

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS  
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 826 600**

(51) Int. Cl.:

**A61B 17/58** (2006.01)  
**A61F 2/30** (2006.01)  
**A61F 5/00** (2006.01)  
**A61B 17/84** (2006.01)  
**A61F 2/44** (2006.01)  
**A61F 2/28** (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.09.2015** PCT/US2015/050966  
(87) Fecha y número de publicación internacional: **24.03.2016** WO16044739  
(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.09.2015** E 15842782 (3)  
(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2020** EP 3193752

---

(54) Título: **Implante de matriz**

(30) Prioridad:

**18.09.2014 US 201462052379 P**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**18.05.2021**

(73) Titular/es:

**SI-BONE, INC. (100.0%)**  
3055 Olin Avenue, Suite 2200  
San Jose, CA 95128, US

(72) Inventor/es:

**SCHNEIDER, BRET W.;**  
**SIMON, ROXANNE;**  
**LINDSEY, DEREK y**  
**YERBY, SCOTT A.**

(74) Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 826 600 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 de matriz

5 **Campo**

Las realizaciones de la invención se refieren generalmente a implantes óseos que pueden usarse para fusionar dos segmentos óseos entre sí.

10 **Antecedentes**

Muchos tipos de *hardware* están disponibles tanto para la fijación de huesos que están fracturados como para la fijación de huesos que van a fusionarse (con artrodesis).

15 Por ejemplo, la cintura de cadera humana (ver las figuras 1 y 2) está formada por tres huesos grandes unidos por tres articulaciones relativamente inmóviles. Uno de los huesos se llama sacro y se encuentra en la parte inferior de la columna lumbar, donde conecta con la vértebra L5. Los otros dos huesos se denominan comúnmente "huesos de cadera" y se refieren técnicamente al ilion derecho y el ilion izquierdo. El sacro conecta con ambos huesos de la cadera en la articulación sacroilíaca (en abreviatura, la articulación SI).

20 La articulación SI funciona en la transmisión de fuerzas de la columna vertebral a las extremidades inferiores, y viceversa. La articulación SI se ha descrito como un generador de dolor para hasta el 22 % de los pacientes con dolor lumbar.

25 Para aliviar el dolor generado a partir de la articulación SI, se indica normalmente la fusión de la articulación sacroilíaca como tratamiento quirúrgico, por ejemplo, para la sacroilitis degenerativa, la sacroilitis inflamatoria, la inestabilidad iatrogénica de la articulación sacroilíaca, la osteítes condensante ilíaca, o la dislocación de fractura traumática de la pelvis. Actualmente, se usan tornillos y tornillos con placas para la fusión sacroilíaca. Al mismo tiempo, el cartílago tiene que retirarse de la parte de la "articulación sinovial" de la articulación SI. Esto requiere una incisión grande para acercarse a la articulación dañada, subluxada, dislocada, fracturada o degenerada. La incisión grande y la retirada del tejido pueden causar un trauma significativo al paciente, que da como resultado dolor y aumenta el tiempo de curación después de la cirugía. La solicitud de patente estadounidense 2012/0296428 A1 muestra un ejemplo de implante para la fijación o fusión de la articulación SI.

35 Además, los implantes de tipo tornillo tienden a ser susceptibles a la rotación y aflojamiento, especialmente en articulaciones sometidas a fuerzas de torsión, como la articulación SI. El movimiento excesivo del implante después de la implantación puede dar como resultado el fallo del implante en la incorporación y fusión con el hueso, que puede dar como resultado la necesidad de retirar y reemplazar el implante fallido.

40 Por consiguiente, sería deseable proporcionar un implante para fijación o fusión ósea que resista la rotación, que pueda implantarse usando un procedimiento mínimamente invasivo, y/o que pueda usarse para rescatar un implante fallido.

**Sumario de la divulgación**

45 La presente invención se refiere generalmente a implantes óseos que pueden usarse para fusionar dos segmentos óseos entre sí.

50 Por consiguiente, la presente invención proporciona un implante modular para la fijación o fusión de la articulación SI según la reivindicación 1. El implante puede incluir un cuerpo alargado que tiene un eje longitudinal y un perfil de sección transversal rectilínea transversal al eje longitudinal, teniendo el cuerpo alargado un extremo proximal y un extremo distal.

55 En algunas realizaciones, el perfil de sección transversal rectilínea es triangular.

60 En algunas realizaciones, el cuerpo alargado se curva a lo largo del eje longitudinal desde el extremo proximal al distal del cuerpo alargado. En algunas realizaciones, el cuerpo alargado tiene una curvatura entre aproximadamente 5 y 45 grados.

65 En algunas realizaciones, el receptáculo de pasador de guía tiene una abertura circular adaptada para recibir de forma segura un pasador de guía.

En algunas realizaciones, el cuerpo alargado está recubierto con una pulverización de plasma de titanio.

En algunas realizaciones, el cuerpo alargado está recubierto con hidroxiapatita.

5 En algunas realizaciones, el cuerpo alargado está hecho de metal.

En algunas realizaciones, el metal es titanio.

10 En algunas realizaciones, el metal comprende una estructura de celosía.

10 En algunas realizaciones, la estructura de celosía es cúbica.

En algunas realizaciones, la estructura de celosía es hexagonal.

15 En algunas realizaciones, la estructura de celosía comprende una pluralidad de vigas con un diámetro de entre aproximadamente 100 a 1000 micras.

En algunas realizaciones, el cuerpo alargado está hecho de un material cerámico.

20 En algunas realizaciones, el cuerpo alargado está hecho de un material plástico.

En algunas realizaciones, el cuerpo alargado tiene una superficie exterior porosa.

25 En algunas realizaciones, todos los pilares están cubiertos en una superficie porosa.

25 En algunas realizaciones, todos los pilares están cubiertos preferiblemente en una superficie porosa.

En algunas realizaciones, la superficie exterior porosa tiene un tamaño de poro de entre aproximadamente 100 a 1000 micras.

30 En algunas realizaciones, el grosor de los pilares de vértice y los pilares de soporte está entre aproximadamente de 1 a 5 mm.

35 En algunas realizaciones, el implante puede incluir además una cánula continua que se extiende entre el receptáculo de pasador de guía distal y el receptáculo de pasador de guía proximal.

En algunas realizaciones, una pluralidad de receptáculos de pasador se ubica entre el receptáculo de pasador de guía distal y el receptáculo de pasador de guía proximal.

40 En algunas realizaciones, los pilares de soporte oblicuos se disponen en una configuración de "X". En algunas realizaciones, los pilares de soporte oblicuos se disponen en una configuración diagonal no superpuesta.

45 En algunas realizaciones, los pilares de soporte y vértice están dispuestos y espaciados para aceptar material de injerto óseo, como autoinjerto, aloinjerto y proteína morfogenética ósea, desde la superficie exterior hacia el centro del implante.

#### **Breve descripción de los dibujos**

50 Las características novedosas de la invención se exponen con particularidad en las reivindicaciones a continuación.

50 Se obtendrá un mejor entendimiento de las características y ventajas de la presente invención, haciendo referencia a la siguiente descripción detallada que expone las realizaciones ilustrativas, en las que se utilizan los principios de la invención, y los dibujos adjuntos de los cuales:

55 las figuras 1 y 2 son, respectivamente, vistas anatómicas anteriores y posteriores de la cintura de cadera humana que comprende el sacro y los huesos de la cadera (el ilion derecho y el ilion izquierdo), conectándose el sacro con ambos huesos de la cadera en la articulación sacroiliaca (en abreviatura, la articulación SI).

60 Las figuras 3 y 4 son realizaciones de diversos implantes rectos que pueden usarse para la fusión o fijación de una articulación o dos segmentos óseos.

60 La figura 5 ilustra una vista de sección axial de la articulación SI con un implante para la fijación de la articulación SI usando un acercamiento lateral que pasa lateralmente por el ilion, la articulación SI, y al interior del sacro S1.

65 La figura 6 ilustra una vista de sección axial de la articulación SI con un implante para la fijación de la articulación SI usando un acercamiento posterolateral que entra desde la espina ilíaca posterior del ilion, orientándose a través de la articulación SI, y terminando en las alas sacras.

Las figuras 7A-7C ilustran diversos implantes que tienen una estructura de matriz formada desde una pluralidad de pilares.

5 Las figuras 7D-7F ilustran diversos implantes que tienen una estructura de matriz con una pluralidad de receptáculos de pasador.

Las figuras 7G-7I ilustran otro implante que tiene una estructura de matriz desde diversos ángulos y secciones transversales.

10 La figura 8 ilustra un implante fenestrado.

Las figuras 9A-9D ilustran diversos perfiles de sección transversal de la microestructura de implante, que puede formarse con microestructuras de viga de diversas geometrías.

15 Las figuras 10A-10C ilustran diversas microestructuras de viga alternativas.

Las figuras 11A-11D ilustran diversos tamaños para las vigas que forman la microestructura de implante.

20 La figura 12 ilustra una realización de un implante de matriz curvada.

La figura 13 ilustra una realización de un implante de matriz modular.

#### Descripción detallada

25 La figura 3 y la figura 4 ilustran implantes rectos 10 con un cuerpo alargado sólido 12 que puede usarse para la fijación o fusión de dos segmentos óseos. El implante 10 mostrado en la figura 3 es cilíndrico y opcionalmente puede tener roscas de tornillo a lo largo del exterior del cuerpo de implante. Como se mencionó anteriormente, los implantes cilíndricos de tipo tornillo pueden sufrir una rotación excesiva. Una solución a este problema es el implante 10 en la figura 4, que tiene un área de sección transversal no cilíndrica. Por ejemplo, como se muestra, el implante 10 puede tener un área de sección transversal triangular, aunque otros diversos perfiles de sección transversal rectilínea pueden usarse también, incluyendo rectangulares, hexagonales y similares. Los implantes no cilíndricos no necesitan tener un perfil de sección transversal rectilínea rígido para resistir la rotación. Un área de sección transversal que no sea circular será generalmente suficiente. Por ejemplo, un área de sección transversal en forma de gota, o un área de sección transversal con al menos un vértice, puede resistir la rotación. También pueden funcionar otras geometrías de sección transversal no circulares que pueden no tener un componente rectilíneo, como las secciones transversales ovaladas.

40 La figura 5 ilustra la inserción del implante 10 de la figura 3 o la figura 4 a través de la articulación SI usando un acercamiento lateral que pasa lateralmente por el ilion, a través de la articulación SI, y hacia el sacro. La figura 6 ilustra la inserción del mismo implante a través de la articulación SI usando un acercamiento posterolateral que entra desde la espina ilíaca posterior del ilion, orientándose a través de la articulación SI, y terminando en las alas sacras. Muchos de los implantes descritos en el presente documento pueden insertarse a través de la articulación SI de manera similar.

#### 45 Implante de matriz

50 En algunas realizaciones, puede ser deseable proporcionar un implante con una estructura de armazón abierto que puede rellenarse con material de injerto óseo y/o un adyuvante biológico, al tiempo que proporciona resistencia suficiente para facilitar la fusión de una articulación o dos segmentos óseos sin curvatura o fallo de implante. Si bien algunos de los siguientes ejemplos de implantes descritos en el presente documento no forman parte de la invención como tal, se dan a conocer ya que representan unos antecedentes útiles para entender la invención.

55 Una manera para proporcionar una estructura de armazón abierto es construir el cuerpo alargado 12 del implante 10 usando una estructura de matriz, tal como se ilustra en las figuras 7A-7C y 7G-7I. En algunas realizaciones, cada cara o lado del cuerpo alargado 12 puede construirse usando una estructura de matriz. El implante 10 puede tener un perfil de sección transversal rectilínea global transversal a un eje longitudinal que se extiende a través de la longitud del cuerpo alargado 12. Cada esquina o vértice del cuerpo alargado 12 se forma con un pilar de vértice 14 que se extiende entre el extremo proximal 16 y el extremo distal 18 del cuerpo alargado 12. Un implante con un perfil de sección transversal global triangular tiene tres pilares de vértice, mientras que un implante con perfil de sección transversal global cuadrada o rectangular tiene cuatro pilares de vértice, y así sucesivamente. Para formar las caras del implante, los pilares de soporte 20 se disponen en diversas estructuras de matriz.

65 Por ejemplo, la figura 7A ilustra una estructura de matriz donde los pilares de soporte 20 se extienden diagonalmente entre dos pilares de vértice 14 y se cruzan entre sí en una configuración de "X" de manera que los pilares de soporte 20 definen aberturas triangulares y cuadradas. También pueden añadirse pilares de soporte transversales adicionales que se extienden entre dos pilares de vértice en ángulo recto con respecto a ambos pilares de vértice. Los pilares de

soporte transversales pueden colocarse entre los pilares de soporte de "X" y/o pueden colocarse para cruzar el centro o intersección de los pilares de soporte de "X".

5 La figura 7B ilustra otra estructura de matriz donde los pilares de soporte 20 se disponen en un patrón alternante diagonal y transversal. En esta disposición, los pilares de soporte diagonal en una cara del implante están todos dispuestos en ángulo en la misma dirección de manera que los pilares de soporte diagonal son paralelos entre sí. Los pilares de soporte 20 definen aberturas triangulares.

10 La figura 7C ilustra aún otra estructura de matriz donde los pilares de soporte 20 se disponen en un patrón alternante diagonal y transversal. En esta disposición, los pilares de soporte diagonal están dispuestos en ángulo en un patrón alternante de manera que los pilares de soporte diagonal están orientados a aproximadamente 90 grados uno con respecto al otro para formar un patrón en zigzag. Los pilares de soporte 20 también definen aberturas triangulares.

15 Las diversas estructuras de matriz pueden proporcionar diferentes niveles de resistencia a diversas fuerzas a las que se someterá el implante, incluyendo fuerzas de compresión, de tensión, de cizalla, de flexión y de torsión.

20 La figura 8 ilustra una alternativa al uso de una estructura de matriz para proporcionar aberturas. El implante 10 puede tener un cuerpo alargado 12 con ventanillas 22. Las ventanillas 22 pueden ser circulares como se muestra, y pueden ser de diferentes tamaños en, por ejemplo, un patrón alternante de ventanillas grandes y pequeñas. Las ventanillas 22 pueden ser alternativamente de forma rectilínea, como triangulares, cuadradas, rectangulares y similares, o curvilíneas, como elípticas, ovaladas o circulares.

25 En algunas disposiciones, las ventanillas 22 pueden ser triangulares, cuadradas, rectangulares o combinaciones de las anteriores y pueden disponerse para formar una estructura de matriz. En otras palabras, las aberturas en las figuras 7A-7B definidas por los pilares de soporte 20 pueden considerarse ventanillas 22.

30 Las paredes de cuerpo alargado 12 pueden ser planas y, como se ha descrito anteriormente, pueden formarse a partir de pilares de soporte 20 y/o ventanillas 22, como se muestra en las figuras 7G-7I, por ejemplo. El uso de paredes planas para formar el cuerpo alargado 12 puede dar como resultado una cavidad hueca con el mismo perfil de sección transversal o similar que el implante global. Por ejemplo, un implante con un perfil de sección transversal triangular global también puede tener una cavidad con un perfil de sección transversal triangular. El grosor de las paredes y los pilares de vértice y los pilares de soporte pueden ser de entre aproximadamente 1 mm y 5 mm, o de entre aproximadamente 1 y 3 mm. Además, los extremos distales de las paredes pueden ser de sección decreciente.

35 Para facilitar el uso de un pasador de guía tradicional con estos implantes, el extremo distal del implante incluye un receptáculo de pasador de guía distal 24 con una abertura 26 que está dimensionada y tiene una forma para recibir un pasador de guía, como se muestra en las figuras 7A-8. Por ejemplo, la abertura 26 puede ser circular para recibir un pasador de guía habitual. El extremo proximal tiene además un receptáculo de pasador de guía proximal con una abertura dimensionada y formada para recibir un pasador de guía. En algunas realizaciones, una cánula continua 40 puede extenderse desde el receptáculo de pasador de guía proximal hasta el receptáculo de pasador de guía distal. En algunas realizaciones, pueden estar presentes múltiples receptáculos de pasador de guía individuales y colineales dentro del cuerpo de implante entre el receptáculo de pasador de guía proximal y el receptáculo de pasador de guía distal.

45 Por ejemplo, la figura 7D ilustra otra estructura de matriz, similar a la realización mostrada en la figura 7A, con pilares de soporte 20 que se extienden diagonalmente entre pilares de vértice 14 en una configuración de "X". Sin embargo, en esta realización, el implante 10 tiene un receptáculo de pasador de guía proximal 28 ubicado en el extremo proximal del implante, un receptáculo de pasador de guía distal 24 ubicado en el extremo distal del implante, y una pluralidad de receptáculos de pasador de guía interna 30 también ubicados a lo largo del eje longitudinal del implante. Los receptáculos de pasador de guía interna 30 pueden unirse a los pilares de soporte 20 y/o los pilares de vértice 14. Como se muestra, los receptáculos de pasador de guía interna 30 están unidos en los puntos de intersección de los pilares de soporte 20 en forma de "X". Además de recibir el pasador de guía, los receptáculos de pasador de guía interna 30 pueden proporcionar soporte y refuerzo adicional a la estructura de matriz.

55 La figura 7E ilustra una realización de una estructura de matriz que es similar a la disposición mostrada en la figura 7D. Ambos tienen pilares de soporte en forma de "X" 20 y una pluralidad de receptáculos de pasador de guía interna 30. Sin embargo, esta realización tiene pilares de soporte adicionales 20 que se extienden transversalmente entre los pilares de vértice 14 en ángulo recto. Los pilares de soporte transversales pueden colocarse entre los pilares de soporte en forma de "X" como se muestra, o pueden integrarse en los pilares de soporte en forma de "X". Los pilares de soporte transversales pueden proporcionar soporte y refuerzo adicional a la estructura de matriz.

60 La figura 7F ilustra otra estructura de matriz que es similar a la que se muestra en la figura 7D. Sin embargo, en lugar de tener una pluralidad de receptáculos de pasador de guía, el implante 10 tiene un único receptáculo de pasador de guía 32 que se extiende desde el extremo proximal hasta el extremo distal del implante. Este receptáculo de pasador de guía 32 puede ser un tubo o cánula que puede unirse a los pilares de soporte 20. En algunas disposiciones, el tubo o cánula también puede tener una pluralidad de ventanillas 34. En algunas disposiciones, las ventanillas 34 pueden

colocarse a lo largo de las aberturas de los pilares de soporte, lo que permite que el tubo soporte los pilares de soporte 20 mientras que las ventanillas promueven el crecimiento interior óseo y permiten la introducción de material de injerto óseo a través del implante.

5 Las figuras 7G-7I ilustran otra estructura de matriz que es similar a la realización mostrada en la figura 7E. Esta disposición también tiene pilares de soporte en forma de "X" 20 y pilares de soporte adicionales 20 que se extienden transversalmente entre los pilares de vértice 14 en ángulos rectos. Una diferencia entre esta disposición y la realización ilustrada en la figura 7E es que los pilares de soporte 20 y los pilares de vértice 14 en esta disposición tienen perfiles de sección transversal rectilínea generalmente mientras que la realización dada a conocer en la figura 7E tiene pilares de soporte generalmente circulares 20 y pilares de vértice 14. En algunas realizaciones, los pilares de vértice 14 pueden biselarse para retirar los bordes afilados y los vértices del implante. Esta disposición puede tener un receptáculo de pasador de guía distal 24 y un receptáculo de pasador de guía proximal, pero a diferencia de algunas de las realizaciones descritas anteriormente, puede carecer de receptáculos de pasador de guía interna. El pasador de guía en cambio puede soportarse internamente mediante la geometría de sección transversal inherente de los pilares de vértice y/o pilares de soporte. Cualquiera de las realizaciones en el presente documento puede tener perfiles rectilíneos, circulares o una combinación de los dos perfiles de sección transversal. El uso de los pilares rectilíneos puede permitir la fabricación del implante de matriz cortando por láser una estructura de pared, mientras que los pilares tubulares pueden soldarse entre sí. Una estructura cortada por láser puede ser estructuralmente más resistente que una estructura soldada, lo cual es importante para soportar las grandes cargas aplicadas al implante después de la implantación. El extremo distal 18 del implante 10 también puede tener una o más aberturas 29 que permiten inyectar material de injerto distalmente a través del implante después de la implantación. La figura 7H ilustra una vista de sección transversal tomada a través de los pilares transversales, mientras que la figura 7I ilustra una vista de sección transversal tomada a través de los pilares de soporte en forma de "X".

10

15

20

25

30

35

40

45

El implante, que incluye los pilares de vértice y/o los pilares de soporte de la matriz así como las vigas que forman la microestructura, pueden tener una diversidad de formas. Por ejemplo, los pilares y/o vigas pueden tener una sección transversal que es rectilínea, curvilínea o combinaciones de las dos, como se ilustra en las figuras 9A-9D. Por ejemplo, los pilares y/o vigas pueden tener una sección transversal circular como se muestra en la figura 9A, o una sección transversal curvilínea como se muestra en las figuras 9B y 9C, o una sección transversal cuadrada o rectangular como se muestra en la figura 9D. Debe entenderse que las esquinas y bordes de los pilares y/o vigas pueden ser redondos si se desea.

El implante puede estar hecho de una diversidad de materiales. Por ejemplo, el implante puede estar hecho de un metal o aleación de metal, como titanio o acero, o de un material no metálico como cerámica o polímero. En algunas realizaciones, el material de implante puede tener una determinada microestructura de celosía formada a partir de las micropartículas de viga. Por ejemplo, la microestructura de celosía del pilar de vértice, pilares de soporte y otras partes del implante puede dar como resultado una textura superficial áspera o lisa, dependiendo de las técnicas de acabado superficial usadas, como el pulido o aplicación de una pulverización de plasma de metal, y el tamaño y la forma de las vigas que forman la microestructura de celosía. Por ejemplo, las figuras 10A-10C ilustran diversas microestructuras de viga que pueden formar la microestructura de celosía. La figura 10A ilustra una estructura de viga cúbica, mientras que la figura 10B ilustra una estructura de viga hexagonal, y la figura 10C ilustra una estructura de viga octogonal. Otras estructuras de viga incluyen tetragonales, romboédricas, ortorrómbicas, monoclinicas y triclinicas. Las figuras 11A-11D ilustran que las vigas pueden tener diversos tamaños. Por ejemplo, las figuras 11A-11D ilustran vigas que tienen un diámetro aproximadamente de 100, 200 micras, 350 micras, 500 micras y 1000 micras. En otras realizaciones, el tamaño de la viga puede variar entre 50 micras y 5000 micras.

50

55

60

65

6

El implante de matriz puede fabricarse usando una diversidad de técnicas. Por ejemplo, el implante de matriz puede imprimirse en 3-D usando una técnica de creación de prototipos rápida que implica la fabricación aditiva, como se describe en la publicación de patente estadounidense n.º 2010/0161061. El implante de matriz impreso en 3D puede estar hecho de un material de metal, polímero o cerámico. Por ejemplo, un polvo metálico como el polvo de titanio puede fusionarse entre sí para formar la estructura de implante. Otras técnicas incluyen cortar las ventanillas o aberturas, usando un láser por ejemplo, para formar los pilares de vértice y pilares de soporte, o usando mecanizado por descarga eléctrica (EDM) para crear las matrices o ventanillas.

La impresión 3D permite controlar la porosidad del implante. Por ejemplo, el implante puede tener una porosidad volumétrica entre aproximadamente un 30 y 70 por ciento, con un tamaño promedio de poro entre 100 y 1000 micras. Los poros pueden estar en gran medida interconectados, en gran parte desconectados, o una mezcla de poros interconectados y no conectados. En algunas realizaciones, los poros pueden ubicarse en todo el material del implante, incluyendo los pilares de vértice y pilares de soporte, y en toda o parte de la superficie de pilar, incluyendo las superficies de implante interna y externa. Por ejemplo, la fusión de las micropartículas de viga para formar los pilares puede dar como resultado una estructura porosa, semiporosa o no porosa, dependiendo del grado de fusión entre las micropartículas de viga. En otras realizaciones, los poros pueden ubicarse en un recubrimiento poroso que puede aplicarse sobre el implante. Por ejemplo, un recubrimiento poroso puede aplicarse usando un proceso de pulverización de plasma de titanio, u otro proceso de pulverización de plasma de metal. El recubrimiento puede aplicarse a las superficies externas del implante, las superficies interiores del implante o tanto a la superficie exterior como interior del implante. Por ejemplo, el recubrimiento puede aplicarse preferiblemente a la superficie externa de un implante de

5 matriz para proporcionar crecimiento interior o crecimiento por aposición óseo, y no aplicarse a la parte interna del implante para maximizar el crecimiento transversal óseo dentro del implante. Además, el recubrimiento puede aplicarse preferiblemente de proximal a distal, o viceversa. El grosor de un recubrimiento poroso puede estar entre aproximadamente 500 y 1.500 micras. Además o alternativamente al recubrimiento poroso de metal, también puede aplicarse un recubrimiento de hidroxiapatita al implante. En algunas realizaciones, la porosidad puede hacerse variar a lo largo del implante. En algunas realizaciones, el grosor del recubrimiento puede hacerse variar a lo largo del implante. En algunas realizaciones, el grosor del recubrimiento aplicado a la superficie exterior puede ser diferente del grosor del recubrimiento interno. Por ejemplo, el recubrimiento externo puede ser mayor que el recubrimiento interno en algunas realizaciones. En otras realizaciones, el grosor de los recubrimientos internos y externos puede ser el mismo.

10 En algunas realizaciones, como se ilustra en la figura 12, los pilares de vértice 14 pueden ser curvados desde el extremo proximal hasta el extremo distal del pilar de vértice 14, dando como resultado de ese modo un implante de matriz curvada 10 similar a los implantes curvados descritos en la solicitud provisional estadounidense en trámite junto con la presente n.º 62/052,318, presentada el 18 de septiembre de 2014 y titulada "Implants for bone fixation or fusion".

15 La longitud del implante puede variar entre aproximadamente 25 a 95 mm. La estructura de matriz puede ser modular, como se muestra en la figura 13, lo que permite variar la longitud del implante mediante la adición de subunidades de repetición adicionales durante el diseño y/o la fabricación del implante. Como se muestra en la figura 13, el implante 20 de matriz modular 130 puede tener una parte de extremo distal 132, una parte de extremo proximal 134 y una o más partes internas de repetición 136. La parte de extremo distal 132 tiene un receptáculo de pasador de guía distal 138, y la parte de extremo proximal 134 tiene un receptáculo de pasador de guía proximal 136, muy similar a las realizaciones comentadas anteriormente. La parte interna de repetición 136 tiene pilares de vértice 140 y pilares de soporte 142, como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, como se muestra, los pilares de soporte 142 pueden 25 tener una configuración de "X" y pueden ubicarse entre dos pilares de soporte transversales 144. Los dos pilares de soporte transversales 144 pueden ser la mitad de los pilares de soporte transversales normales de manera que cuando se unen entre sí dos partes internas de repetición 136, los dos medios pilares de soporte se fusionan para formar un soporte transversal completo. Las partes de extremo proximal y distal 132, 134 también pueden tener una parte de acoplamiento que se forma a partir de medios pilares de soporte transversales 144 que pueden fusionarse con los 30 medios pilares de soporte transversales 144 de la parte interna de repetición 136. La parte interna de repetición 136 también tiene un receptáculo de pasador de guía interno 146

35 En algunas realizaciones, la longitud de la parte interna de repetición 136 puede ser aproximadamente de 10 mm. En otras realizaciones, la longitud puede estar entre aproximadamente 5 y 25 mm. En algunas realizaciones, la parte interna de repetición 136 puede tener pilares de soporte que forman la mitad de una "X", de manera que las partes internas de repetición se disponen en un patrón alternante para formar pilares de soporte en forma de "X". En algunas realizaciones, los pilares de soporte son simplemente pilares diagonales que se extienden a lo largo de la parte interna de repetición.

40 Métodos de implantación (no reivindicados)

45 Los métodos de implantación de los diversos implantes descritos en el presente documento se describen en la publicación de patente estadounidense n.º 2011/0087294, patente estadounidense n.º 8.425.570, patente estadounidense n.º 8.444.693, patente estadounidense n.º 8.414.648, y patente estadounidense n.º 8.470.004, y solicitud provisional estadounidense en trámite junto con la presente n.º 61/891.326. Estos métodos son especialmente adecuados para su uso con implantes rectos.

50 El implante curvado ilustrado en la figura 12 puede requerir modificaciones en el método de protocolos de inserción. Debido a que el implante es curvado, puede que no sea posible o deseable intentar clavar o golpear el implante en el hueso a lo largo de una trayectoria recta usando un pasador de guía recto, un taladro recto, una broca recta y similares. En su lugar, puede ser deseable crear y formar una trayectoria de inserción curvada que coincida con la curvatura del implante.

55 Por ejemplo, las herramientas usadas para crear la trayectoria de inserción curvada pueden tener un radio de curvatura que coincide con el radio de curvatura del implante. Por ejemplo, algunas o todas las herramientas y el implante pueden tener un radio de curvatura coincidente. Las herramientas, que pueden incluir un pasador de guía, una guía de herramienta, una broca, una brocha y un martillo de impacto y similares, pueden fijarse rotatoriamente mediante un brazo con una longitud igual al radio de curvatura, con un extremo del brazo unido a un pivote y el otro extremo usado para asegurar las herramientas y/o el implante.

60 El brazo rotatorio puede usarse para accionar un pasador de guía curvado en el hueso para crear una trayectoria curvada a través del hueso, como el ilion y el sacro. Una broca relativamente corta con una luz de diámetro interior para recibir el pasador de guía puede disponerse sobre el pasador de guía curvado para perforar un taladro piloto curvado. En algunos métodos, la broca puede fijarse mediante el brazo giratorio en el extremo de una guía curvada y puede usarse para perforar el taladro piloto curvado sin la inserción del pasador de guía curvado.

Para un implante curvado con sección transversal circular, el implante curvado puede entonces hacerse avanzar sobre el pasador de guía curvado y a la trayectoria de inserción curvada que está formada por el taladro piloto curvado. En algunos métodos, el implante curvado puede sostenerse por el brazo pivotante e insertarse en la trayectoria de inserción curvada sin la ayuda de un pasador de guía rotando el brazo curvado.

5 Para un implante rectilíneo o, más ampliamente, un implante no circular, el taladro piloto curvado puede ser conformarse usando una broca de forma adecuada que coincida con la forma de sección transversal global del implante. Una broca curvada, o una broca corta, puede hacerse avanzar sobre el pasador de guía curvado si está 10 presente, de lo contrario la broca curvada o la broca corta puede sostenerse en el brazo pivotante y hacerse avanzar a través del taladro piloto mediante la rotación del brazo pivotante. A medida que la broca se hace avanzar, da forma 15 al taladro piloto en una forma que coincide con la forma del implante.

El implante curvado puede hacerse avanzar sobre el pasador de guía curvado hasta la trayectoria de inserción curva que está formada por el taladro piloto curvado. En algunos métodos, el implante curvado puede sostenerse por el 20 brazo pivotante e insertarse en la trayectoria de inserción curvada sin la ayuda de un pasador de guía rotando el brazo curvado.

Más generalmente, los implantes descritos en el presente documento pueden usarse para fusionar cualquiera de los 25 dos segmentos óseos, como dos huesos que forman una articulación o dos huesos resultantes de una fractura.

20 Los términos "alrededor de" y "aproximadamente" y similares pueden significar dentro del 5, 10, 15, 20, 25 o 30 por ciento.

25 Se entiende que esta divulgación, en muchos aspectos, es solo ilustrativa de las numerosas realizaciones de dispositivos alternativos de la presente invención. Pueden hacerse cambios en los detalles, particularmente en cuanto a forma, tamaño, material y disposición de diversos componentes de dispositivo sin exceder el alcance de las diversas realizaciones de la invención. Los expertos en la técnica apreciarán que las realizaciones a modo de ejemplo y 30 descripciones de las mismas son meramente ilustrativas de la invención en su conjunto. Aunque se explican con claridad varios principios de la invención en las realizaciones a modo de ejemplo descritas anteriormente, los expertos en la técnica apreciarán que las modificaciones de la estructura, disposición, proporciones, elementos y materiales 35 pueden utilizarse en la práctica de la invención, y de lo contrario, que se adaptan particularmente a entornos específicos y necesidades operativas sin apartarse del alcance de la invención. Además, aunque determinadas características y elementos se han descrito en conexión con realizaciones particulares, los expertos en la técnica apreciarán que esas características y elementos pueden combinarse con las otras realizaciones dadas a conocer en el presente documento.

## REIVINDICACIONES

1. Un implante modular (130) para la fijación o fusión de la articulación SI, teniendo el implante modular un cuerpo alargado que se extiende en una dirección longitudinal entre un extremo distal y un extremo proximal, dicho cuerpo alargado que comprende:

5 un módulo distal (132) que comprende un armazón, el armazón unido a un receptáculo de pasador de guía distal y a una pluralidad de pilares de soporte transversales dispuestos de manera perpendicular con respecto a la dirección longitudinal y en una configuración rectilínea,

10 un módulo proximal (134) que comprende un armazón, el armazón unido a un receptáculo de pasador de guía proximal y a una pluralidad de pilares de soporte transversales dispuestos de manera perpendicular a la dirección longitudinal y en una configuración rectilínea; y

15 al menos un módulo interno de repetición (136) que comprende:

una pluralidad de pilares de vértice (140) que se extienden en la dirección longitudinal y se unen entre sí por pilares de soporte oblicuos (142) dispuestos en una configuración oblicua entre los pilares de vértice;

20 una pluralidad de pilares de soporte transversales (144) dispuestos de manera perpendicular a los pilares de vértice que se extienden longitudinalmente, la pluralidad de pilares de soporte transversales dispuestos en una configuración rectilínea tanto en un extremo proximal como en un extremo distal del módulo interno de repetición, y

25 un receptáculo de pasador de guía interno (146) asegurado a los pilares de soporte y/o pilares de vértice y dispuesto tanto con respecto al receptáculo de pasador de guía distal como al receptáculo de pasador de guía proximal para permitir que una cánula se extienda a lo largo de la longitud del cuerpo alargado a través de los receptáculos de pasador de guía distal, interno y proximal,

30 en el que el al menos un módulo de repetición interno está colocado entre el módulo distal y el módulo proximal de manera que los pilares de soporte transversales del módulo distal son adyacentes y paralelos a un primer conjunto de pilares de soporte transversales del módulo interno de repetición y los pilares de soporte transversales del módulo proximal son adyacentes y paralelos a un segundo conjunto de pilares de soporte transversales de un módulo interno de repetición.

35 2. El implante modular según la reivindicación 1, en el que los pilares de soportes oblicuos (142) están dispuestos en una configuración de "X".

40 3. El implante modular según la reivindicación 1, en el que los pilares de soportes oblicuos (142) están dispuestos en una configuración diagonal no superpuesta.

45 4. El implante modular según la reivindicación 1, en el que la configuración rectilínea proporcionada por la disposición de los pilares de soporte transversales (144) define un perfil de sección transversal triangular.

50 5. El implante modular según la reivindicación 1, en el que la configuración rectilínea proporcionada por la disposición de los pilares de soporte transversales (144) define un perfil de sección transversal rectangular o cuadrada.

55 6. El implante modular según la reivindicación 1, en el que el cuerpo alargado es curvado en la dirección longitudinal desde el extremo proximal al extremo distal del cuerpo alargado.

60 7. El implante según la reivindicación 6, en el que el cuerpo alargado tiene una curvatura entre aproximadamente 5 y 45 grados.

65 8. El implante modular según la reivindicación 6, en el que el cuerpo alargado tiene una curvatura entre aproximadamente 15 y 30 grados.

9. El implante modular según la reivindicación 1, en el que el cuerpo alargado está recubierto con una pulverización de plasma de titanio.

10. El implante modular según la reivindicación 1, en el que el cuerpo alargado está recubierto con hidroxiapatita.

11. El implante modular según la reivindicación 1, que comprende además una cánula que se extiende entre el receptáculo de pasador de guía proximal y el receptáculo de pasador de guía distal.

12. El implante según la reivindicación 1, en el que el cuerpo alargado está hecho de metal.

13. El implante según la reivindicación 12, en el que el metal es titanio.
14. El implante según la reivindicación 12, en el que el metal comprende una estructura de celosía.

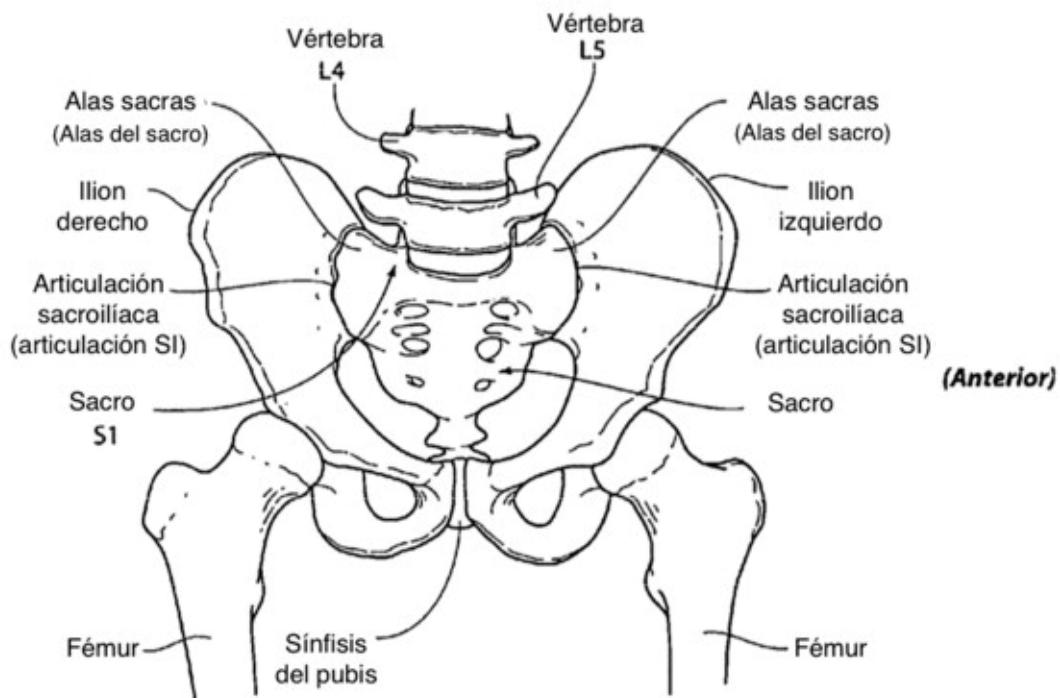


FIG. 1

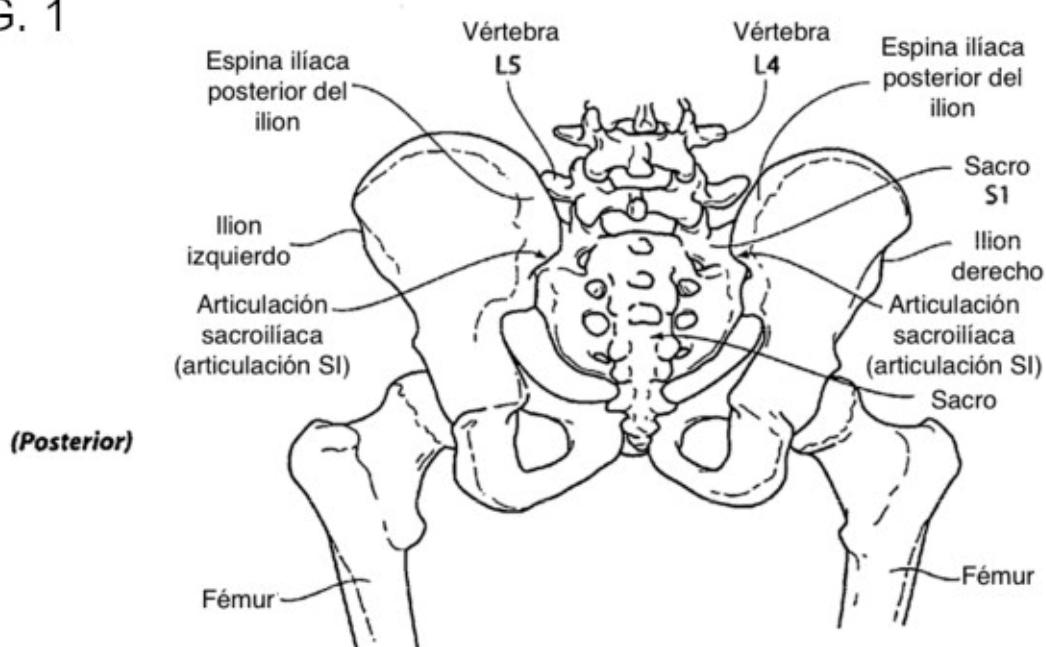


FIG. 2

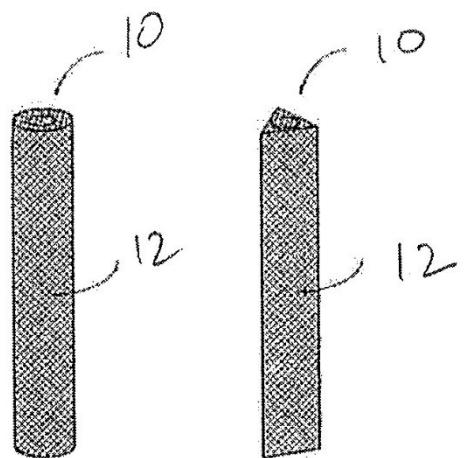


FIG. 3

FIG. 4

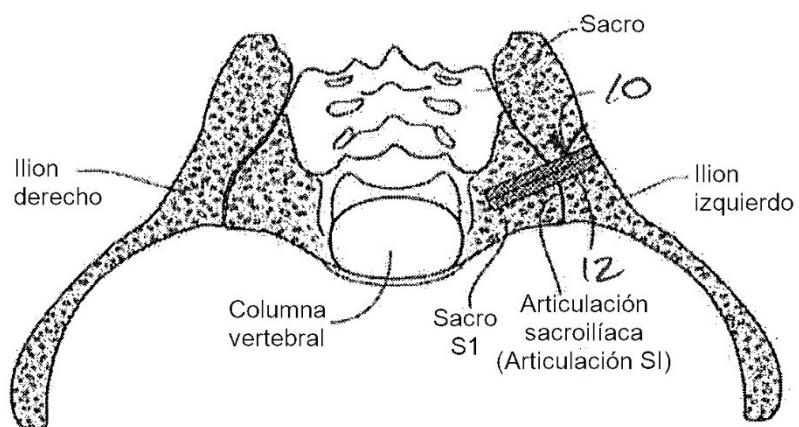


FIG. 5

Espina ilíaca posterior del ilion izquierdo.

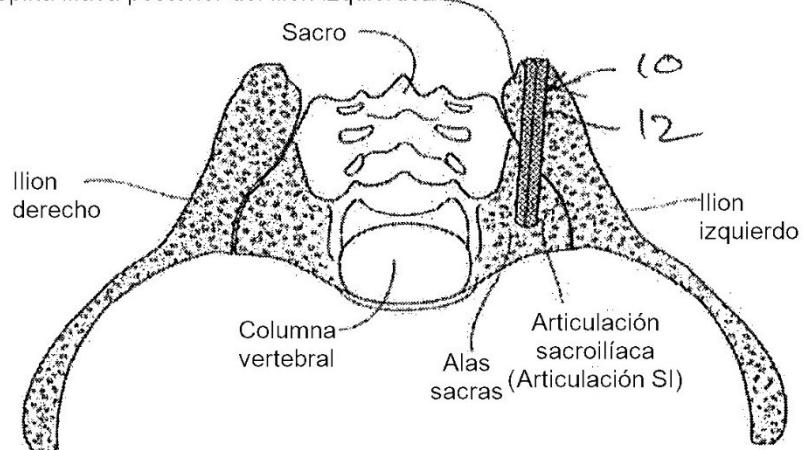


FIG. 6

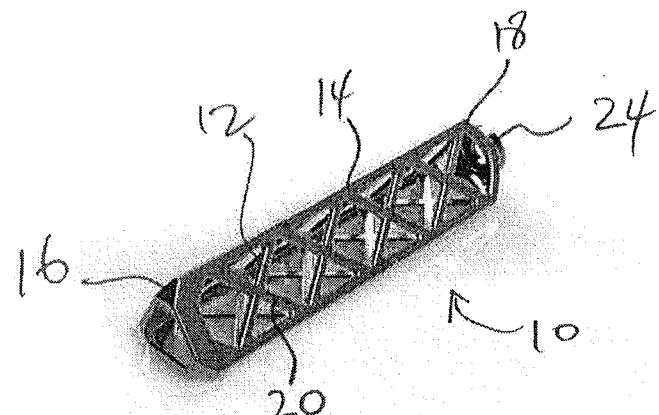


FIG. 7A

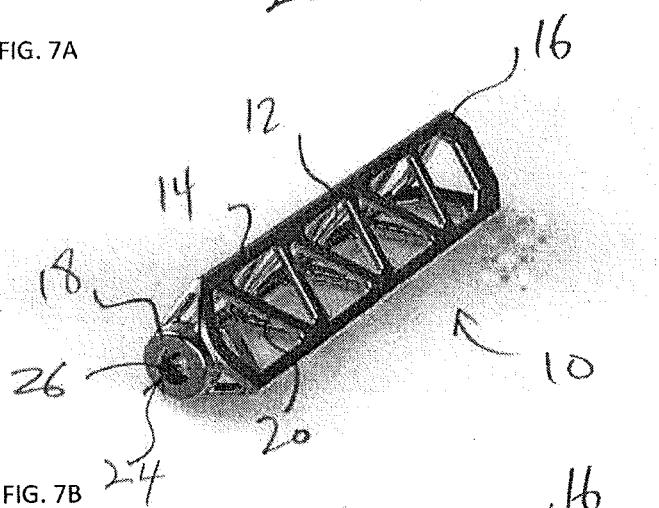


FIG. 7B

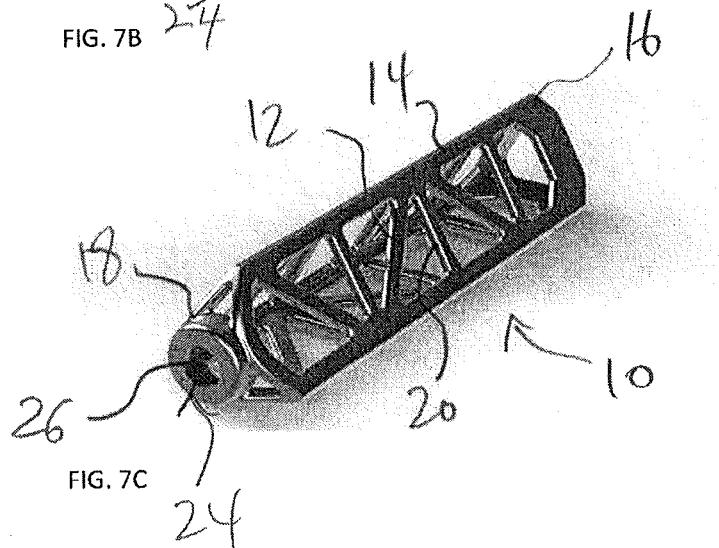
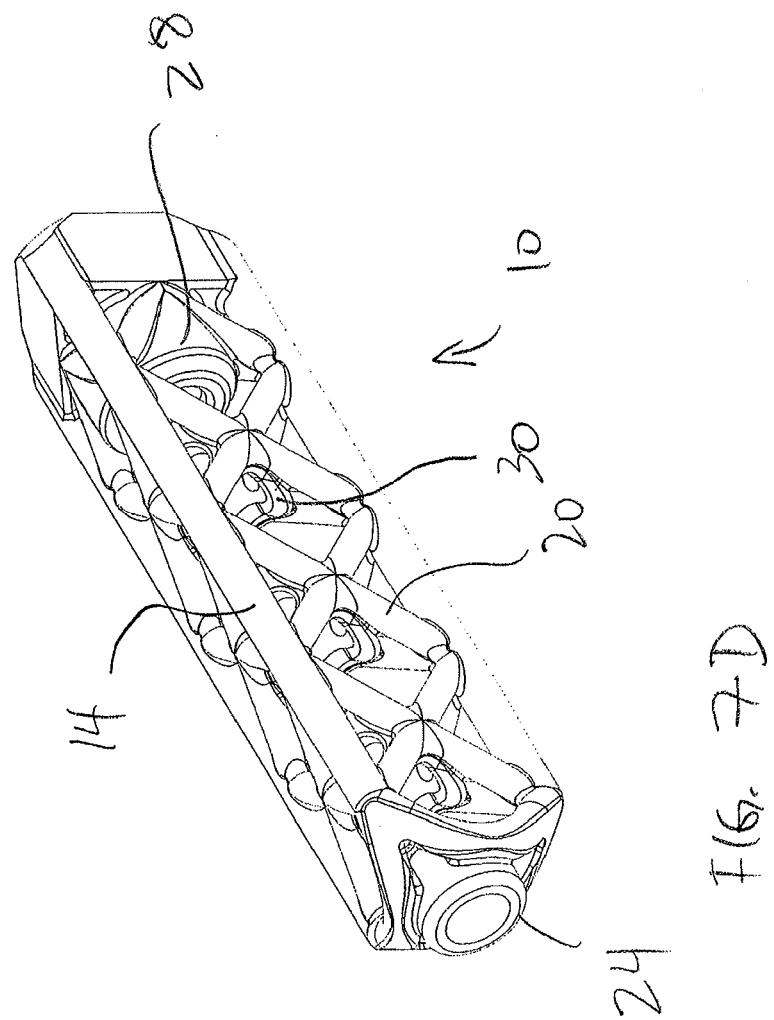
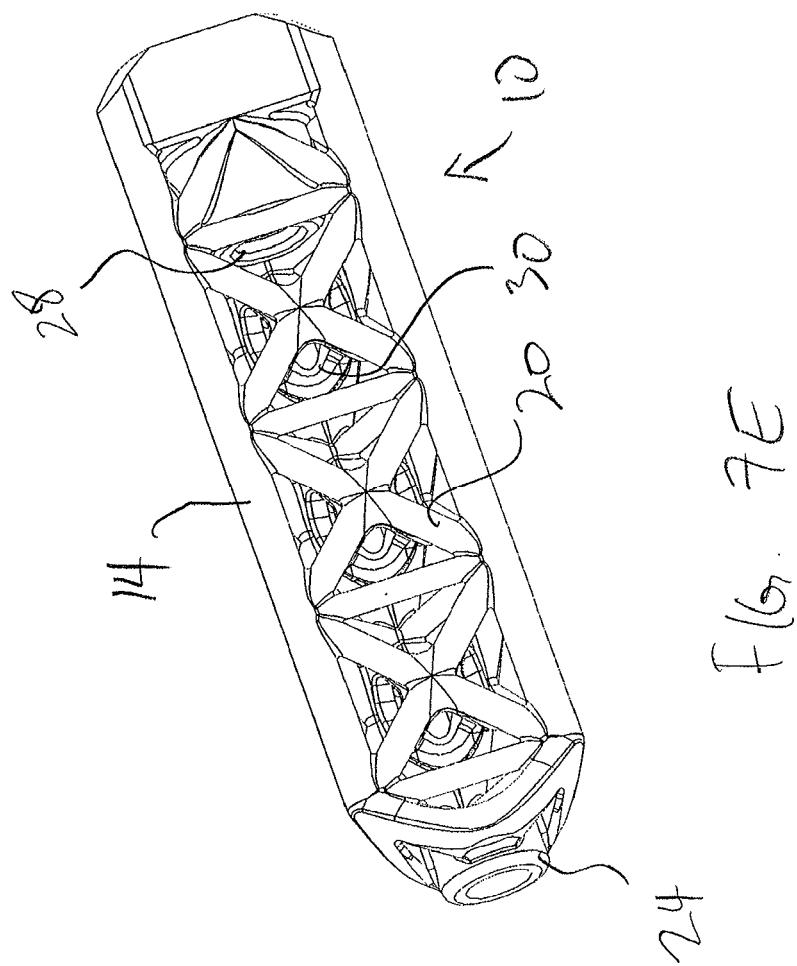
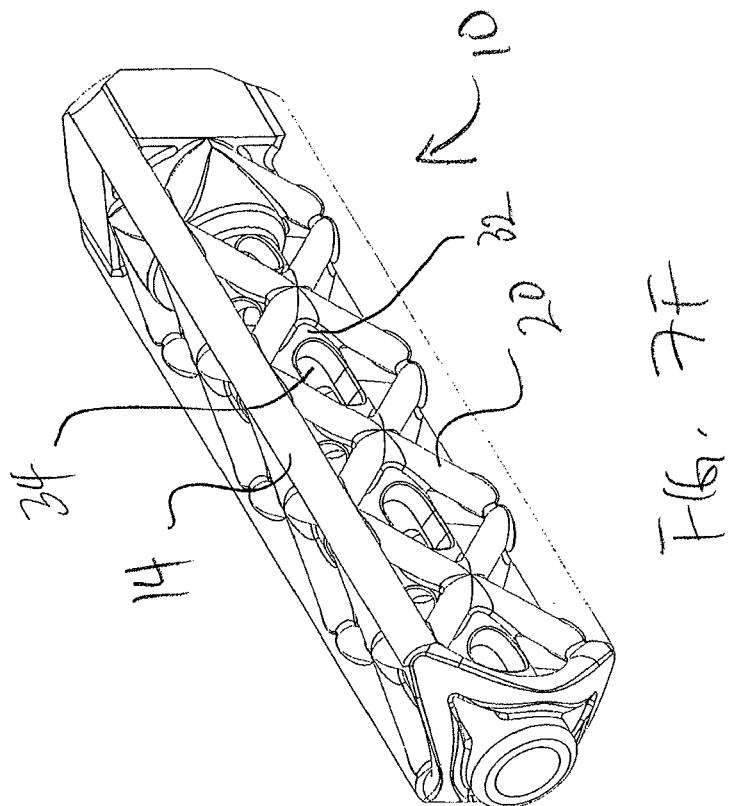
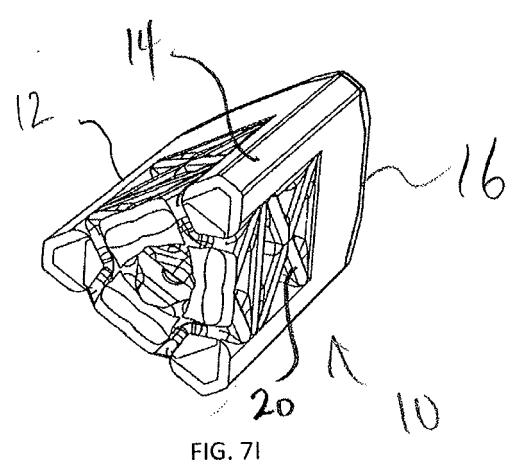
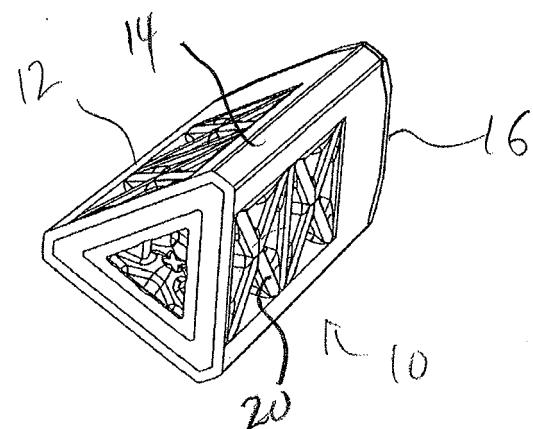
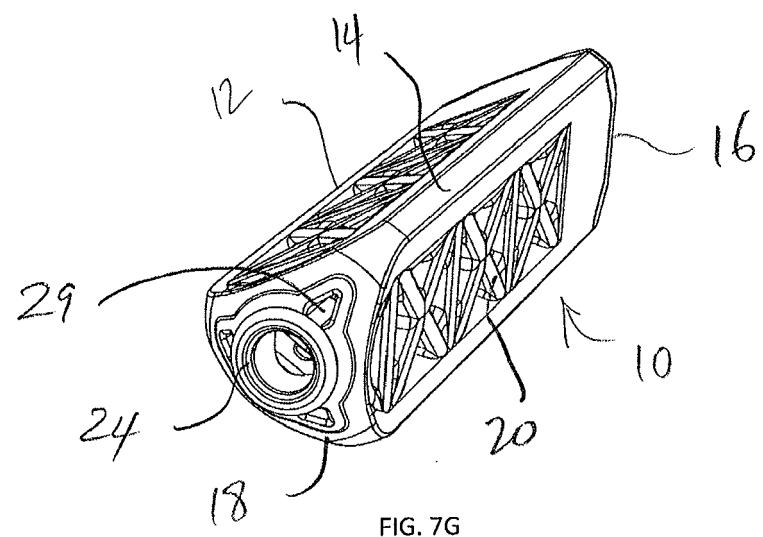


FIG. 7C









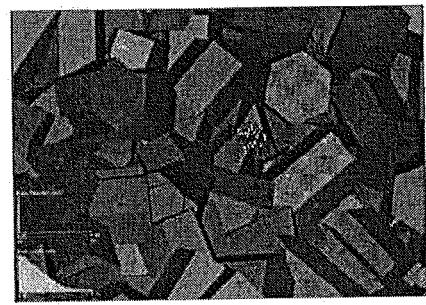
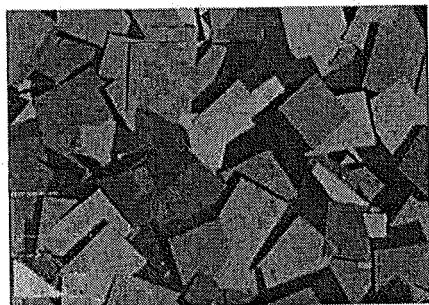
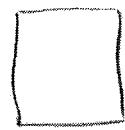
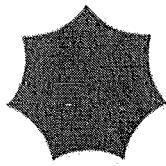
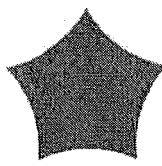
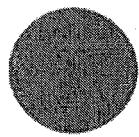
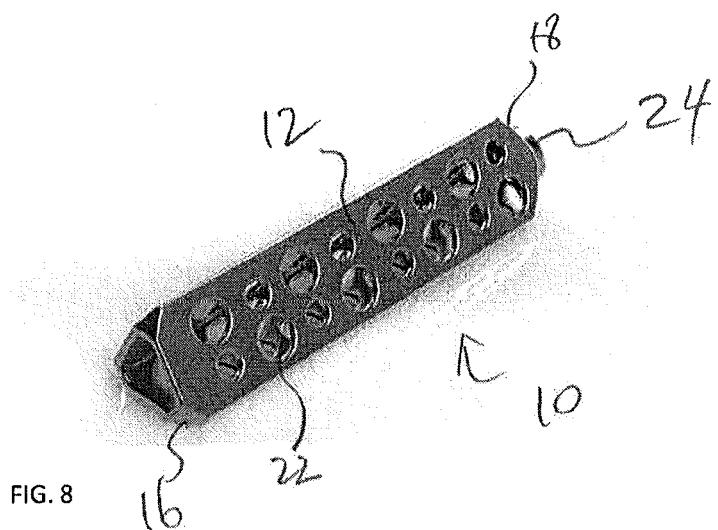




FIG. 11A



FIG. 11B



FIG. 11C

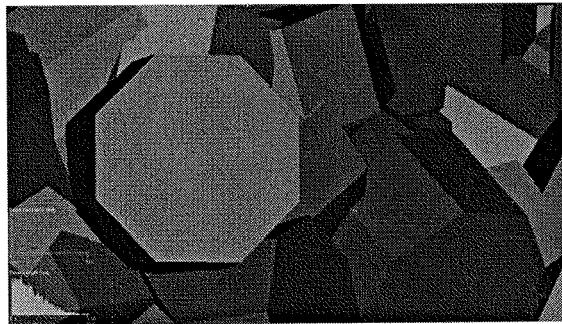


FIG. 11D

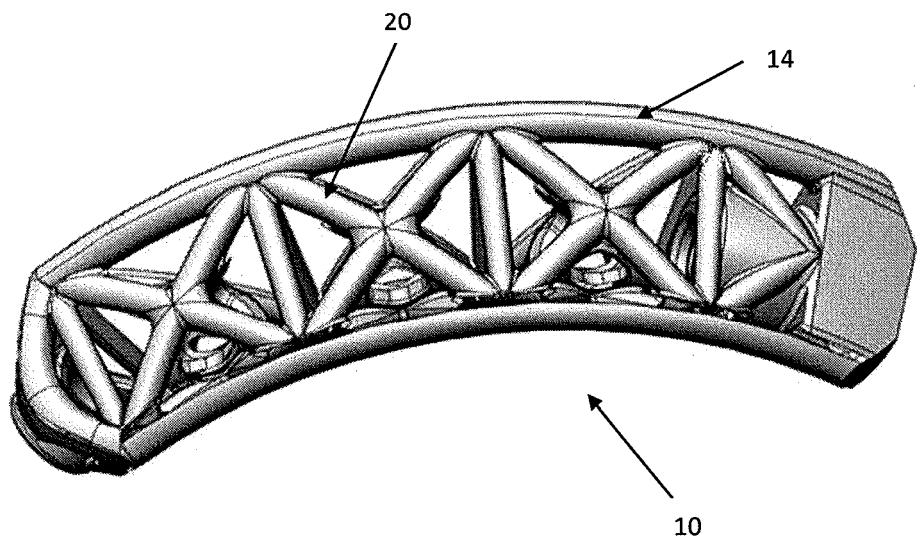


FIG. 12

