



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 340 961**

51 Int. Cl.:
A61L 27/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07255083 .3**

96 Fecha de presentación : **29.12.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1997524**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.12.2008**

54 Título: **Revestimientos sinterizados para prótesis implantables.**

30 Prioridad: **31.05.2007 US 941127 P**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.06.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.06.2010

73 Titular/es: **DePuy Products, Inc.**
700 Orthopaedic Drive
Warsaw, Indiana 46581, US

72 Inventor/es: **Rivard, Kori y**
Aboud, Bernice

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 340 961 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).

ES 2 340 961 T3

DESCRIPCIÓN

Revestimientos sinterizados para prótesis implantables.

5 La presente invención se refiere a revestimientos sinterizados para prótesis implantables, en particular aquellas en las que se dispone una capa de partículas metálicas esféricas sobre una capa de partículas metálicas esféricas.

10 Existe un número de criterios de diseño que han sido muy buscados para implantes de sustitución segmental ósea, que incluyen: (1) el implante debe durar el tiempo de vida del paciente sin perder su función ni iniciar ninguna respuesta de proceso adverso, (2) el implante debe restaurar la función normal del hueso en el que se implanta, y (3) el implante debe ser susceptible de fabricación a escala comercial. Estos requisitos significan que la entrecara entre el implante y el hueso, así como el propio implante, deben ser capaces de resistir la carga total aplicada (la cual fluctuará).

15 Con frecuencia, se utiliza un material de cemento polimérico, tal como polimetil metacrilato, para fijar un implante al hueso, así como para mejorar el acoplamiento entre el implante y el hueso. También se han proporcionado implantes con revestimientos porosos que se emparejan con el hueso y que invitan al hueso a un crecimiento hacia dentro de tal modo que, después de un período de tiempo, la prótesis se encuentra integrada en la estructura del hueso. Revestimientos típicos han sido descritos en los documentos US-3855638, US-4206516, US-4156943, y US-4612160.

20 También se han utilizado revestimientos cerámicos para con un buen efecto, y con frecuencia son particularmente deseables debido a la afinidad entre el hueso y los materiales cerámicos tales como la alúmina (Al_2O_3). Revestimientos típicos se encuentran en los documentos US-4145764 y US-4483678 (los cuales están relacionados, en particular, con implantes dentales), y US-4309488 y US-4846837 (los cuales describen de manera más amplia un material implantable de sustitución ósea para su uso en todo el cuerpo).

25 Otro trabajo ha utilizado superficies altamente convolucionadas en el implante. Los documentos US-5368881 y US-5658333 describen el uso de polvo no esférico, para producir una superficie rugosa para prótesis. Estas superficies, sin embargo, se sabe que tienen poca o ninguna porosidad inter-conectada.

30 El documento US-5405389 describe una prótesis implantable que tiene un revestimiento sinterizado que se proporciona mediante partículas que tienen dos diámetros diferentes. Las partículas más grandes pueden no ser esféricas.

La presente invención proporciona una prótesis según se define en la reivindicación 1.

35 Con preferencia, el artículo tiene una capa más externa y una capa intermedia dispuesta entre la capa más externa y la superficie exterior del artículo. La capa más externa consiste esencialmente en partículas metálicas esféricas. El tamaño de las partículas es de al menos $50 \mu m$, con preferencia al menos $150 \mu m$. El tamaño de partícula no es mayor de $500 \mu m$, con preferencia no más de $300 \mu m$. La capa intermedia consiste esencialmente en partículas metálicas sustancialmente esféricas. El tamaño de las partículas es de al menos $50 \mu m$, con preferencia al menos $150 \mu m$. El tamaño de partícula no tiene más de $500 \mu m$, con preferencia no más de $300 \mu m$.

40 Las partículas metálicas esféricas y las partículas metálicas esféricas pueden, independientemente, comprender cada una de ellas uno o más metales tales como cobalto, cromo, molibdeno, tántalo y titanio. En algunas realizaciones, las partículas metálicas esféricas y esféricas tienen la misma composición que el sustrato sobre el que se disponen las mismas, es decir, el artículo o al menos la superficie exterior del mismo. En algunas realizaciones, el sustrato, las partículas metálicas esféricas y las partículas metálicas esféricas comprenden titanio, aunque en otras realizaciones, éstas comprenden cobalto y cromo.

45 El sustrato puede comprender uno o más metales tales como cobalto, cromo, molibdeno, tántalo y titanio. Algunos artículos o prótesis utilizan un sustrato que es de una composición diferente a la de las partículas. En algunas realizaciones, el sustrato comprende una composición de aleación (Ti-6-Aluminio-4-Vanadio, por ejemplo).

50 En algunas realizaciones, la(s) capa(s) de partículas metálicas esféricas y la(s) capa(s) de partículas metálicas esféricas tienen un espesor combinado de $100 \mu m$ a $2,5 \text{ mm}$ sobre el sustrato.

55 La presente invención proporciona también procedimientos para realizar una prótesis según se describe aquí. En algunas realizaciones, los procedimientos comprenden:

proporcionar un sustrato;

60 disponer sobre el sustrato una o más capas de partículas metálicas esféricas que tengan un tamaño medio de partícula desde aproximadamente 50 hasta $500 \mu m$, y

sinterizar metalúrgicamente las partículas sobre el sustrato.

65 En algunos aspectos, la invención se refiere a un procedimiento en el que partículas metálicas son sinterizadas metalúrgicamente sobre la superficie de un sustrato metálico sólido (o la superficie del implante/artículo). El revestimiento superficial puede producir una estructura altamente rugosa, altamente porosa. En algunas realizaciones, el

ES 2 340 961 T3

revestimiento poroso producirá una porosidad aparente de entre aproximadamente un 20% y aproximadamente un 80%. En otras realizaciones, la porosidad está entre aproximadamente un 55% y aproximadamente un 75%.

En la presente invención, se dispone un revestimiento metálico sinterizado sobre un sustrato. En particular, el revestimiento comprende una primera sección de partículas simétricas aplicadas a al menos una superficie del sustrato, y una segunda sección del revestimiento que ha sido formada a partir de partículas simétricas y que se ha aplicado a la primera sección del revestimiento. Las capas de partículas están sinterizadas metalúrgicamente en cada una de las otras y sobre el sustrato sólido.

Las superficies recubiertas de la invención son adecuadas para dispositivos médicos implantables. La implantación de los dispositivos conlleva, en general, colocar el implante en el interior del, o adyacente al, hueso. Las superficies de la invención tienen buenas propiedades de rugosidad y porosidad, que permiten que los dispositivos tengan una mayor fijación inicial y un mayor crecimiento hacia dentro del hueso que los dispositivos convencionales. La mayor fijación inicial podrá dar como resultado una recuperación más rápida para el receptor del dispositivo.

Los dispositivos médicos implantables incluyen las prótesis implantables. La invención, por ejemplo, puede ser aplicada a todos los tipos de prótesis metálicas que sean sujetables al hueso en cualquier posición en el interior del cuerpo. Ejemplos de prótesis implantables incluyen huesos faciales, caderas, rodillas u otras articulaciones, e implantes dentales.

Típicamente, el revestimiento se aplica a la superficie del sustrato (es decir, el artículo o prótesis, en algunas realizaciones), utilizando técnicas de sinterización convencionales conocidas en el estado de la técnica. La sinterización puede ser llevada a cabo en un horno de vacío a alta temperatura. Diversas compañías proporcionan servicios de revestimiento para prótesis metálicas que pueden ser utilizadas en la puesta en práctica de la invención, incluyendo Bio-Vac Inc. (Southfield, Mich.), Hy-Vac Technologies, Inc. (Detroit, Mich.), y Astro Met., Inc. (Cincinnati, Ohio).

En la presente invención, los revestimientos pueden ser colocados sobre la superficie en una o más aplicaciones. Una capa de primeras partículas (conocidas también como polvo o perlas), se sitúa sobre la superficie del sustrato. Estas primeras partículas son esféricas y pueden ser aplicadas a modo de múltiples revestimientos, si se desea. Una segunda capa de partículas, partículas esféricas, se aplica sobre la primera capa de partículas. Las segundas partículas pueden ser también aplicadas a modo de múltiples revestimientos, si se desea.

El revestimiento comprende partículas sinterizadas de metal biocompatible tal como, por ejemplo, cobalto, cromo, molibdeno, tantalito, titanio y mezclas de los mismos. Ejemplos de metales adecuados incluyen tantalito puro, titanio puro, una aleación de titanio (por ejemplo, Ti6Al 4V; ASTM-F136), y una aleación de cobalto-cromo (por ejemplo, ASTM-F75). En algunas realizaciones preferidas, el revestimiento metálico podrá tener la misma composición que la prótesis subyacente.

Un tipo de partículas utilizadas en la presente invención, son de forma sustancialmente esférica. Es decir, sus secciones transversales son sustancialmente circulares. Para partículas esféricas, el diámetro de una partícula (y, por tanto, su tamaño), se define mediante referencia a la cuerda más larga entre dos puntos cualesquiera de la superficie de la partícula. Estas partículas esféricas son metálicas. Con preferencia, el tamaño de las partículas es de al menos 50 μm , más preferiblemente al menos 150 μm . El tamaño de partícula no es, con preferencia, mayor de 500 μm , más preferiblemente no es mayor de 350 μm .

Otras partículas utilizadas en la invención tienen una forma irregular. Estas partículas son sustancialmente esféricas, por ejemplo las partículas pueden tener secciones transversales que sean de forma irregular. Las secciones transversales pueden ser irregulares con una relación de aspecto que sea distinta de 1. Para facilidad de referencia, las partículas de forma irregular se mencionarán aquí como "partículas esféricas". El diámetro (y, por lo tanto, el tamaño) de las partículas esféricas, se define como el diámetro del orificio más pequeño a través del cual puede pasar la partícula. Estas partículas esféricas son metálicas. Con preferencia, el tamaño de las partículas es de al menos 50 μm , más preferiblemente al menos 150 μm . El tamaño de partícula es, con preferencia, no mayor de 500 μm , más preferiblemente no mayor de 300 μm .

Las partículas esféricas y esféricas pueden tener una distribución de tamaño de partícula modal simple o uno al menos bimodal. Cuando se utilizan partículas al menos bimodales, las partículas pueden ser obtenidas mezclando entre sí al menos dos conjuntos de partículas seleccionadas con tamiz que tengan diámetros medios diferentes.

Típicamente, las capas de partículas sinterizadas simétricas y asimétricas, tienen un espesor combinado de al menos 100 μm . En algunas realizaciones, las capas tienen un espesor combinado de hasta 2,5 mm. En otras realizaciones, las capas tienen un espesor combinado de hasta 2,0 mm. Las capas pueden ser realizadas a partir de cualquier combinación de partículas simétricas y asimétricas con tal que las partículas simétricas sean aplicadas al sustrato y las partículas asimétricas sean aplicadas a las partículas simétricas. Es decir, que la superficie del sustrato debe estar en contacto con partículas predominantemente simétricas. En algunas realizaciones, la relación del espesor de las partículas simétricas respecto al de las asimétricas sobre el sustrato, es de 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50, 40:60, 30:70, 20:80 ó 10:90.

Una cualidad importante de un implante con una superficie recubierta, consiste en la resistencia del enlace entre el revestimiento y el sustrato subyacente. La resistencia de enlace de los presentes revestimientos en la entrecara del

ES 2 340 961 T3

substrato, les permite resistir cargas importantes sin rotura del revestimiento. En particular, la resistencia a la tracción del enlace es mayor que entre el cemento óseo y una superficie metálica. En algunas realizaciones, la resistencia de enlace es de al menos 27,5 MPa (4000 psi).

5 Las definiciones que siguen se proporcionan para una comprensión más completa de los términos que aquí se utilizan.

Según se utiliza aquí, el término “capa intermedia” se refiere a una capa que está situada entre el substrato y la capa externa.

10 Las “partículas metálicas” se refieren también a “polvos metálicos”. En caso de artículos simétricos, también se mencionan como “perlas”.

15 El término “prótesis” está previsto que se refiera a un sustituto artificial de una parte del cuerpo. Una prótesis puede ser funcional, cosmética, o una combinación de las dos.

Un ejemplo de prótesis de ese tipo es el componente femoral para una prótesis de cadera representado en la Figura 1. En esta Figura, el implante 20 protésico puede ser modificado de acuerdo con la invención. A efectos de explicación, el implante 20 protésico es un componente femoral que incluye un vástago 22 previsto para su recepción en la cavidad intramedular de un fémur. Así, el vástago 22 es un miembro de montaje para fijar firmemente el implante al hueso. Se puede apreciar que, en algunas realizaciones, al menos una porción de la superficie del vástago 22 puede ser modificada de acuerdo con la presente invención. Incluso aunque este ejemplo representado se refiera a un componente femoral, se apreciará que la invención es aplicable a cualquier implante protésico que sea susceptible de fijación al hueso en cualquier posición en el interior del cuerpo. El implante 20 puede estar compuesto por cualquiera de los metales y aleaciones biocompatibles utilizados habitualmente con fines protésicos, incluyendo el titanio, cobalto, cromo, tántalo, y acero inoxidable. Ejemplos de prótesis incluyen, aunque sin limitación, los huesos faciales, las caderas, rodillas u otras articulaciones, y los implantes dentales.

30 Cuando una superficie se dice que “porta” partículas metálicas, las partículas están fijadas a la superficie. Los procedimientos de fijación de las partículas, tal como la sinterización, son bien conocidos por los expertos en la materia.

35 Cuando se dice que una capa “consiste esencialmente en” un tipo particular de partículas, se pretende indicar que la mayoría de las partículas de esa capa son de ese tipo. Típicamente, al menos el 90% o el 95% o el 99% de las partículas de la capa son del tipo designado.

40 En algunas realizaciones, puede no existir ninguna barrera discreta entre las capas de perlas. Sin embargo, en tales circunstancias, las partículas de la porción más externa del revestimiento (o capa externa) comprenden una mayoría de partículas irregulares, y la porción del revestimiento adyacente al substrato (o capa intermedia) tendrá una mayoría de las partículas que son esféricas.

El término “partículas sustancialmente esféricas” se refiere a partículas cuya cuerda entre dos puntos varía menos de un 20%.

45 El término “partículas sustancialmente esféricas” se refiere a partículas cuya forma las hace caer fuera de la definición de “partículas sustancialmente esféricas” detallada en lo que antecede.

50 Según se utiliza aquí, el término “al menos una distribución de tamaño bimodal” significa que un gráfico de número de partículas frente a diámetro de partícula, tiene al menos dos picos discernibles. Tales gráficos pueden ser contruidos fácilmente utilizando técnicas de granulometría para construir un histograma, o simplemente contando y midiendo partículas respecto a una porción representativa de una prótesis recubierta. A este respecto, el diámetro de una partícula se define como la cuerda más larga entre dos puntos cualesquiera sobre la superficie de la partícula.

55 La invención se explicará mejor en la presente memoria, a título de ejemplo, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

La Figura 1 presenta una vista en perspectiva de un componente femoral para una prótesis de cadera;

60 la Figura 2 presenta un micrográfico de microscopía de exploración electrónica (SEM) de la partícula esférica de malla -120 +200 utilizada en los Ejemplos 1 a 4;

la Figura 3 presenta un micrográfico SEM de áreas representativas de las muestras de los Ejemplos 1 a 4 con una amplificación de 100X;

65 la Figura 4 presenta fotomicrografías de secciones transversales preparadas metalúrgicamente de los Ejemplos 1 a 4;

ES 2 340 961 T3

la Figura 5 presenta fotomicrografías de secciones transversales preparadas metalúrgicamente de los Ejemplos 5 a 10;

la Figura 6 presenta fotomicrografías de secciones transversales preparadas metalúrgicamente de muestras de los Ejemplos 11, 15, 19, 23 y 27.

Ejemplos 1 a 4

Los Ejemplos 1 a 4 fueron generados utilizando partículas esféricas de malla por debajo de -120 +200, malla de -60 +80, o 175 a 250 μm , o partículas esféricas de 75 a 125 μm . La morfología de las partículas esféricas se muestra en la Figura 2.

Las muestras fueron recubiertas sobre una superficie plana para una consiguiente facilidad de análisis.

Se realizó Microscopía de Exploración Electrónica (SEM) sobre las muestras sinterizadas. Las cuatro muestras eran bastante similares en cuanto a microestructura con los Ejemplos 2 y 4 que aparecen con naturaleza más "cerrada", y fue difícil ver las perlas subyacentes para estas cuatro muestras. Un micrográfico de muestra de cada una de las muestras ha sido mostrado en la Figura 3. Las muestras recubiertas porosas fueron cuidadosamente seccionadas transversalmente, perpendicularmente al revestimiento y al sustrato, montadas, y preparadas metalúrgicamente para una evaluación morfológica. Las fotomicrografías de las secciones transversales se muestran en la Figura 4. Las muestras fueron evaluadas en cuanto a porosidad aparente, espesor global, y longitud media de interceptación de poro, como indicación de un tamaño de poro estimado.

Ejemplo nº	Revestimientos de partículas esféricas de -60 +80	Revestimientos de partículas esféricas de -120 + 200	Porosidad aparente (%)	Espesor (mm)	Longitud media de interceptación (μm)
1	1	3	49,2	0,64	127,8
2	1	4	52,8	0,66	120,2
3	2	2	45,2	0,74	143,4
4	2	3	53,1	0,89	108,2

El proceso produjo un revestimiento que era considerablemente más rugoso cualitativamente que los revestimientos porosos tradicionales dotados de perlas. El polvo pequeño produjo un tamaño de poro global más pequeño, y ningún incremento drástico de la porosidad aparente respecto a los revestimientos porosos dotados de perlas utilizados convencionalmente.

Ejemplos 5 a 10

Los Ejemplos 5 a 10 fueron generados utilizando partículas esféricas de malla -60 +80, y partículas esféricas de malla -50 +60, malla -60 +80, malla -70 +80 y/o malla -80 +100. El polvo presentó una morfología similar al polvo inicial, solo de tamaño más grande. Las muestras fueron recubiertas sobre una superficie plana para una consiguiente facilidad de análisis. Las muestras fueron recubiertas como se indica en la tabla que sigue, con los revestimientos aplicados por orden de izquierda a derecha. Las muestras porosas recubiertas y sinterizadas fueron cuidadosamente seccionadas en dirección transversal, perpendicularmente al revestimiento y al sustrato, montadas y preparadas metalúrgicamente para una evaluación morfológica. Las fotomicrografías de las secciones transversales seleccionadas se muestran en la Figura 5. Las muestras fueron evaluadas en cuanto a porosidad aparente, y espesor global.

ES 2 340 961 T3

Ejemplo nº	Revestimiento de partículas esféricas de -60 +80	Revestimiento de partículas esféricas de -60 + 80	Revestimiento de partículas esféricas de -50 +60	Revestimiento de partículas esféricas de -70 +80	Revestimiento de partículas esféricas de -80 + 100	Porosidad aparente (%)	Espesor
5	1	2			1	63,2	0,86
6	1		2		1	59,2	1,02
7	1			2		57,0	1,02
8	1	2				55,5	0,81
9	1		2			60,4	0,81
10	1			2	1	57,1	1,37

La evaluación cualitativa de rugosidad de los ejemplos 5 a 10 sugirió que cuanto más grande es el tamaño de partícula, más grande es la rugosidad global del revestimiento. Los resultados de porosidad aparente inicial indicaron también una porosidad más alta con partículas más grandes, al menos en comparación con las partículas previas de malla -120 +200 utilizadas en los Ejemplos 1 a 4.

Ejemplos 11 a 30

Los Ejemplos 11 a 30 fueron generados utilizando partículas esféricas de malla -60 +80 y distribuciones variables de tamaños dentro de una malla -50 +80 de partículas esféricas. El polvo presentó una morfología similar al polvo inicial. Las muestras fueron recubiertas sobre una superficie plana para una consiguiente facilidad de análisis. Las muestras fueron recubiertas según se indica en la tabla que sigue, con partículas esféricas aplicadas al sustrato metálico y partículas esféricas aplicadas sobre la parte superior de las partículas esféricas. Muestras porosas recubiertas y sinterizadas, fueron cuidadosamente seccionadas en dirección transversal, perpendicularmente al revestimiento y al sustrato, montadas y preparadas metalúrgicamente para su evaluación morfológica. En la Figura 6 se muestran fotomicrografías de secciones transversales representativas. Las muestras fueron evaluadas en cuanto a porosidad aparente, espesor global, y longitud media de intercepción de poro.

(Tabla pasa a página siguiente)

ES 2 340 961 T3

Ejemplo núm.	Distribución de tamaño de partículas esféricas	Recubrimientos de partículas esféricas	Recubrimientos de partículas esféricas	Porosidad aparente (%)	Espesor (mm)	Longitud media de interceptación (µm)
11	35% malla -50+60	1	3	62.6	0.80	215.7
12		1	3	66.9	0.73	248.0
13	50% malla -60+70	1	2	64.7	0.68	250.6
14	15% malla -70+80	1	2	67.6	0.66	279.5
15	5% malla -50+60	1	3	64.8	0.82	190.5
16		1	3	61.0	0.67	212.1
17	35% malla -60+70	1	2	60.5	0.72	222.4
18	60% malla -70+80	1	2	63.1	0.81	213.9
19	50% malla -60+70	1	3	67.7	0.77	249.3
20		1	3	65.0	0.88	241.2
21	50% malla -70+80	1	2	59.9	0.75	210.9
22		1	2	63.3	0.63	240.2
23	5% malla -50+60	1	3	62.9	0.85	258.5
24		1	3	69.7	0.70	286.9
25	35% malla -60+70	1	2	63.5	0.62	243.3
26	45% malla -70+80	1	2	64.3	0.64	251.1
27	15% malla -50+60	1	3	65.9	0.80	241.3
28		1	3	64.8	0.85	234.5
29	50% malla -60+70	1	2	66.4	0.71	227.3
30	35% malla -70+80	1	2	68.5	0.66	277.2

REIVINDICACIONES

1. Una prótesis que tiene una superficie externa que porta un revestimiento proporcionado por partículas esféricas,
5 **caracterizada** porque el revestimiento comprende al menos dos capas de partículas metálicas, en las que:

las al menos dos capas comprenden una capa más externa y una capa más interna en contacto con la superficie del artículo;

10 consistiendo la capa más externa esencialmente en partículas metálicas esféricas que tienen un tamaño medio de partícula de 50 a 500 μm , y

consistiendo la capa más interna esencialmente en partículas metálicas sustancialmente esféricas que tienen un tamaño medio de partícula de 50 a 500 μm .

15 2. La prótesis de la reivindicación 1, en la que el tamaño medio de partícula de las partículas metálicas esféricas o de las partículas metálicas esféricas o de cada una de las partículas metálicas esféricas y de las partículas metálicas esféricas, es de 150 a 300 μm .

20 3. La prótesis de la reivindicación 1, en la que las partículas metálicas esféricas o las partículas metálicas esféricas o cada una de las partículas metálicas esféricas y esféricas, comprenden uno o más de entre cobalto, cromo, molibdeno, tántalo y titanio.

25 4. La prótesis de la reivindicación 1, en la que dicha superficie externa, las partículas metálicas esféricas y las partículas metálicas esféricas, comprenden (a) titanio, o (b) cobalto y cromo, o (c) tántalo.

5. La prótesis de la reivindicación 1, en la que las capas de partículas metálicas esféricas y de partículas metálicas esféricas tienen un espesor combinado de 100 μm a 2,5 mm.

30 6. La prótesis de la reivindicación 1, en la que la capa más externa tiene una porosidad en volumen de aproximadamente un 20% a aproximadamente un 80%.

7. Un procedimiento de fabricación de una prótesis, que comprende:

35 proporcionar un sustrato;

aplicar uno o más revestimientos de partículas metálicas sustancialmente esféricas sobre el sustrato, teniendo las partículas metálicas esféricas un tamaño medio de partícula de entre 50 y 500 μm ;

40 aplicar uno o más revestimientos adicionales sobre las partículas metálicas esféricas, comprendiendo los revestimientos adicionales partículas metálicas esféricas que tienen un tamaño medio de partícula de 50 a 500 μm , y

sinterizar metalúrgicamente las partículas sobre el sustrato.

45 8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que las partículas metálicas esféricas tienen un tamaño medio de partícula de 150 a 300 μm , y las partículas metálicas esféricas tienen un tamaño medio de partícula de 150 a 300 μm .

9. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que las partículas metálicas esféricas y las partículas metálicas esféricas comprenden, cada una de ellas, uno o más de entre cobalto, cromo, molibdeno, tántalo y titanio.

50 10. El procedimiento de la reivindicación 7, en el que las capas de partículas metálicas esféricas y de partículas metálicas esféricas, tienen un espesor combinado de 100 μm a 2,5 mm.

55

60

65

Figura 1

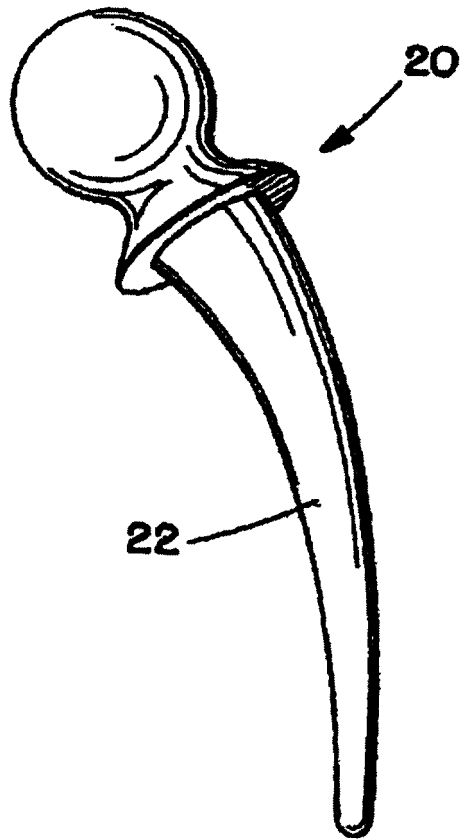


FIGURA 2

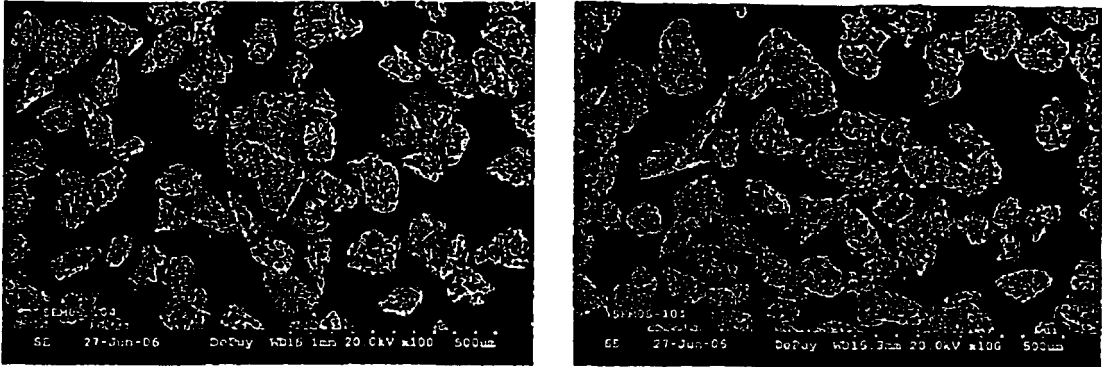
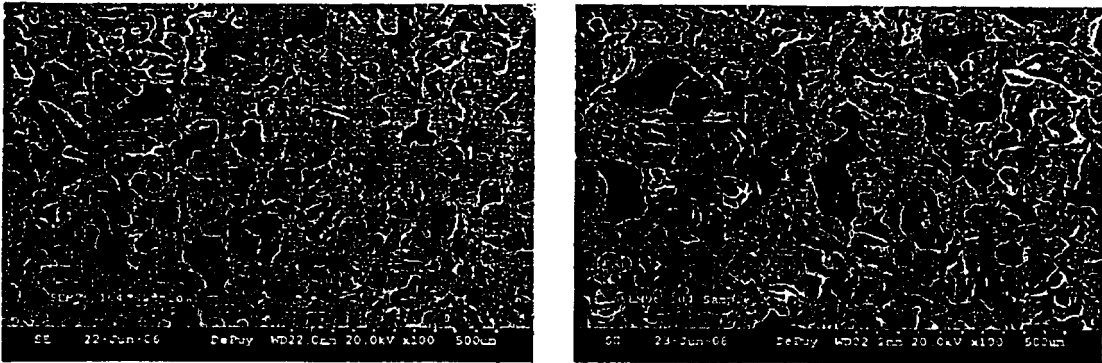
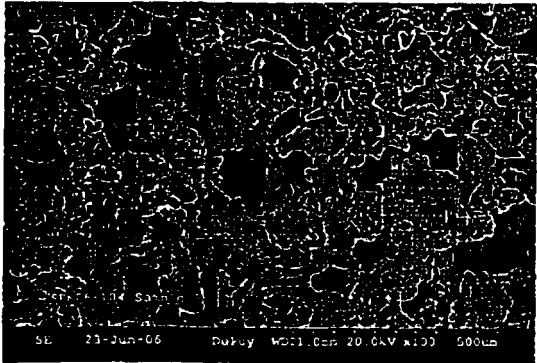


FIGURA 3

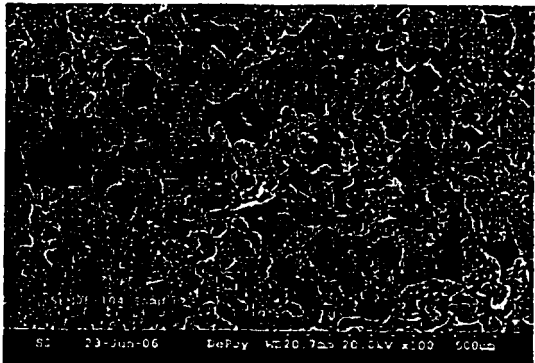


Muestra 1

Muestra 2



Muestra 3



Muestra 4

Figura 4

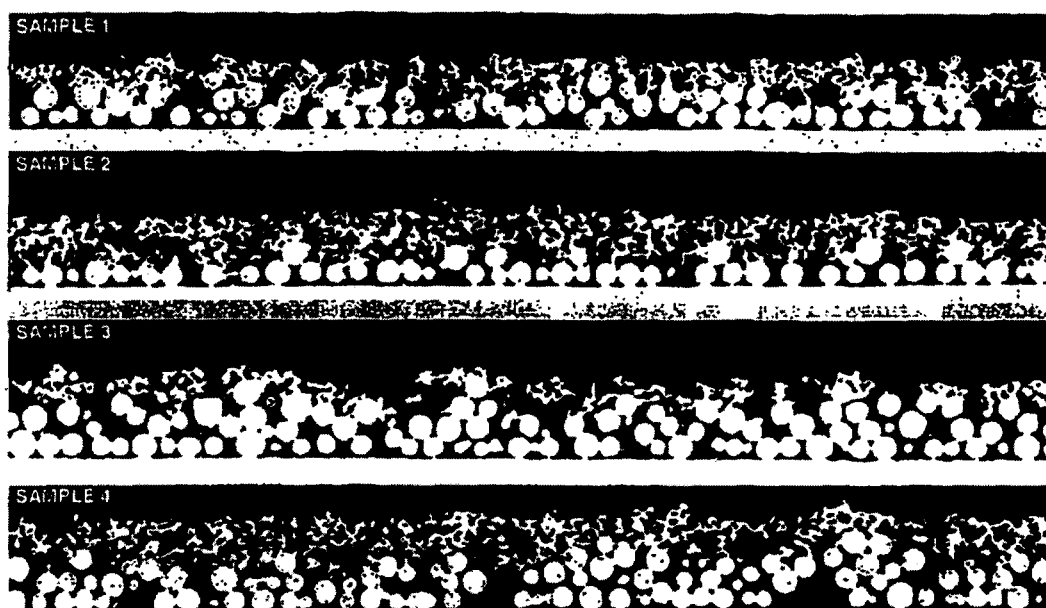


Figura 5

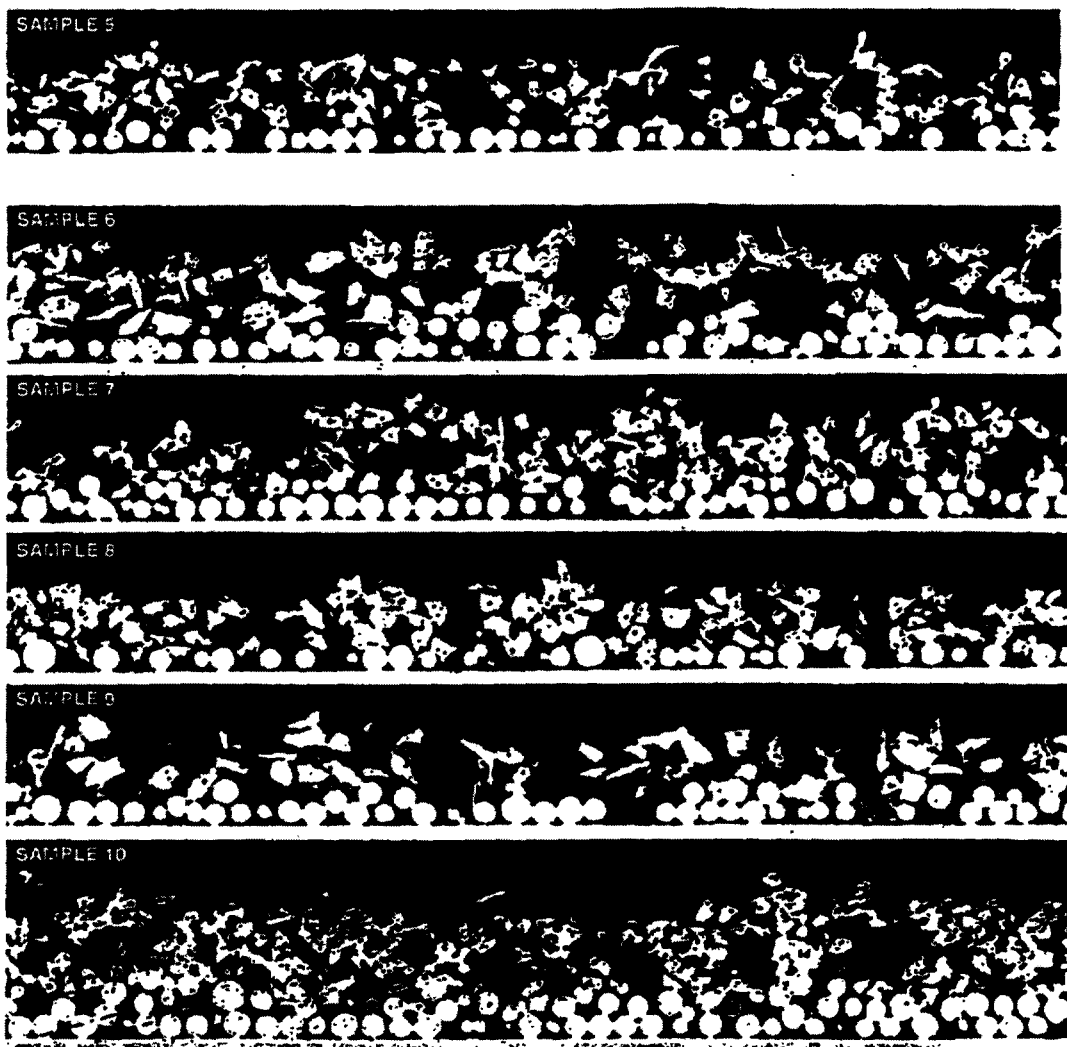


Figura 6

