente en un intervalo de profundidad desde aproximadamente 0,1 hasta 0,8 µm.

50 Cuando se dota un cuerpo cerámico de un revestimiento de este tipo, es importante que no se pierdan las propiedades ventajosas del material cerámico debido al revestimiento. Además, el material de revestimiento aplicado no debe tener ningún efecto colateral no deseado una vez implantado en el cuerpo humano. Por esta razón, en el pasado se han elegido revestimientos delgados basados en fósforo:

55 El documento US 2006/0194008 describe dispositivos hechos de titanio que tienen una funcionalidad de superficie múltiple y que se han dotado de revestimientos basados en fósforo. Los revestimientos tienen una pluralidad de partes de fosfato, una pluralidad de partes de fosfonato o ambas, que están enlazadas de manera covalente a una superficie de óxido de un sustrato implantable. Según una realización preferida, estos revestimientos basados en fósforo tienen un espesor de menos de aproximadamente 10 nm.

60 Según una realización del documento US 2006/0194008, la superficie del dispositivo se trata con ácido fosfórico con un pH de menos de 3. Debido a estas condiciones más bien duras, la superficie de titanio de los dispositivos se disuelve parcialmente y se forman complejos de fosfato de titanio tridimensionales. Dado que una superficie cerámica es inerte en estas condiciones, no es posible aplicar un revestimiento análogo a una superficie cerámica.

Además, la estructura superficial de los dispositivos se cambia considerablemente con la aplicación de los complejos de fosfato de titanio.

5 El documento US 4,962,073 se refiere a membranas cerámicas porosas de superficie tratada que comprenden un óxido/hidróxido metálico. Enlazada químicamente a la superficie de óxido/hidróxido metálico de la membrana se halla una capa monomolecular de uno o más ésteres de ácido fosfórico.

10 Además, el documento WO 02/40073 describe implantes intraóseos cuya superficie ha sido tratada con al menos un compuesto orgánico que lleva al menos un grupo de ácido fosfónico o una sal del mismo. Se supone que estos fosfonatos forman un enlace covalente con la superficie del implante.

15 El documento US 2010/0131062 se refiere a un método para aplicar nanopartículas cristalinas sobre la superficie de un implante, para producir un implante con una capa de nanopartículas cristalinas en su superficie. Para los implantes han resultado ser adecuadas las nanopartículas de fosfato cálcico y de hidroxilapatita. Sin embargo, tales nanopartículas forman una capa cristalina sobre la superficie, que puede despegarse bajo esfuerzo mecánico.

20 Para una buena integración de un implante dental, no sólo es importante que se forme una unión fuerte con el hueso (es decir una buena osteointegración), sino también que el implante no tenga efectos adversos en el tejido blando. A este respecto, se ha descubierto que también la integración con el tejido blando de un implante o pilar desempeña un papel crucial para la curación total después de haberse colocado un implante dental.

25 Por consiguiente, los implantes y pilares dentales se han sometido también a diversos tratamientos de superficie con el fin de mejorar la integración con el tejido blando. Por ejemplo, se ha descubierto que una superficie rugosa, hidroxilada e hidrófila tiene un efecto positivo en la integración con el tejido blando (véanse, por ejemplo, los documentos EP 1 825 828, EP 1 825 829 o EP 1 825 830).

El problema de la presente invención es proporcionar un implante dental o pilar hecho de cerámica que esté caracterizado por una integración particularmente buena.

30 El problema se resuelve mediante el implante dental o pilar según la reivindicación 1, el kit que comprende un recipiente y el implante dental o pilar según la reivindicación 12 y el procedimiento para preparar dicho implante dental o pilar según la reivindicación 14. Las reivindicaciones dependientes tienen por objeto realizaciones preferidas.

35 Figuras

Las figuras 1a, 1b y 1c muestran la morfología de la superficie de discos de zircona con un revestimiento de fosfato de varios micrómetros (estado de la técnica).

Las figuras 2a, 2b y 2c muestran la morfología de la superficie de discos de zircona con una capa de fosfato fundamentalmente monomolecular según la presente invención.

40 La presente invención ofrece un implante dental o pilar que comprende un cuerpo cerámico que tiene una superficie. El cuerpo cerámico comprende zircona (es decir óxido de zirconio) como componente principal. El implante dental o pilar está caracterizado por que al menos una primera zona superficial del cuerpo cerámico está cubierta con una capa de fosfato al menos fundamentalmente monomolecular que tiene un espesor de menos de 1,0 nm. Por lo tanto,  
45 al menos parte de la zona superficial del cuerpo cerámico está cubierta con una capa de fosfato relativamente delgada. La capa de fosfato contiene al menos un fosfato seleccionado del grupo que consiste en ortofosfato, polifosfatos, ciclofosfatos y mezclas de los mismos. Así pues, la presente invención se refiere a un implante dental o pilar con un cuerpo cerámico basado en zircona, cuya superficie está al menos parcialmente cubierta con una capa de fosfato al menos fundamentalmente monomolecular que tiene un espesor de menos de 1,0 nm.

50 Un "implante dental", tal como se utiliza a lo largo de toda esta solicitud, es un implante utilizado en el campo dental para reemplazar uno o más dientes o al menos parte de un diente. En general, un implante dental comprende al menos una parte de anclaje para anclar el implante en el hueso maxilar y una parte de montaje para la unión de un pilar, una corona o un elemento similar. El implante dental de la presente invención no está limitado a ninguna forma  
55 concreta y puede ser en particular un implante de una o de dos partes, como los ya conocidos en general en la técnica.

60 Un "pilar", tal como se utiliza a lo largo de toda esta solicitud, es una parte de montaje separada para un implante dental, que está destinada a unirla al implante dental y a una corona. De nuevo, el pilar de la presente invención no está limitado a ninguna forma concreta.

65 El cuerpo cerámico del implante dental o pilar de la presente invención comprende zircona como componente principal. Así pues, el cuerpo cerámico está hecho de un material basado en zircona. La zircona no muestra interacciones con otros materiales dentales y es eléctricamente neutra. Debido a una reacción favorable con las encías y debido al hecho de que la placa dental parece unirse menos a este material, también tiene un menor riesgo

de inflamación. Además, la zircona tiene un color claro y, así, puede adaptarse en gran medida al color natural del diente. El cuerpo cerámico de la presente invención es también muy resistente, biocompatible y, trabajándolo, puede dársele la forma deseada para un implante dental o pilar.

5 Una "capa al menos fundamentalmente monomolecular", tal como se utiliza a lo largo de toda esta solicitud, es una capa delgada de un material que cubre la superficie del cuerpo cerámico, no siendo el espesor de la capa mayor que aproximadamente una molécula. Por ejemplo, tal capa de fosfato puede tener un espesor desde aproximadamente 0,7 hasta aproximadamente 1,3 moléculas de fosfato. Así pues, en la dirección plana, la capa de fosfato puede tener cualquier dimensión, mientras esté limitada a aproximadamente una molécula en la dirección ortogonal. Además, la  
10 capa de fosfato puede ser uniforme o irregular y puede tener también pequeños huecos en la dirección lateral. Por lo tanto, no es necesario que las moléculas de fosfato ocupen todos los lugares de adsorción en la superficie cerámica. Con el fin de que la superficie del implante o del pilar sea hidrófila se cree que sólo es necesario que se ocupen aproximadamente un 10% de los lugares de adsorción en la superficie del cuerpo cerámico, lo que es comparable a una superred de 3x3. Sin embargo, se prefiere una disposición más densa de las moléculas de fosfato sobre la  
15 superficie cerámica.

Preferiblemente, el implante dental o pilar de la presente invención comprende un cuerpo cerámico que está cubierto con una capa de fosfato monomolecular. En este caso, la capa de fosfato tiene un espesor de una molécula de fosfato dentro del grado de exactitud.

20 Un "fosfato", tal como se utiliza a lo largo de toda esta solicitud, es un grupo fosfato que no comprende ningún sustituyente orgánico. En particular, los fosfatos de la presente invención no incluyen ésteres de fosfato ni fosfonatos.

25 Sorprendentemente, se ha descubierto que un implante dental o pilar cerámico con tal capa de fosfato delgada tiene propiedades osteointegrativas excepcionalmente buenas. Esto puede explicarse, al menos parcialmente, por el descubrimiento de que mediante la cubierta de fosfato se aumenta la hidrofiliidad de la superficie del cuerpo cerámico, dado que una buena hidrofiliidad va por lo general acompañada de una buena osteointegración.

30 Además, se cree que los fosfatos sobre la superficie llevan a una interacción beneficiosa con el tejido óseo circundante, mejorando así aun más la formación de una unión entre el hueso y la superficie del implante. Además, en contraste con los ésteres de ácido fosfórico del documento US 4,962,073, por ejemplo, los fosfatos presentes en la capa de cubrimiento de la presente invención están directamente disponibles para una incorporación a hueso recién formado, mientras que los ésteres de ácido fosfórico requieren una hidrólisis previa.

35 Además, se ha descubierto que la interacción entre el tejido blando circundante y el implante/pilar es beneficiosa, probablemente gracias a la capa de fosfato sobre la superficie cerámica.

40 Se cree que, gracias a la delgadez de dicha capa, el hueso o el tejido blando circundante puede interactuar tanto con los grupos fosfato como con el material cerámico, lo que lleva a una conexión particularmente buena entre el cuerpo cerámico y el hueso/tejido blando. Además, el revestimiento de la presente invención no tiende a despegarse, lo que es un problema bien conocido de los revestimientos de mayor espesor. Además, aunque el revestimiento se degrade en el cuerpo del paciente, no existe fundamentalmente ningún hueco entre el implante o el pilar y el hueso/tejido blando circundante, de modo que la estabilidad está siempre garantizada.

45 Como ventaja adicional, la capa de fosfato delgada de la presente invención no cambia la topografía de la superficie cerámica subyacente. Por lo tanto, en caso de que el cuerpo cerámico haya sido dotado de una estructura superficial especial, tal como una superficie lisa o rugosa, esta estructura se conservará al aplicar la capa de fosfato.

50 Se ha descubierto también que el implante dental o pilar de la presente invención se integra muy bien en el tejido blando, mejorando así aun más las buenas propiedades de curación después de la implantación.

55 Mediante un análisis por espectroscopia fotoelectrónica por rayos X (XPS = *X-ray photoelectron spectroscopy*) de la superficie, se ha demostrado que el material cerámico es visible a través del revestimiento de fosfato delgado. Para la cerámica basada en zircona reivindicada se ha descubierto que aún se detecta aproximadamente un 20% (atómico) de zirconio. Por lo tanto, la capa superficial más exterior aún se ve influida por el material cerámico, lo que tendrá un efecto positivo en la unión del tejido circundante.

60 Además, existe un fuerte enlace entre la superficie cerámica y la capa de fosfato situada sobre la misma, de modo que la capa de fosfato no se exfolia durante el transporte o el almacenamiento. Por lo tanto, el cuerpo cerámico de la presente invención es también muy estable.

65 En el estado de la técnica anterior se ha hablado de revestimientos de fosfato más bien gruesos. Estos revestimientos de fosfato tienen típicamente varios micrómetros de espesor, lo que está varios órdenes de magnitud por encima de las capas de fosfato monomoleculares de la presente invención. Los revestimientos de fosfato

gruesos previamente conocidos tienen varias desventajas: la conexión entre la capa de fosfato y la superficie cerámica no es muy fuerte, por lo que el revestimiento de fosfato puede despegarse durante el transporte o el almacenamiento. Además, el espesor de estos revestimientos de fosfato no es homogéneo.

5 Además, al insertar el cuerpo cerámico en hueso, la alta concentración de fosfato puede llevar a una irritación del tejido (blando) circundante y causar así incluso una inflamación. Por lo tanto, se perturban gravemente las condiciones fisiológicas en el área circundante, lo que puede afectar a la osteointegración y llevar a la larga a una pérdida del implante.

10 Además, los revestimientos de fosfato gruesos modifican también considerablemente la morfología de la superficie del cuerpo cerámico, mientras que las muy delgadas capas de la presente invención conservan fundamentalmente la morfología de la superficie (véanse las figuras 1a-c y 2a-c).

15 En contraste con la presente invención, los revestimientos basados en fósforo del documento US 2006/0194008 se forman sobre una superficie de titanio y con un pH muy bajo. Mediante el procedimiento descrito se corroe parcialmente la superficie y se forman complejos de fosfato de titanio.

20 Los documentos US 4,962,073 y WO 02/40073, por otra parte, describen sólo revestimientos con fosfatos que llevan sustituyentes orgánicos, a saber ésteres de fosfato y fosfonatos, respectivamente.

Y las capas de nanopartículas cristalinas del documento US 2010/0131062 tienen un espesor de 2 nm a 500 nm.

25 Por consiguiente, los revestimientos de los documentos US 2006/0194008, US 4,962,073, WO 02/40073 y US 2010/0131062 no son comparables a los de la presente invención y no proporcionan las propiedades de integración mejorada deseadas.

30 En una realización preferida de la presente invención, la capa de fosfato monomolecular tiene un espesor de aproximadamente 0,5 nm. Se ha descubierto que la osteointegración del implante dental o pilar es particularmente buena en este caso. Además, el enlace de esta capa al menos fundamentalmente monomolecular con la superficie del implante o pilar es particularmente fuerte. Además, la capa de fosfato al menos fundamentalmente monomolecular puede formar una transición óptima de la superficie de zircona al hueso circundante.

35 Según una realización preferida, el fosfato se selecciona del grupo que consiste en ortofosfato, difosfato, trifosfato, trimetafosfato y mezclas de los mismos. Se prefiere particularmente el uso de ortofosfato. Como se ha mencionado anteriormente, ninguno de estos fosfatos tiene sustituyentes orgánicos, es decir que se derivan directamente de los ácidos fosfóricos correspondientes mediante un simple desprotonación. El ortofosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), por ejemplo, es el fosfato derivado del ácido ortofosfórico ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ).

40 En general, el implante tiene una zona de contacto con el hueso y/o una zona de contacto con el tejido blando. La zona de contacto con el hueso es la parte de la superficie del implante que está destinada a estar en contacto con el hueso (para un implante dental: el hueso maxilar) después de la implantación; la zona de contacto con el tejido blando es la parte de la superficie del implante que está destinada a estar en contacto con el tejido blando después de la implantación. En un implante dental moderno, al menos parte de la zona de contacto con el hueso está típicamente provista de una rosca, mientras que la zona de contacto con el tejido blando normalmente no tiene rosca. La zona de contacto con el hueso y/o una zona de contacto con el tejido blando pueden ser rugosas o lisas, siendo la zona de contacto con el hueso preferiblemente rugosa y la zona de contacto con el tejido blando preferiblemente lisa. Además, puede haber una zona de transición entre la zona de contacto con el hueso y la zona de contacto con el tejido blando, que puede tener las mismas características de cualquiera de las dos zonas de contacto o, en caso de que la zona de contacto con el hueso y la zona de contacto con el tejido blando sean diferentes, la zona de transición puede formar una transición de un estado al otro o corresponder en una característica a la zona de contacto con el hueso y en otra a la zona de contacto con el tejido blando.

50 Dependiendo del tipo de implante dental, éste comprende tanto una zona de contacto con el hueso como una zona de contacto con el tejido blando, o sólo una zona de contacto con el hueso. En cualquiera de los dos casos, se prefiere que al menos la zona de contacto con el hueso del cuerpo cerámico esté cubierta con la capa de fosfato delgada. De este modo se logra una osteointegración óptima.

60 Según una realización preferida, tanto la zona de contacto con el hueso como la zona de contacto con el tejido blando del implante dental están cubiertas con la capa de fosfato delgada. Se ha descubierto sorprendentemente que, debido a la hidrofiliidad mejorada lograda según la presente invención, no sólo es posible obtener un efecto positivo en la interfase hueso/implante. Se ha descubierto que además se mejora el contacto entre la zona de contacto con el tejido blando del implante y el tejido blando, aunque se supone que los mecanismos subyacentes a esta mejora son diferentes de los que subyacen a la osteointegración.

- 5 Un sistema de implante dental comprende típicamente una parte de anclaje, para anclar el implante dental en un hueso maxilar, y una parte de montaje, para unir una supraestructura, tal como una corona. Según una realización preferida, al menos la superficie de la parte de anclaje está cubierta con la capa de fosfato. Más preferiblemente, tanto la superficie de la parte de anclaje como la superficie de la parte de montaje están cubiertas con la capa de fosfato.
- Se prefiere particularmente que toda la superficie del cuerpo cerámico esté cubierta con una capa de fosfato. Esto tiene en cuenta un tratamiento uniforme de toda la superficie del implante dental o pilar.
- 10 En una realización preferida, el cuerpo cerámico está hecho de zircona estabilizada. Más preferiblemente, el cuerpo cerámico está hecho de zircona estabilizada con itria, zircona estabilizada con ceria, zircona estabilizada con óxido de magnesio o zircona estabilizada con alúmina (ATZ). Sin embargo, también son posibles otros materiales cerámicos que comprendan zircona, tales como alúmina estabilizada con zircona, o materiales basados en zircona que comprendan más de un estabilizador.
- 15 Según la realización más preferida, el cuerpo cerámico del implante dental o pilar de la presente invención está hecho de zircona estabilizada con itria. En general, la zircona estabilizada con itria es tetragonal en fase. La zircona estabilizada con itria muestra una muy alta resistencia, una gran dureza y una buena resistencia al desgaste.
- 20 En una realización particularmente preferida, el cuerpo cerámico está hecho de zircona estabilizada con itria según ISO 13356. Un ejemplo de una zircona estabilizada con itria preferida es el polvo de zircona Tosoh de clase TZ-3YSB-E (Tosoh Corporation), que comprende desde un 4,95 hasta un 5,35% en peso de  $Y_2O_3$ , desde un 0,15 hasta un 0,35% en peso de  $Al_2O_3$ , como máximo un 0,02% en peso de  $SiO_2$ , como máximo un 0,01% en peso de  $Fe_2O_3$ , como máximo un 0,04% en peso de  $Na_2O$  y que comprende un ligante en una cantidad correspondiente a una pérdida de Ig desde un 2,7 hasta un 3,9% en peso, estando los porcentajes basados en el peso total del polvo de zircona.
- 25 En una realización preferida, el implante dental o pilar de la presente invención se almacena en agua, que opcionalmente puede contener también uno o más aditivos. Entre los aditivos adecuados se incluyen, por ejemplo,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $HPO_4^{2-}$  y  $H_2PO_4^-$ . Preferiblemente, estos aditivos se han añadido al agua en forma de sus sales respectivas. Adicionalmente o como alternativa, el agua puede contener también gases adecuados, tales como oxígeno, gases inertes y/o  $CO_2$ .
- 30 Más preferiblemente, el implante dental o pilar de la presente invención se almacena en una solución acuosa de fosfato, preferiblemente en una solución acuosa de tampón fosfato. Dicha solución acuosa de fosfato contiene fosfatos, típicamente en una concentración desde 1 mM hasta 3 M, preferiblemente desde 20 mM hasta 1 M y más preferiblemente desde 50 mM hasta 0,5 M, y normalmente tiene un pH desde 4 hasta 10, preferiblemente desde 5 hasta 9 y más preferiblemente desde 6 hasta 8.
- 35 En otro aspecto, la presente invención se refiere también a un kit que comprende un recipiente hermético al gas y al líquido y el implante dental o pilar de la presente invención. Dentro de este kit, el implante dental o pilar está almacenado en el recipiente, es decir que está dispuesto en el interior del recipiente.
- 40 Por lo general, los implantes dentales o pilares se envasan antes de almacenarlos y entregarlos a un cirujano, con el fin de evitar una contaminación del implante dental o pilar. Además, almacenando el implante dental o pilar en un recipiente hermético al gas y hermético al líquido es posible preservar las propiedades del implante o pilar y, en particular, la capa de fosfato al menos fundamentalmente monomolecular situada sobre la superficie del cuerpo cerámico.
- 45 En una realización preferida, al menos parte del volumen restante del recipiente está lleno de agua y/o un gas inerte. Son gases inertes adecuados, por ejemplo, los gases nobles –preferiblemente Ar, Ne y/o Kr–,  $N_2$ ,  $O_2$  y/o  $N_2O$ . Se ha descubierto que almacenando el implante dental o pilar de la presente invención en agua y/o un gas inerte, es posible conservar la hidrofiliidad de su superficie. El agua puede ser agua pura o puede contener uno o más aditivos, tales como  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Sr^{2+}$ ,  $Cl^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $HPO_4^{2-}$  y/o  $H_2PO_4^-$ , por ejemplo.
- 50 Preferiblemente, al menos parte del volumen restante del recipiente está lleno de una solución acuosa de fosfato, preferiblemente de una solución acuosa de tampón fosfato. Dicha solución acuosa de fosfato contiene fosfatos, típicamente en una concentración desde 1 mM hasta 3 M, preferiblemente desde 20 mM hasta 1 M y más preferiblemente desde 50 mM hasta 0,5 M, y normalmente tiene un pH desde 4 hasta 10, preferiblemente desde 5 hasta 9 y más preferiblemente desde 6 hasta 8. Esto es particularmente ventajoso para la capa de fosfato al menos fundamentalmente monomolecular situada sobre la superficie del implante o pilar.
- 55 En otro aspecto, la presente invención se refiere también a un método para la preparación del implante dental o pilar descrito anteriormente. Según este método, el cuerpo cerámico del implante dental o pilar se trata con una solución acuosa de tampón fosfato y posteriormente se lava con agua o una solución acuosa sin contenido en fosfato. Se
- 60
- 65

entiende que, antes del lavado con los fluidos de lavado antes mencionados, puede llevarse a cabo un prelavado opcional utilizando, por ejemplo, un alcohol.

5 La solución acuosa de tampón fosfato utilizada para el tratamiento contiene fosfatos, típicamente en una concentración desde 10 mM hasta 3 M, preferiblemente desde 20 mM hasta 1 M y más preferiblemente desde 50 mM hasta 1 M, y normalmente tiene un pH desde 4 hasta 10, preferiblemente desde 5 hasta 9 y más preferiblemente desde 6 hasta 8.

10 Los fosfatos contenidos en la solución acuosa de tampón fosfato se seleccionan del grupo que consiste en ortofosfato, polifosfatos, ciclofosfatos y mezclas de los mismos. Más preferiblemente, los fosfatos contenidos se seleccionan del grupo que consiste en ortofosfato, difosfato, trifosfato, trimetafosfato y mezclas de los mismos. Lo más preferiblemente, la solución tampón contiene ortofosfato.

15 Se ha descubierto que el tiempo de lavado no influye de forma significativa en el espesor de la capa de fosfato obtenida, siempre que se observe cierto tiempo mínimo de lavado. Típicamente, la superficie se lava durante aproximadamente 5 s a 10 min.

20 Llevando a cabo estas operaciones se obtiene una capa de fosfato al menos fundamentalmente monomolecular con un espesor de menos de 1,0 nm sobre la superficie cerámica del cuerpo. Al mismo tiempo se conserva en lo esencial la morfología de la superficie del cuerpo cerámico.

25 En una realización preferida, el implante dental o pilar se somete además a un tratamiento térmico o hidrotérmico antes o después de lavar con agua pura. Esto mejora la estabilidad de la capa de fosfato sobre el cuerpo cerámico. Simultáneamente, el implante dental o pilar se esteriliza mediante el tratamiento térmico, lo que resulta particularmente ventajoso en vista del uso previsto para la colocación en el hueso de un paciente.

30 En una realización preferida, la superficie del cuerpo cerámico se hace rugosa y/o se vuelve hidrófila antes del tratamiento con la solución acuosa de tampón fosfato. Por lo tanto, el revestimiento de fosfato se aplica a una superficie cerámica rugosa y/o hidrófila.

Una superficie rugosa puede obtenerse mediante los métodos generalmente conocidos en la técnica, tales como un chorreado con abrasivos o un grabado químico, por ejemplo.

35 Una superficie hidrófila puede obtenerse mediante los métodos generalmente conocidos en la técnica, tales como un grabado químico, una irradiación con UV o un tratamiento por láser, por ejemplo.

40 Se prefiere particularmente que la superficie cerámica sea tanto rugosa como hidrófila. Tal superficie puede obtenerse, por ejemplo, mediante un chorreado con arena y un grabado al ácido posterior, como se describe en el documento EP 1 450 722. La descripción del documento EP 1 450 722 relativa a la preparación de una superficie rugosa e hidrófila se incorpora así por referencia. Como se mostrará en los ejemplos siguientes, mediante la capa de fosfato de la presente invención puede lograrse una hidrofiliencia particularmente duradera si el cuerpo se ha sometido previamente a un tratamiento para hacerlo rugoso, tal como el mencionado anteriormente.

45 Preferiblemente, el implante o pilar de la presente invención se coloca posteriormente en un recipiente hermético al gas y hermético al líquido. Esto protege el implante o pilar durante el transporte y el almacenamiento.

La presente invención se describe adicionalmente mediante los siguientes ejemplos:

50 Ejemplo 1: Preparación de un revestimiento de fosfato grueso (estado de la técnica)

#### Preparación de muestras

55 Unos discos de ZrO<sub>2</sub> lisos (Tosoh de Ceramtec), con un diámetro de 14 mm y una superficie pulida, se limpiaron con un agente limpiador básico sin contenido en fosfatos (Deconex 15PF de Max F. Keller GmbH, Mannheim) y se sometieron a ultrasonidos durante 5 min y a una limpieza con plasma de oxígeno (utilizando un aparato de tipo "Femto" de Diener Electronics GmbH + Co. KG, Ebhausen, Alemania; 35 W, 6 sccm (centímetros cúbicos estándar por minuto) (*standard cubic centimetre per minute*); 1 cm<sup>3</sup> por minuto a presión normal, es decir 1.013 mbares) de flujo de gas de O<sub>2</sub>, p ≈ 0,1 mbares, tiempo = 2,5 minutos).

60 Los discos limpiados se sumergieron en 10 ml de tampón fosfato sódico 0,5 M (pH = 7,2) en unos tubos de ensayo de vidrio y se sometieron a un tratamiento hidrotérmico (121 °C, 20 min) en el autoclave.

Sin lavarlos, los discos se secaron calentándolos a 60 °C durante 1 h.

Morfología de la superficie

La morfología de la superficie de los discos se examinó con un microscopio óptico. Se tomaron imágenes con 50 aumentos. Las figuras 1a, 1b y 1c muestran la superficie de tres discos diferentes tratados en la manera antes descrita.

5 Como puede verse claramente en estas imágenes, se ha formado sobre la superficie cerámica un revestimiento de fosfato relativamente grueso y no homogéneo, que cubre por completo esta superficie.

Espesor de la capa de fosfato

10 El espesor de los revestimientos de fosfato determinado estaba en un intervalo de micrómetros. La determinación se llevó a cabo para tres muestras utilizando microscopía confocal y se obtuvieron los siguientes resultados:

- Muestra 1: ≈ 4 a 5 μm
- Muestra 2: ≈ 20 a 25 μm
- Muestra 3: ≈ 15 μm

15 Ejemplo 2: Preparación de una capa de ortofosfato fundamentalmente monomolecular (lavado por inmersión)

Preparación de muestras

20 Unos discos de ZrO<sub>2</sub> lisos (Tosoh de Ceramtec), con un diámetro de 14 mm y una superficie pulida, se limpiaron con un agente limpiador básico sin contenido en fosfatos (Deconex 15PF de Max F. Keller GmbH, Mannheim) y se sometieron a ultrasonidos durante 5 min y a una limpieza con plasma de oxígeno (utilizando un aparato de tipo "Femto" de Diener Electronics GmbH + Co. KG, Ebhausen, Alemania; 35 W, 6 sccm de flujo de gas de O<sub>2</sub>, p ≈ 0,1 mbares, tiempo = 2,5 minutos).

25 Los discos limpiados se sumergieron en 10 ml de tampón fosfato sódico 0,5 M (pH = 7,2) en unos tubos de ensayo de vidrio y se sometieron a un tratamiento hidrotérmico (121 °C, 20 min) en el autoclave.

30 A continuación, los discos tratados se lavaron con agua ultrapura: Se llenaron de agua (300 ml cada uno) dos vasos de precipitados de vidrio y se sumergieron los discos durante aproximadamente 5 s en cada uno de los vasos de precipitados mientras se realizaban movimientos circulares lentos.

A continuación se secó la superficie mediante soplado en una corriente de Ar.

35 Morfología de la superficie

La morfología de la superficie de los discos se examinó con un microscopio óptico. Se tomaron imágenes con 50 aumentos. Las figuras 2a, 2b y 2c muestran la superficie de tres discos diferentes tratados en la manera antes descrita.

40 En estas imágenes, la capa de fosfato sobre la superficie cerámica es invisible y la morfología de la superficie cerámica permanece fundamentalmente inalterada.

Composición de la superficie

La composición química de la superficie se determinó mediante XPS y está representada a continuación:

45

#	Zr [%]	P [%]	Y [%]	C [%]	N [%]	O [%]	Si [%]	Al [%]
3	23,4	2,7	1,5	14,7	0,3	54,4	2,0	0,9
4	23,7	2,8	1,4	18,6	0,9	50,7	0,8	0,8

Espesor de la capa de fosfato

Sobre la base de las concentraciones atómicas antes indicadas, se calculó el espesor de las capas de fosfato sobre la base de las siguientes suposiciones:

- 50 - Estructura tetragonal de ZrO<sub>2</sub>, (101) superficie (célula unidad 3,6 Å x 3,6 Å x 5,18 Å; 2 Zr, 4 O) → n<sub>Zr,101</sub> = 7,58 átomos/nm<sup>2</sup>; distancia entre capas d<sub>Zr,101</sub> = 0,254 nm
- Número de sitios de unión de fosfato igual a número de átomos de Zr en las superficies → n<sub>P,101</sub> = 7,58 átomos/nm<sup>2</sup> (número de sitios de unión igual a número de átomos de Zr en la superficie)
- 55 - Recorrido libre medio de electrones: λ = 3,47 nm

A continuación se calculó el espesor de la capa de fosfato utilizando la siguiente ecuación:

$$Z = \frac{\text{capa super.}}{\text{sustrato}} \cdot \cos \sigma \cdot \frac{\text{sustrato}}{\text{capa super.}} \left( \frac{I_{\text{overlayer}} \cdot n_{\text{substrate}}}{I_{\text{substrate}} \cdot n_{\text{overlayer}}} + 1 \right) \cdot \frac{1}{d_{\text{Zr},101}}$$

8



(siendo  $\theta$  el ángulo de emisión de electrones; en el caso presente  $\theta = 45^\circ$ )

5 Sobre la base de los promedios de las dos muestras anteriores, el espesor de la capa de fosfato determinado era de 1,1 monocapas.

Ejemplo 3: Preparación de una capa de ortofosfato fundamentalmente monomolecular (lavado bajo agua corriente)

Preparación de muestras

10 Unos discos de ZrO<sub>2</sub> lisos (Tosoh de Ceramtec), con un diámetro de 14 mm y una superficie pulida, se limpiaron con un agente limpiador básico sin contenido en fosfatos (Deconex 15PF de Max F. Keller GmbH, Mannheim) y se sometieron a ultrasonidos durante 5 min y a una limpieza con plasma de oxígeno (utilizando un aparato de tipo "Femto" de Diener Electronics GmbH + Co. KG, Ebhausen, Alemania; 35 W, 6 sccm de flujo de gas de O<sub>2</sub>, p ≈ 0,1 mbares, tiempo = 2,5 minutos).

15 Los discos limpiados se sumergieron en 10 ml de tampón fosfato sódico 0,5 M (pH = 7,2) en unos tubos de ensayo de vidrio y se sometieron a un tratamiento hidrotérmico (121 °C, 20 min) en el autoclave.

20 A continuación, los discos tratados se lavaron bajo agua corriente durante aproximadamente 30 s y se secaron mediante soplado en una corriente de Ar.

Composición de la superficie

La composición química de la superficie se determinó mediante XPS y está representada a continuación:

#	Zr [%]	P [%]	Y [%]	C [%]	N [%]	O [%]	Si [%]	Al [%]
5	23,8	2,6	1,4	19,4	1,2	49,9	0,7	1,0
6	22,7	2,1	1,2	19,4	0,1	51,4	2,0	0,7

25 Espesor de la capa de fosfato  
El espesor de la capa de fosfato se calculó según el método descrito en el ejemplo 2. Sobre la base de los promedios de las dos muestras anteriores, el espesor de la capa de fosfato determinado era de 0,9 monocapas.

30 Ejemplo 4: Preparación de una capa de ortofosfato fundamentalmente monomolecular (lavado y sometimiento a ultrasonidos)

Preparación de muestras

35 Unos discos de ZrO<sub>2</sub> lisos (Tosoh de Ceramtec), con un diámetro de 14 mm y una superficie pulida, se limpiaron con un agente limpiador básico sin contenido en fosfatos (Deconex 15PF de Max F. Keller GmbH, Mannheim) y se sometieron a ultrasonidos durante 5 min y a una limpieza con plasma de oxígeno (utilizando un aparato de tipo "Femto" de Diener Electronics GmbH + Co. KG, Ebhausen, Alemania; 35 W, 6 sccm de flujo de gas de O<sub>2</sub>, p ≈ 0,1 mbares, tiempo = 2,5 minutos).

40 Los discos limpiados se sumergieron en 10 ml de tampón fosfato sódico 0,5 M (pH = 7,2) en unos tubos de ensayo de vidrio y se sometieron a un tratamiento hidrotérmico (121 °C, 20 min) en el autoclave.

45 A continuación, los discos tratados se lavaron con agua ultrapura: Se llenaron de agua (300 ml cada uno) dos vasos de precipitados de vidrio y se sumergieron los discos durante aproximadamente 5 s en cada uno de los vasos de precipitados mientras se realizaban movimientos lentos. Posteriormente, los discos se sometieron a ultrasonidos durante 5 minutos en agua a temperatura ambiente, a lo que siguió otra ronda de lavados como se ha indicado antes.

Composición de la superficie

50 A continuación se secó la superficie mediante soplado en una corriente de Ar.

La composición química de la superficie se determinó mediante XPS y está representada a continuación:

#	Zr [%]	P [%]	Y [%]	C [%]	N [%]	O [%]	Si [%]	Al [%]
7	24,6	2,1	1,6	18,8	0,4	50,4	0,9	1,0
8	25,0	2,2	1,6	17,0	0,1	52,6	0,8	0,7

55 Espesor de la capa de fosfato

El espesor de la capa de fosfato se calculó según el método descrito en el ejemplo 2. Sobre la base de los promedios de las dos muestras anteriores, el espesor de la capa de fosfato determinado era de 0,80 monocapas.

Ejemplo 5: Medición del ángulo de contacto de muestras que tienen una capa de fosfato delgada (grabado con HF (ácido fluorhídrico) de sustrato cerámico antes del revestimiento con fosfato)

5 Unos discos de ZrO<sub>2</sub> (MZ111 de Ceramtec), con un diámetro de 15 mm, se limpiaron según los ejemplos 1 a 4. Las muestras limpias se trataron como sigue:

A (según la presente invención):

10 grabado con HF seguido de lavado con agua pura e

- I) inmersión en tubo de ensayo en tampón fosfato sódico 0,5 M (pH = 7,2)
- o
- II) inmersión en tubo de ensayo en tampón fosfato sódico 0,1 M (pH = 7,2)

15 B (referencia):

grabado con HF seguido de lavado con agua pura y almacenamiento en agua pura

Composición de la superficie

20 Para la caracterización por XPS, las muestras se almacenaron en el tampón fosfato durante 2 días y a continuación se lavaron en agua ultrapura, a lo que siguió un secado por soplado en una corriente de Ar.

Para las muestras según la presente invención (dos muestras para cada concentración), se ha determinado mediante XPS la siguiente composición de la superficie:

25

#	Zr [%]	P [%]	Y [%]	C [%]	N [%]	O [%]	F [%]
A.I, 01	31,5	2,3	1,4	7,0	0,3	56,8	0,8
A.I, 02	31,4	2,2	1,2	6,9	0,7	56,7	0,8
A.II, 01	28,6	2,1	1,2	16,4	0,7	50,4	0,6
A.II, 02	29,8	2,2	1,3	12,6	0,4	53,0	0,8

Espesor de la capa de fosfato

30 El espesor de la capa de fosfato se calculó según el método descrito en el ejemplo 2. Sobre la base de los promedios de las muestras anteriores, el espesor de la capa de fosfato determinado era de 0,7 monocapas para la muestra A.I y de 0,7 monocapas para la muestra A.II.

Ángulo de contacto

35 Las mediciones del ángulo de contacto se llevaron a cabo utilizando un ensayo de gota sésil con agua ultrapura (EasyDrop DSA20E, Krüss GmbH). Las muestras se analizaron después de diferentes tiempos de inmersión de 1 día y 22 días en tampón fosfato. Las muestras analizadas después de 1 día se almacenaron después en seco y se volvieron a medir en momentos posteriores (6 d, 13 d, 21 d de almacenamiento en aire). Las muestras almacenadas en líquido se lavaron con agua ultrapura (dos vasos de precipitados de vidrio llenos de agua, aproximadamente 5 segundos de lavado en cada uno sumergiendo las muestras y realizando movimientos lentos) y se secaron por soplado en una corriente de Ar justo antes del análisis.

40

Los resultados de las mediciones del ángulo de contacto se muestran a continuación. Las muestras de referencia se mantuvieron en agua hasta el primer análisis (0 d), con el fin de evitar la exposición al aire y de tener el mismo punto de partida que para las muestras que tenían una capa de fosfato según la presente invención.

45

Muestra	Periodo de almacenamiento	Ángulo de contacto 1	Ángulo de contacto 2
B (ref)	0d	0°	0°
B (ref)	6d; aire	4,6°	5,4°
B (ref)	13d; aire	17,6°	11,6°
B (ref)	21d; aire	65°	24,7°
A.II	22d; líquido	0°	0°
A.I	1d; líquido	0°	0°
A.I	22d; líquido	0°	0°
A.I	6d; aire	0°	0°
A.I	13d; aire	0°	2°
A.I	21d; aire	1,6°	1,5°

Para cada método y momento de tratamiento se han medido los ángulos de contacto de dos muestras diferentes (ángulos de contacto 1 y 2, respectivamente).

5 Todas las muestras eran hidrófilas justo después de la preparación; mostraron una humectación completa y, así, ángulos de contacto de 0°.

Los ángulos de contacto de las muestras de referencia aumentaron con el tiempo de almacenamiento adicional en aire.

10 En comparación, las muestras según la presente invención, que estaban cubiertas con una capa de fosfato, siguieron siendo superhidrófilas con ángulos de contacto por debajo de 5°, incluso después de un periodo de almacenamiento de 21 d en aire.

15 Ejemplo 6: Preparación y ángulos de contacto de superficie iniciales de una capa de ortofosfato fundamentalmente monomolecular (chorreada con arena y grabada al ácido)

Preparación de muestras

20 Unos discos de ZrO<sub>2</sub> lisos (Y-TZP, zircona estabilizada con itria), con un diámetro de 5 mm y una superficie mecanizada, se limpiaron con un agente limpiador básico sin contenido en fosfatos (Deconex 15PF de Max F. Keller GmbH, Mannheim) y se sometieron a ultrasonidos durante 5 min (sin limpieza por plasma de oxígeno).

A continuación, los discos se sometieron a un chorreado con arena con corindón y a un tratamiento con ácido con HF con el fin de hacer rugosa la superficie.

25 Los discos tratados se sumergieron en 20 ml de tampón fosfato sódico 0,1 M (pH = 7,2; 3,37 ml 85% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, 3,4 g NaOH, ajuste de pH con NaOH 1 M) en un vaso Schott de 25 ml (Duranglas) y se sometieron a un tratamiento hidrotérmico (121 °C, 20 min).

30 A continuación, los discos tratados se lavaron bajo agua corriente y se secaron por soplado en una corriente de N<sub>2</sub>.

Composición de la superficie

La composición química de la superficie se determinó mediante XPS y está representada a continuación:

#	Zr [%]	P [%]	Y [%]	C [%]	N [%]	O [%]	Na [%]	Al [%]	Mg [%]	Cl [%]	F [%]	Ca [%]
9	26,1	3,8	0,9	11,3	0,6	54,6	0,0	1,9	0,1	0,0	0,5	0,2
10	25,0	3,9	0,9	11,3	0,5	55,1	0,6	1,6	0,0	0,0	1,1	0,0
11	26,0	3,6	0,9	9,5	1,2	54,8	0,5	1,7	0,2	0,0	0,8	0,8

35 Espesor de la capa de fosfato

El espesor de la capa de fosfato se calculó según el método descrito en el ejemplo 2. Sobre la base de los promedios de las tres muestras anteriores, el espesor de la capa de fosfato determinado era de 1,3 monocapas.

Ángulos de contacto de superficie iniciales

40 Las mediciones de los ángulos de contacto se llevaron a cabo con el EasyDrop DSA20E (Krüss GmbH) utilizando un ensayo de gota sésil con agua ultrapura. Para cada tipo de superficie se midieron tres muestras. Las muestras almacenadas en líquido se secaron por soplado en una corriente de Ar antes de la medición. Después de la medición del ángulo de contacto, todas las muestras se lavaron bien bajo agua corriente, se secaron por soplado con Ar y se volvieron a medir. El tamaño de la gotita para las mediciones del ángulo de contacto fue de 0,1 µl para todas las muestras. Los ángulos de contacto se determinaron utilizando el procedimiento de ajuste de círculo (ajuste de una función de segmento circular al contorno de la gotita situada sobre la superficie) implementado en el software.

50 Las muestras "Fosfato" se prepararon como se ha descrito anteriormente (presente ejemplo); las muestras "Comparación" eran discos de ZrO<sub>2</sub> procedentes de la misma fuente, que se chorrearon con arena y se grabaron al ácido, pero no se trataron con un tampón fosfato.

55 Los resultados de las mediciones del ángulo de contacto (AC) están recopilados en la tabla siguiente. La parte izquierda de la tabla presenta los resultados de las mediciones del ángulo de contacto después de secar por soplado las muestras almacenadas en líquido. La parte derecha de la tabla presenta los resultados después de lavar todas las muestras con agua y secarlas por soplado con Ar.

Muestra	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3
	AC [°]	AC [°]	AC [°]	AC [°]	AC [°]	AC [°]
Fosfato	0	0	0	0	0	0
Comparación	53,5	66,7	8,7	20,3	30,0	7,6

Ejemplo 7: Preparación y ángulos de contacto de superficie de una capa de ortofosfato fundamentalmente monomolecular (chorreada con arena y grabada al ácido)

#### 5 Preparación de muestras

Unos discos de  $ZrO_2$  lisos (Y-TZP, zircona estabilizada con itria), con un diámetro de 5 mm y una superficie mecanizada, se limpiaron con un agente limpiador básico sin contenido en fosfatos (Deconex 15PF de Max F. Keller GmbH, Mannheim) y se sometieron a ultrasonidos durante 5 min (sin limpieza por plasma de oxígeno).

10 A continuación, los discos se sometieron a un chorreado con arena con corindón y a un tratamiento con ácido con HF con el fin de hacer rugosa la superficie.

15 Los discos limpiados se sumergieron en 20 ml de tampón fosfato sódico 0,1 M (pH = 7,2; 3,37 ml 85%  $H_3PO_4$ , 3,4 g NaOH, ajuste de pH con NaOH 1 M) en un vaso Schott de 25 ml (Duranglas) y se sometieron a un tratamiento hidrotérmico (121 °C, 20 min).

#### 20 Ángulos de contacto de superficie

Las mediciones de los ángulos de contacto se llevaron a cabo con el EasyDrop DSA20E (Krüss GmbH) utilizando un ensayo de gota sésil con agua ultrapura. Para cada tipo de superficie se midieron dos muestras. Las muestras almacenadas en líquido se secaron por soplado en una corriente de Ar antes de la medición. Después de la medición del ángulo de contacto, todas las muestras se lavaron bien bajo agua corriente, se secaron por soplado con Ar y se volvieron a medir. El tamaño de la gotita para las mediciones del ángulo de contacto fue de 0,1  $\mu$ l para todas las muestras. Los ángulos de contacto se determinaron utilizando el procedimiento de ajuste de círculo (ajuste de una función de segmento circular al contorno de la gotita situada sobre la superficie) implementado en el software.

25 Las muestras "Fosfato" se prepararon como se ha descrito anteriormente (presente ejemplo); las muestras "Comparación" eran discos de  $ZrO_2$  procedentes de la misma fuente, que se chorrearon con arena y se grabaron al ácido, pero no se trataron con un tampón fosfato.

30 Los resultados de las mediciones del ángulo de contacto (AC) inicial están recopilados a continuación en la primera tabla. La parte izquierda de la primera tabla presenta los resultados de las mediciones del ángulo de contacto después de secar por soplado las muestras almacenadas en líquido. La parte derecha de la tabla presenta los resultados después de lavar todas las muestras con agua y secarlas por soplado con Ar.

35

	Muestra 1	Muestra 2		Muestra 1	Muestra 2
	AC [°]	AC [°]		AC [°]	AC [°]
Fosfato	0	0		0	0
Comparación	45,2	50,2		32,2	12,2

40 Los ángulos de contacto de las mismas muestras se midieron una vez más después de almacenar en aire durante 19 días las muestras lavadas y secadas por soplado. Los resultados de las mediciones del ángulo de contacto después de 19 días de almacenamiento en aire se muestran a continuación en la segunda tabla:

40

	Muestra 1	Muestra 2
	AC [°]	AC [°]
Fosfato	31,4	18,9
Comparación	99	103,7

45 Como puede deducirse de los resultados anteriores, la superficie de los discos de óxido de zirconio cubierta con una capa de fosfato fundamentalmente monomolecular no sólo es considerablemente más hidrófila en la fase inicial, sino que su hidrofiliidad se conserva algo incluso durante un almacenamiento prolongado en aire. Los discos de óxido de zirconio sin revestimiento de fosfato se volvieron completamente hidrófobos dentro del plazo de estos 19 días.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Implante dental o pilar que comprende un cuerpo cerámico que tiene una superficie, comprendiendo el cuerpo cerámico zircona como componente principal, en donde al menos una primera zona superficial del cuerpo cerámico está cubierta con una capa de fosfato al menos fundamentalmente monomolecular que tiene un espesor de menos de 1,0 nm, en donde la capa de fosfato contiene fosfatos seleccionados del grupo que consiste en ortofosfato, polifosfatos, ciclofosfatos y mezclas de los mismos.
- 10 2. Implante dental o pilar según la reivindicación 1, en donde el cuerpo cerámico está cubierto con una capa de fosfato monomolecular.
- 15 3. Implante dental o pilar según la reivindicación 1 o 2, en donde la capa de fosfato tiene un espesor de aproximadamente 0,5 nm.
- 20 4. Implante dental o pilar según una de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el fosfato se selecciona del grupo que consiste en ortofosfato, difosfato, trifosfato, trimetafosfato y mezclas de los mismos y preferiblemente es ortofosfato.
- 25 5. Implante dental según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el implante dental comprende una zona de superficie de contacto con el hueso y opcionalmente también una zona de superficie de contacto con el tejido blando y en donde al menos la zona de superficie de contacto con el hueso está cubierta con la capa de fosfato.
- 30 6. Implante dental según la reivindicación 5, en donde la zona de superficie de contacto con el tejido blando también está cubierta con la capa de fosfato.
- 35 7. Implante dental según una de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el implante dental comprende una parte de anclaje, para anclar el implante dental en un hueso maxilar, y una parte de montaje, para unir una supraestructura, y al menos la parte de anclaje está cubierta con la capa de fosfato.
- 40 8. Implante dental según una de las reivindicaciones 1 a 7 o pilar según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde toda la superficie del cuerpo cerámico está cubierta con la capa de fosfato.
- 45 9. Implante dental según una de las reivindicaciones 1 a 8 o pilar según una de las reivindicaciones 1 a 4 u 8, en donde el cuerpo cerámico está hecho de zircona estabilizada, preferiblemente de zircona estabilizada con itria, zircona estabilizada con ceria, zircona estabilizada con óxido de magnesio o zircona estabilizada con alúmina, lo más preferiblemente de zircona estabilizada con itria.
- 50 10. Implante dental según una de las reivindicaciones 1 a 9 o pilar según una de las reivindicaciones 1 a 4, 8 o 9, en donde el implante dental o pilar está almacenado en agua que opcionalmente contiene uno o más aditivos.
- 55 11. Implante dental o pilar según la reivindicación 10, en donde el implante dental o pilar está almacenado en una solución acuosa de fosfato, preferiblemente en una solución acuosa de tampón fosfato.
- 60 12. Kit que comprende un recipiente hermético al gas y hermético al líquido y el implante dental de una de las reivindicaciones 1 a 11 o el pilar de una de las reivindicaciones 1 a 4 u 8 a 11, en donde el implante dental o pilar está almacenado en el recipiente.
13. Kit según la reivindicación 12, en donde al menos parte del volumen restante del recipiente está lleno de agua y/o un gas inerte, en particular de una solución acuosa de tampón fosfato.
14. Método para la preparación del implante dental según una de las reivindicaciones 1 a 11 o del pilar según una de las reivindicaciones 1 a 4 u 8 a 11, en donde el cuerpo cerámico del implante dental o pilar se trata con una solución acuosa de tampón fosfato, que contiene fosfatos en una concentración desde 10 mM hasta 3 M y tiene un pH desde 4 hasta 10, seleccionándose los fosfatos del grupo que consiste en ortofosfato, polifosfatos, ciclofosfatos y mezclas de los mismos, y posteriormente se lava con agua o con una solución acuosa sin contenido en fosfato durante aproximadamente 5 segundos a 10 minutos.
15. Método según la reivindicación 14, en donde el implante dental o pilar se somete además a un tratamiento térmico o hidrotérmico antes o después del lavado.
16. Método según la reivindicación 14 o 15, en donde la superficie del cuerpo cerámico se hace rugosa y/o se vuelve hidrófila antes del tratamiento con la solución acuosa de tampón fosfato.

# Fig. 1a-1c (técnica anterior)



Fig. 1a

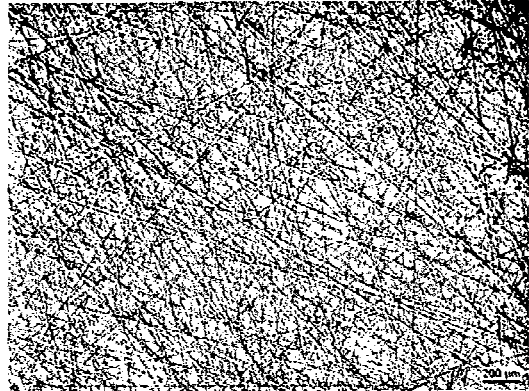


Fig. 2a



Fig. 1b

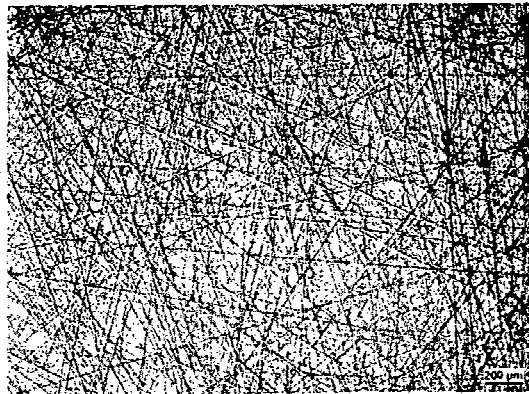


Fig. 2b



Fig. 1c

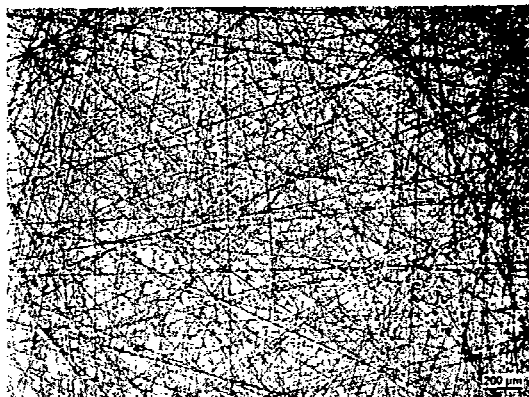


Fig. 2c