

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 566 026**

51 Int. Cl.:

**A61F 2/38** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2010 E 10749565 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.12.2015 EP 2470125**

54 Título: **Implantes trocleares**

30 Prioridad:

**25.08.2009 US 236811 P**

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

**08.04.2016**

73 Titular/es:

**FELLOWSHIP OF ORTHOPAEDIC  
RESEARCHERS, INC. (100.0%)  
320 Hammond Highway Suite 406  
Metairie, LA 70005, US**

72 Inventor/es:

**COOK, STEPHEN D.;  
STRZEPA, PETER y  
BAJAJ, SHOIB**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 566 026 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

Implantes trocleares

Campo de la invención

5 Esta descripción se relaciona con dispositivos para la reparación de defectos del cartílago articular. Las realizaciones particulares de esta descripción se refieren a los implantes que sirven como reemplazo de cartílago enfermo o dañado en articulaciones tales como las rodillas humanas, incluyendo la ranura troclear, caderas y hombros.

Antecedentes de la invención

10 El cartílago actúa como un cojín entre los huesos para reducir la fricción y evitar que los huesos se muelan uno contra el otro. El cartílago articular cubre la superficie de muchos, si no todas las articulaciones en el cuerpo. La suavidad y el grosor del cartílago son los factores que determinan las características de carga y movilidad de las articulaciones. Con el tiempo, debido a una lesión o a la herencia, sin embargo, lesiones, tales como fisuras, grietas o manías pueden formarse en el cartílago. En algunos casos la lesión osteocondral, penetra a la superficie subcondral del hueso. En otros casos, la lesión condral no penetra la superficie subcondral del hueso. Las lesiones generalmente no se reparan y si se hace cualquier reparación es en general insuficiente para curar dando lugar a dolor y discapacidad significativa, ya sea de forma aguda o en el tiempo.

15 Uno de los enfoques para la regeneración de cartílago nuevo es el trasplante autólogo de condrocitos. Esta técnica es compleja y relativamente costosa. Otras técnicas, dirigidas a la reparación en lugar de la regeneración, incluyen el desbridamiento, lavado, microfractura, perforación, y artroplastia de abrasión. Estos procedimientos generalmente implican penetrar en la región de vascularización en el hueso subcondral con un instrumento hasta que se produce el sangrado. La formación de un coágulo de fibrina se diferencia en fibrocartílago, que a su vez cubre el sitio del defecto.

20 Un enfoque alternativo ha sido la de someterse a un reemplazo total de la articulación. Tales reemplazos totales, sin embargo, son costosos, de alto riesgo, e implican un largo tiempo de recuperación.

25 La solicitud de patente EP 1955676 describe un implante utilizable en una articulación de la rodilla. El implante descrito se fija a un fémur e incluye una superficie de articulación, así como una primera y una segunda superficies no articuladas planar distal (o anterior).

La solicitud de patente de Estados Unidos Estados Unidos 2005/033426 describe reemplazos de hemi articulaciones para la base del primer metacarpiano de la articulación carpometacarpiana, que tienen una forma de la cabeza con una superficie articular en silla de montar.

30 La patente US 5.580,353 describe un implante para la sustitución de una rótula en relación con un reemplazo de la articulación de la rodilla. La rótula descrita en US 5.580,353 es menos propensa a daño debido a espesor insuficiente.

Resumen de la invención

Definiciones

En diversas realizaciones ilustrativas, los términos "eje vertical" o "vertical" significan una dirección desde la parte superior de un objeto tridimensional a la parte inferior del objeto tridimensional.

35 En diversas realizaciones ilustrativas, los términos "eje horizontal" u "horizontal" significan una dirección desde la derecha del objeto tridimensional, a la izquierda del objeto tridimensional.

En diversas realizaciones ilustrativas, los términos "eje de profundidad" o "profundidad" significan una dirección desde la parte frontal del objeto tridimensional a la parte posterior del objeto tridimensional.

40 En diversas realizaciones ilustrativas, el término "lado medial" se hace con referencia a la parte medial de la articulación de un paciente.

En diversas realizaciones ilustrativas, el término "lado lateral" se hace con referencia al lado lateral de la articulación de un paciente.

En diversas realizaciones ilustrativas, el término "torus" significa la superficie de un toroide.

En diversas realizaciones ilustrativas, el término "radio tubular" se refiere al radio del tubo de un torus, a diferencia del "radio mayor" o "radio de revolución", que son términos que se refieren al radio desde el centro del torus al centro del tubo.

5 En diversas realizaciones ilustrativas, términos geométricos como "elíptico", "ovalado", "círculo", "esfera", "cilindro", y similares se utilizan como referencias y para claridad de comprensión, como sería entendido por un experto habitual en el arte. En consecuencia, estos términos no se deben limitar a la estricta norma euclidiana.

Diversas formas de realización que ilustran la presente invención proporcionan dispositivos de implante, preferiblemente para su uso en las articulaciones humanas, incluyendo la ranura troclear, de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

10 La presente invención puede ser utilizada en un método de reparación de cartílago articular. El método puede incluir la localización del cartílago articular que tiene una lesión. Un dispositivo de implante, como se describe anteriormente, se puede seleccionar preferiblemente que tenga las dimensiones compatibles con la lesión. Se puede formar un agujero a través del cartílago y hueso subcondral, en el hueso esponjoso. El dispositivo de implante puede ser insertado en el agujero de manera que las superficies inferiores y laterales del extremo articular del dispositivo de implante se apoyan contra el hueso subcondral y esponjoso preparado y el vástago del dispositivo de implante se apoya contra el hueso esponjoso preparado.

15 En la descripción detallada que sigue en conjunción con los dibujos, las partes similares se les da números de referencia similares, y los ejes vertical, horizontal y de profundidad de una realización dada se especifican explícitamente en al menos un dibujo de una realización ilustrativa

Breve descripción de los dibujos

20 Las figuras de los dibujos no están necesariamente a escala y ciertas características se pueden mostrar exageradas en escala o en forma algo esquemática, en aras de la claridad y la concisión, en donde:

La figura 1 es una vista lateral de una realización de un implante;

La figura 2 es una vista desde arriba del implante de la figura 1;

La figura 3 es una vista lateral alternativa del implante de la figura 1;

25 La figura 4 es una vista en perspectiva del implante de la figura 1;

La figura 5 es una vista de abajo arriba del implante de la figura 1;

La figura 6 es una vista lateral de una realización alternativa de un implante;

La figura 7 es una vista desde arriba del implante de la figura 6; y

La figura 8 es una vista lateral alternativa del implante de la figura 6.

30 Divulgación de realizaciones alternativas

35 Las figuras 1 y 6 son realizaciones ilustrativas de un implante 100, 100' en el que la vertical, V, horizontal, H, y la profundidad, D, representan los ejes de esta realización. El implante 100, 100' tiene un extremo 105, 105' articular y un vástago 110, 110'. El extremo 105, 105' articular está vinculado por tres superficies: una superficie 115, 115' superior una superficie 120, 120' lateral y una superficie 125, 125' inferior. La superficie 115, 115' superior y la superficie 125, 125' inferior cada una intersecta la superficie 120, 120' lateral. En una realización, la superficie 115, 115' superior puede tener una superficie normal (no se muestra) en el punto 145, 145' de silla (descrita a continuación) que puede ser aproximadamente perpendicular a la superficie 125, 125' inferior. En una realización, un plano H-D tangente (no mostrado) para el punto 145, 145' de silla (descrito a continuación) puede ser aproximadamente perpendicular a la superficie 125, 125' inferior. En una realización, un plano H-D tangente (no mostrado) para el punto 145, 145' de silla (descrito a continuación) puede ser aproximadamente paralelo a la superficie 125, 125' inferior. Todas las superficies del extremo 105, 105' articular se ensamblan 155a, 155a' preferiblemente una con la otra. El ensamblaje 155a, 155a' puede tener un radio de borde que varía desde entre aproximadamente 0.1 milímetros y unos 2 milímetros, de forma alternativa de aproximadamente 1 milímetro, como alternativa aproximadamente 0.75 milímetros, y de forma alternativa de aproximadamente 0.5 milímetros.

45 La superficie 115, 115' superior puede ser generalmente en forma de silla de montar. Para facilitar la referencia, la superficie 115, 115' superior se divide en tres regiones de curvatura de la superficie: una primera curvatura 130, 130' de

la superficie, una curvatura 135, 135' central de la superficie, y una segunda curvatura 140, 140' de la superficie. La curvatura 135, 135' central de la superficie puede ser tangente a, en su lado medial, de la primera curvatura 130, 130' de la superficie. La curvatura 135, 135' central de la superficie puede ser tangente a, en su lado lateral, de la segunda curvatura 140, 140' de la superficie

5 La primera curvatura 130, 130' de la superficie puede estar formada de, o a lo largo de, un cono circular recto parcial que tiene una abertura que varía desde entre aproximadamente 20° a aproximadamente 80°, de forma alternativa desde entre aproximadamente 30° a aproximadamente 70°, de forma alternativa desde entre aproximadamente 40° a aproximadamente 60°, de forma alternativa aproximadamente 40°, de forma alternativa aproximadamente 50°, de forma alternativa aproximadamente 60°. La curvatura 135, 135' central de la superficie puede estar formada de, o a lo largo de,  
 10 un torus parcial que tienen un radio menor que varía entre aproximadamente 8 milímetros hasta aproximadamente 40 milímetros, de forma alternativa desde entre aproximadamente 8 milímetros hasta aproximadamente 30 milímetros, de forma alternativa aproximadamente 10 milímetros, de forma alternativa de aproximadamente 12 milímetros, de forma alternativa aproximadamente 15 milímetros, y que tiene un radio mayor que varía desde entre aproximadamente 25 milímetros hasta aproximadamente 70 milímetros, de forma alternativa desde entre aproximadamente 28 milímetros hasta aproximadamente 68 milímetros, de forma alternativa aproximadamente 45 milímetros, de forma alternativa de aproximadamente 48 milímetros, de forma alternativa aproximadamente 50 milímetros. La segunda curvatura 140, 140' de la superficie puede estar formada de, o a lo largo de, un cono circular recto parcial que tiene una abertura que varía desde entre aproximadamente 20° a aproximadamente 80°, de forma alternativa desde entre aproximadamente 30° a aproximadamente 70°, de forma alternativa desde entre aproximadamente 30° a aproximadamente 50°, de forma alternativa aproximadamente 30°, de forma alternativa aproximadamente 40°, de forma alternativa aproximadamente 50°. En una realización, la abertura de la primera curvatura 130, 130' de la superficie puede estar entre aproximadamente 5° a aproximadamente 15°, de forma alternativa de aproximadamente 10°, mayor que la abertura de la segunda curvatura 140, 140' de la superficie.

25 En una realización, el radio mayor de la curvatura 135, 135' central de la superficie puede estar en un plano que puede ser compensado en cualquier dirección desde un eje 150, 150' central del vástago 110, 110' por una cantidad que varía entre aproximadamente 0 a aproximadamente 5 milímetros, de forma alternativa desde entre aproximadamente 1 a aproximadamente 4 milímetros, de forma alternativa aproximadamente 3 milímetros, de forma alternativa de aproximadamente 1 milímetro. En una realización, el radio mayor de la curvatura 135, 135' central de la superficie puede estar en un plano que puede ser compensado, a lo largo del eje H ya sea hacia el lado medial o lateral del implante 100,  
 30 100', a partir de un eje central 150, 150' del vástago 110, 110' por una cantidad que varía entre aproximadamente 0 a aproximadamente 5 milímetros, de forma alternativa desde entre aproximadamente 1 a aproximadamente 4 milímetros, de forma alternativa aproximadamente 3 milímetros, de forma alternativa de aproximadamente 1 milímetro. Las figuras 1-5 ilustran un implante 100 que tiene un desplazamiento medial de un milímetro y figuras. 6-8 ilustran un implante 100' que tiene una de tres milímetros de desplazamiento medial. La curvatura 135, 135' central de la superficie puede incluir,  
 35 en su posición central a lo largo de su superficie, un punto 145, 145' de silla. En una realización, la longitud, a lo largo del eje vertical, desde el punto 145, 145' de silla en la superficie de la curvatura 135, 135' central de la superficie, a la superficie 125, 125' inferior puede variar desde entre aproximadamente 1 milímetro a aproximadamente 6 milímetros, de forma alternativa desde entre aproximadamente 1 milímetro a aproximadamente 5 milímetros, de forma alternativa aproximadamente 3.5 milímetros, y de forma alternativa aproximadamente 4,5 milímetros.

40 Con referencia a las figuras. 2, 4, 5, y 7, la superficie 120, 120' lateral del extremo 105, 105' articular puede ser generalmente cilíndrica, y puede tener un diámetro que varía desde entre aproximadamente 10 milímetros hasta aproximadamente 40 milímetros, de forma alternativa de aproximadamente 10 milímetros a aproximadamente 30 milímetros, de forma alternativa desde aproximadamente 20 milímetros hasta aproximadamente 30 milímetros, de forma alternativa aproximadamente 25 milímetros, de forma alternativa aproximadamente 20 milímetros.

45 Con referencia a las figuras 1, 3-6, y 8, la superficie 125, 125' inferior puede ser generalmente plana, y junto con la superficie 120, 120' lateral pueden formar un cilindro circular recto. La superficie 125, 125' inferior se puede ensamblar aún más en la superficie 120, 120' lateral. El ensamblaje 155b, 155b' adicional puede tener un radio de borde que varía desde entre aproximadamente 0.1 milímetros y unos 2 milímetros, de forma alternativa aproximadamente 1 milímetro, de forma alternativa aproximadamente 0.75 milímetros, y de forma alternativa aproximadamente 0.5 milímetros.

50 El vástago 110, 110' se extiende desde la superficie 125, 125' inferior del extremo 105, 105' articular en una dirección general, a lo largo del eje vertical V lejos de la curvatura 135, 135' central de la superficie, una longitud que varía desde entre aproximadamente 2 milímetros hasta aproximadamente 10 milímetros, de forma alternativa desde aproximadamente 4 milímetros a unos 7 milímetros, de forma alternativa aproximadamente 5.5 milímetros. En una realización, el extremo 105, 105' articular y el vástago 110, 110' se forman como, unicuerpo no modular, i.e., una pieza integral sin intervenir conexión mecánica.  
 55

El vástago 110, 110' puede estar formado de un solo cilindro, una forma cónica truncada individual, un saliente que tiene una sección transversal en forma ovalada, o una forma cilíndrica elíptica. En una realización, el vástago 110, 110'

5 pueden tener una anchura, w, a lo largo de la horizontal, H, eje del vástago 110, 110' que puede variar desde entre aproximadamente 1 milímetro a aproximadamente 10 milímetros, de forma alternativa desde entre aproximadamente 3 milímetros a unos 7 milímetros, de forma alternativa aproximadamente 5 milímetros, de forma alternativa aproximadamente 6 milímetros. En una realización, el vástago 110, 110', puede tener una profundidad, d, a lo largo de la profundidad, D, eje del vástago 110, 110' que puede variar desde entre aproximadamente 5 milímetros hasta aproximadamente 40 milímetros, de forma alternativa desde entre aproximadamente 8 milímetros a aproximadamente 20 milímetros, de forma alternativa aproximadamente 10 milímetros, de forma alternativa aproximadamente 11.5 milímetros, de forma alternativa aproximadamente 13 milímetros. La superficie 125, 125' inferior del extremo articular de 105, 105' se puede ensamblar en el vástago 110, 110' con un filete 170, 170' de esquina. El filete 170, 170' de esquina puede tener un radio de aproximadamente 1.5 milímetros.

10 El vástago 110, 110' incluye una, o más, ranuras 165, 165' alrededor de su perímetro. La forma de la(s) ranura(s) 165, 165' está(n) definida(s) por un torus parcial de forma ovalada, que tienen un radio tubular que varía desde aproximadamente 0.25 milímetros a aproximadamente 2 mm, de forma alternativa de aproximadamente 0.5 milímetros a aproximadamente 1.75 milímetros, de forma alternativa aproximadamente 1.75 milímetros, de forma alternativa de aproximadamente 1 milímetro. La(s) ranura(s) 165, 165' se ensambla(n) con el vástago 110, 110' con un ensamblaje que tiene un radio de borde de aproximadamente 0.1 milímetros hasta aproximadamente 1 milímetros, de forma alternativa de aproximadamente 0.8 milímetros.

15 El implante 100, 100' se puede fabricar a partir de una variedad de materiales apropiados, que tienen las características de resistencia y biocompatibilidad necesarias para funcionar como un implante, incluyendo, pero no limitado a cualquiera de los siguientes, individualmente o en combinación, grafito, carbón pirolítico, cerámica, óxido de aluminio, nitruro de silicón, carburo de silicio u óxido de circonio; metales y aleaciones de metales, por ejemplo, Co-Cr-W-Ni, Co-Cr-Mo, aleaciones de CoCr, aleaciones de CoCr molibdeno, aleaciones de Cr-Ni-Mn; aleaciones de metales en polvo, 316L u otros aceros inoxidable, Ti y aleaciones de Ti incluyendo Ti 6Al-4V ELI; polímeros, por ejemplo, poliuretano, polietileno, polipropileno, elastómeros termoplásticos, poliarietercetona, tales como polieteretercetona (PEEK) o polietercetona (PEKK); biomateriales tales como policaprolactona; y materiales endurecidos de difusión tales como Ti-13-13, circonio y niobio. Por otra parte, el implante 100, 100' puede estar recubierto con una variedad de materiales apropiados, incluyendo cualquiera de los siguientes, individualmente o en combinación, los sistemas de revestimiento poroso en las superficies de contacto de hueso recubrimientos hidrófilos en las superficies de soporte de carga, recubrimientos de hidroxiapatita en las superficies de contacto de hueso y fosfato de tri-calcio en las superficies de contacto óseo. Otros recubrimientos apropiados incluyen factores de crecimiento y otros agentes biológicos tales como proteínas morfogenéticas óseas (BMP), del factor de crecimiento transformante beta, entre otros. En una realización, el revestimiento exterior del implante 100, 100' puede ser más duro que el núcleo del implante 100, 100'. Además, los componentes de la invención pueden ser moldeados o fundidos, fabricados manualmente o con máquina.

20 En una realización ilustrativa, el implante 100, 100' se compone de grafito y carbón pirolítico. Preferiblemente, el implante 100, 100' es grafito e incluye una capa de carbón pirolítico.

25 El recubrimiento de carbón pirolítico puede tener un espesor medio desde aproximadamente 100 a aproximadamente 1000 micras, de forma alternativa de aproximadamente 200 micras a aproximadamente 500 micras, de forma alternativa de aproximadamente 250 a aproximadamente 500 micras, de forma alternativa aproximadamente 350 micras. El recubrimiento de carbón pirolítico puede tener un módulo elástico de aproximadamente 15 gigapascales ("GPa") hasta aproximadamente 22 GPa, de forma alternativa de aproximadamente 20 GPa. El recubrimiento de carbón pirolítico puede tener, además, una resistencia de al menos 200 megapascales ("MPa"), de forma alternativa al menos aproximadamente 300 MPa, de forma alternativa al menos aproximadamente 400 MPa. El módulo de elasticidad y la resistencia de carbón pirolítico se sometió a pruebas de preferencia de cuatro puntos de curvatura, el tercer punto de carga de muestras de sustrato de dimensiones de 25 milímetros por 6 milímetros por 0.4 milímetros. Preferiblemente, el pirocarbón es carbono pirolítico como se describe en Carbono Pirolítico Puro: Preparation and Properties of a New Material, On-X Carbon for Mechanical Heart Valve Prostheses, Ely et al, J. Heart Valve Dis., Vol. 7, No. 6, A00534 (noviembre de 1998), alternativamente pirocarbón es el carbono pirolítico como se describe en la publicación antes mencionada J. Heart Valve Dis., pero incluye silicio adicional.

30 Los implantes 100, 100' descritos anteriormente se pueden utilizar para reparar el cartílago articular dañado en los seres humanos, incluyendo tobillos, rodillas, muñecas, codos, hombros y las articulaciones similares. En otra realización ilustrativa o un método preferido, un paciente que tiene daño del cartílago articular puede ser identificado. El paciente preferiblemente es plenamente informado de los riesgos asociados a la cirugía, y su consentimiento a la misma. Se puede hacer una incisión cerca del cartílago articular dañado. La lesión que se va a reparar puede ser identificada, y un implante que tiene dimensiones compatibles con la lesión puede ser seleccionado. El implante puede ser ligeramente menor o ligeramente mayor que la lesión. En estas realizaciones, el implante puede ser de aproximadamente 0.1 por ciento a aproximadamente 20 por ciento más pequeño o más grande que la lesión. A continuación, se forma un agujero, i.e., taladrado, perforado o abierto, a través del cartílago y el hueso subcondral en el hueso esponjoso. Preferiblemente, las dimensiones del agujero son ligeramente menores que las dimensiones horizontales y de profundidad del vástago

5 110, 110' y el extremo 105, 105' articular del implante 100, 100'. Esto se puede conseguir, por ejemplo, mediante el uso de un cincel rectangular y después una broca. Preferiblemente, la longitud mínima del orificio es igual o ligeramente mayor que la longitud del vástago 110, 110' del implante 100, 100', a lo largo del eje 150, 150' central del vástago 110, 100' más la longitud desde la superficie 125, 125' inferior, hasta el punto 145, 145' de silla. Una cantidad de cartílago sano y dañado puede ser retirado cerca de la lesión de manera que la superficie 125, 125' inferior del extremo 105, 105' articular puede descansar contra el hueso del paciente. El vástago 110, 110' del implante 100, 100' se puede insertar en el agujero, y la superficie 125, 125' inferior del implante de 100, 100' extremo 105, 105' articular puede descansar contra el hueso. La incisión se sutura por cualquiera de los varios métodos conocidos.

10 Mientras alternativas específicas a las etapas de las realizaciones específicas se han descrito en este documento, las alternativas adicionales no descritas específicamente, pero conocidas en la técnica pretenden estar dentro del alcance de la invención. Por ejemplo, mientras que las dimensiones específicas, y gamas de dimensiones, se han proporcionado otras dimensiones pueden caer razonablemente dentro del alcance de la invención. Por lo tanto, se entiende que otras aplicaciones de la presente invención serán evidentes para los expertos en el arte tras la lectura de las descripciones de las realizaciones ilustrativas descritas y después de la consideración de las reivindicaciones y dibujos adjuntos.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Un implante (100) que comprende:
- un extremo (105) articular que tiene una superficie (115) superior, una superficie (120) lateral, y una superficie (125) inferior;
- 5 la superficie (115) superior y la superficie (125) inferior, cada una intersecta la superficie (120) lateral, la superficie (115) superior tiene una primera curvatura (130) de superficie, una curvatura (135) de la superficie central, y una segunda curvatura (140) de la superficie; y
- un solo vástago (110), que se extiende desde la superficie (125) inferior en una dirección lejos de la superficie (115) superior del extremo (105) articular, el vástago (110) que tiene al menos una ranura (165) que continúa ininterrumpida
- 10 aproximadamente un perímetro del vástago (110), caracterizado porque:
- la ranura (165) está definida por un torus parcial que tiene una ranura de radio tubular que varía desde aproximadamente 0.25 milímetros a aproximadamente 2 milímetros, y
- la ranura (165) se ensambla con el vástago (110) con un ensamblaje de ranura que tiene un radio en el borde que varía desde aproximadamente 0.1 milímetro a aproximadamente 1 milímetro.
- 15 2. El implante (100) de la reivindicación 1, en donde la primera curvatura (130) de superficie se forma a lo largo de un cono circular recto parcial que tiene una abertura que varía desde entre aproximadamente 20° a aproximadamente 80°, la curvatura (135) de la superficie central está formada a lo largo de un torus parcial que tiene un radio menor que varía entre aproximadamente 8 milímetros hasta aproximadamente 40 milímetros y un radio mayor que varía desde aproximadamente 25 milímetros hasta aproximadamente 70 milímetros, y la segunda curvatura (140) de la superficie se
- 20 forma a lo largo de un cono circular recto parcial que tiene una abertura que varía desde entre aproximadamente 20° a aproximadamente 80°.
3. El implante (100) de la reivindicación 2, en donde la primera curvatura (130) de superficie se forma a lo largo de un cono circular recto parcial que tiene una abertura que varía desde entre aproximadamente 40° a aproximadamente 60°, se forma la curvatura (135) de la superficie central a lo largo de un torus parcial que tiene un radio menor de
- 25 aproximadamente 12 milímetros y un radio mayor de aproximadamente 48 milímetros, y la segunda curvatura (140) de la superficie se forma a lo largo de un cono circular recto parcial que tiene una abertura que varía desde entre aproximadamente 30° a aproximadamente 50°, en el que la primera abertura de superficie es desde entre aproximadamente 5° a aproximadamente 15° mayor que la segunda abertura de superficie.
4. El implante (100) de la reivindicación 3, en donde la curvatura de la superficie central tiene un punto (145) de silla y el vástago (110) tiene un eje (150) central, y en donde la ubicación del punto de silla está desplazada, a lo largo de una
- 30 dirección horizontal hacia un lado medial del implante, desde la ubicación del eje central por una distancia que varía desde entre aproximadamente 1 a aproximadamente 5 milímetros.
5. El implante (100) de la reivindicación 4, en donde una longitud, a lo largo de un eje vertical paralelo al eje central del vástago, desde el punto de silla a una superficie (125) inferior de la cabeza articular varía desde entre aproximadamente
- 35 1 milímetro hasta unos 6 milímetros.
6. El implante (100) de la reivindicación 5, en donde la superficie (120) lateral del extremo (105) articular es generalmente cilíndrica, y tiene un diámetro que varía desde entre aproximadamente 10 milímetros hasta aproximadamente 40 milímetros.
7. El implante (100) de la reivindicación 6, en donde el diámetro es de aproximadamente 20 milímetros, el desplazamiento es o bien 1 milímetro o 3 milímetros, la primera curvatura (130) de la superficie se forma a lo largo de un
- 40 cono parcial que tiene una abertura seleccionada de entre el grupo que consiste en de 40°, 50°, y 60°, y la segunda curvatura (140) de la superficie está formada a lo largo de un cono parcial que tiene un ángulo de abertura seleccionado del grupo constituido por 30°, 40°, y 50°, y en donde la primera superficie de abertura es 10° mayor que la segunda abertura de superficie.
8. El implante (100) de la reivindicación 6, en donde el diámetro es de aproximadamente 25 milímetros, el desplazamiento es o bien 1 milímetro o 3 milímetros, la primera curvatura (130) de la superficie se forma a lo largo de un
- 45 cono parcial que tiene una abertura seleccionada de entre el grupo que consiste en de 40° y 50°, y la segunda curvatura (140) de la superficie se forma a lo largo de un cono parcial que tiene una abertura seleccionada de entre el grupo que consiste en 30° y 40°, y en donde la primera abertura de la superficie es 10° mayor que la segunda superficie de la
- 50 abertura.

- 5 9. El implante (100) de la reivindicación 1, en donde la superficie (115) superior se ensambla con la superficie (120) lateral; la superficie (120) lateral se ensambla con la superficie (115) superior y la superficie (125) inferior; y la superficie (125) inferior se ensambla con la superficie (120) lateral, y en donde cada ensamblaje (155a) tiene un radio de borde de aproximadamente 0.1 milímetros a aproximadamente 2 milímetros, de forma alternativa de aproximadamente 0.8 milímetros.
10. El implante (100) de la reivindicación 1, en donde la superficie (125) inferior del extremo (105) articular se ensambla con el vástago (110) con un filete (170) de esquina, el filete (170) de esquina que tiene un radio de aproximadamente 1.5 milímetros.
- 10 11. El implante (100) de la reivindicación 1, donde el extremo (105) articular y el vástago (110) se forman a partir de grafito y carbón pirolítico, y, opcionalmente, en donde el extremo (105) articular y el vástago (110) comprenden un núcleo de grafito y un recubrimiento de carbón pirolítico, el recubrimiento de carbón pirolítico que tiene un módulo elástico de aproximadamente 15 GPa a aproximadamente 22 GPa y de forma alternativa de aproximadamente 20 GPa, el recubrimiento de carbón pirolítico que tiene un espesor medio que varía desde aproximadamente 100 a aproximadamente 1000 micras, opcionalmente una resistencia de al menos 400 MPa.
- 15 12. El implante (100) de la reivindicación 11, en donde la superficie (115) superior y el borde contiguo se ensambla y están pulidos, y la superficie (125) inferior y el vástago (110) están recubiertos con hidroxiapatita, y, opcionalmente, en donde el recubrimiento de carbón pirolítico es más duro que el núcleo de grafito.

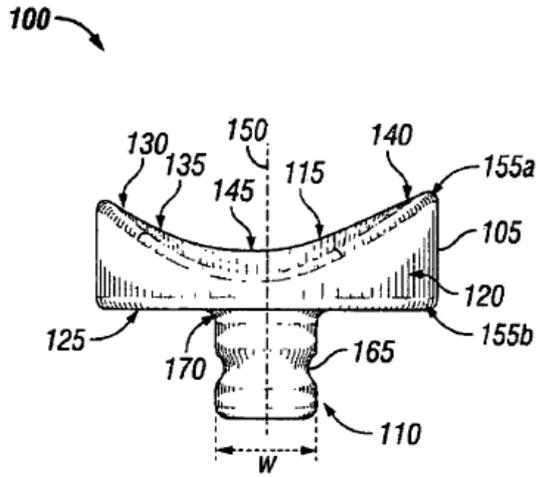


FIG. 1

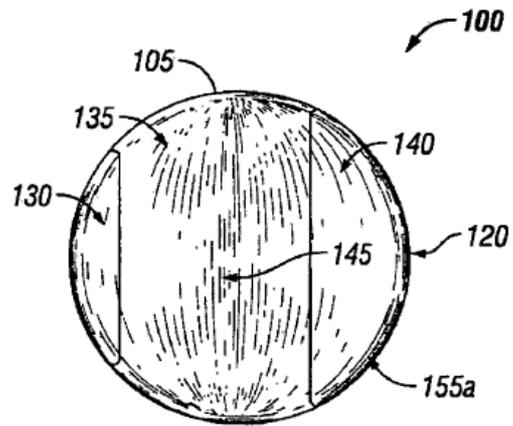
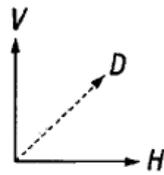


FIG. 2

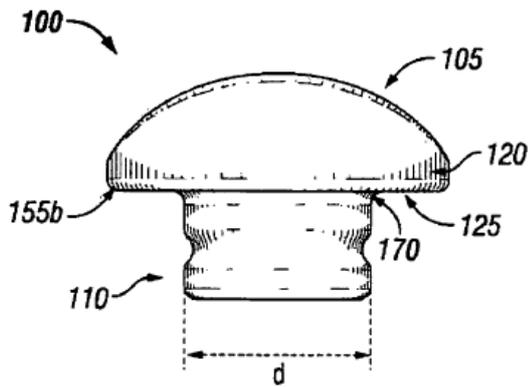
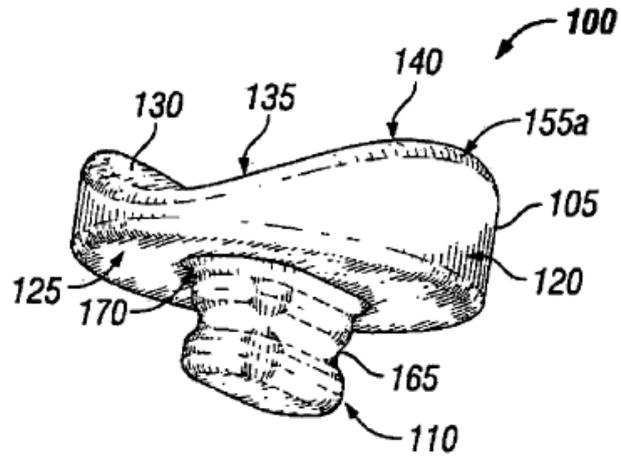
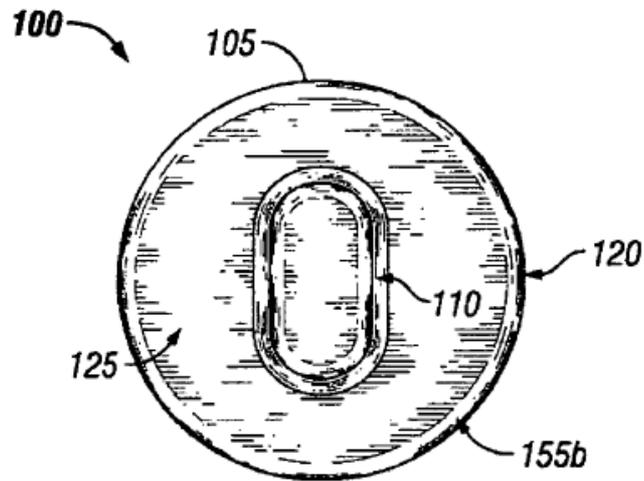


FIG. 3



**FIG. 4**



**FIG. 5**

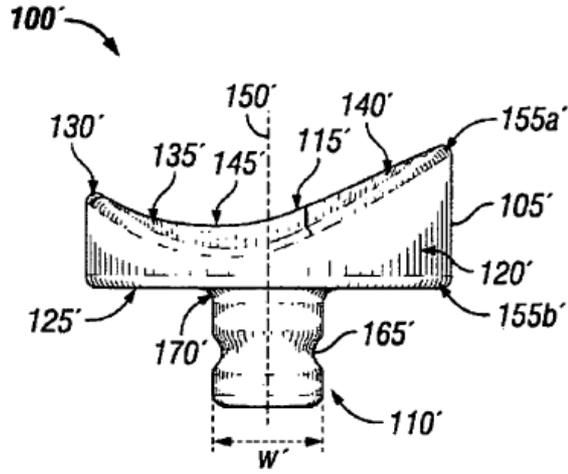


FIG. 6

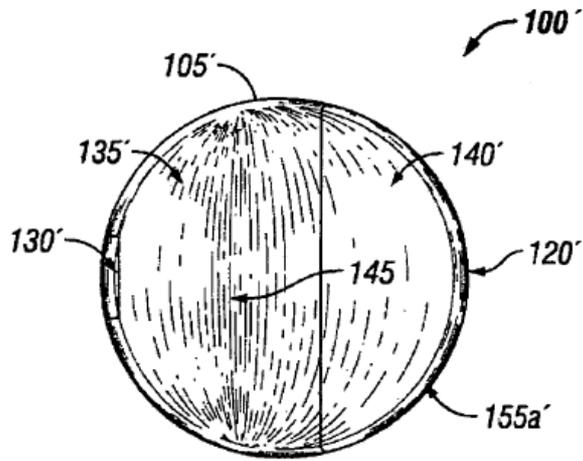
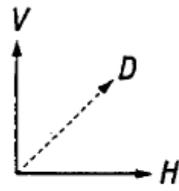


FIG. 7

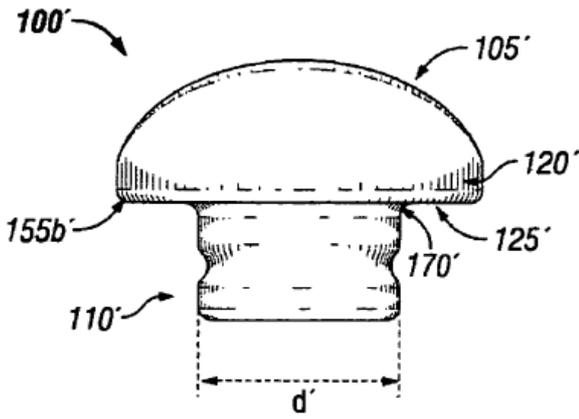


FIG. 8