

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 881 257**

51 Int. Cl.:

A61F 2/30 (2006.01)

A61F 2/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.12.2018** **E 18210881 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.03.2021** **EP 3662868**

54 Título: **Implante intervertebral y procedimiento para la fabricación de un implante intervertebral**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
29.11.2021

73 Titular/es:

KRAUS, KILIAN (100.0%)
Ahornstrasse 67
97440 Werneck, DE

72 Inventor/es:

KRAUS, KILIAN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 881 257 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 intervertebral y procedimiento para la fabricación de un implante intervertebral

- 5 La invención se refiere a un implante intervertebral, un así denominado cajetín, en particular para el uso en el marco de una operación ALIF (anterior lumbar interbody fusion), PLIF (posterior lumbar interbody fusion), TLIF (transforaminal lumbar interbody fusion) o XLIF (extreme lateral interbody fusion), en el caso de la cual cuerpos vertebrales se fusionan unos con otros.
- 10 Del estado de la técnica son conocidos implantes tanto de una pieza como también de varias piezas para el área de la columna vertebral, los cuales se usan por ejemplo en el marco de una operación de reforzamiento de la columna vertebral, en particular de una fusión intercorporal lumbar, es decir de una fusión de cuerpos vertebrales en el área de las vértebras lumbares. Los implantes intervertebrales de una pieza o macizos tienen generalmente la ventaja de mayor estabilidad mecánica. Además los implantes de este tipo pueden ser porosos o estar provistos de pasos para
- 15 posibilitar un entreverado con material óseo y/o un relleno con material óseo sustitutivo, para que el implante intervertebral no se hunda en el hueso. De la publicación internacional WO 2009/068021 A1 es conocido por ejemplo un implante intervertebral con una estructura de canal interior, el cual favorece un crecimiento de material óseo.
- 20 Debido a las diferencias anatómicas, en particular en cuanto al grosor y a la orientación de los discos intervertebrales en la columna vertebral, en el caso de una operación para la fusión de cuerpos vertebrales intersomática o intercorporal debe haber disponible un gran número, mayormente más o menos 100 piezas, de implantes intervertebrales de una pieza o macizos de diferentes diseños. Los implantes intervertebrales de este tipo se diferencian en cuanto a su forma, en particular en cuanto a su extensión en altura o longitud y/o en cuanto a la orientación de las superficies de contacto previstas para la disposición en los cuerpos vertebrales a menudo solo mínimamente, de manera que la selección del
- 25 implante adaptado de forma óptima para el implante puede resultar dificultosa para el médico interviniente.
- Las técnicas de operación ya mencionadas (ALIF, PLIF, TLIF, XLIF) se diferencian fundamentalmente en el modo de la vía de acceso a la columna vertebral. De esta manera por ejemplo la colocación de un implante intervertebral en el caso de una operación PLIF se realiza dorsalmente, es decir por la espalda. Debido a la orientación en particular de
- 30 las vértebras en el área de las vértebras lumbares inferiores esto requiere el uso de implantes intervertebrales configurados más o menos con forma cuneiforme, los cuales sin embargo debido al acontecimiento anatómico se deben colocar primero por el lado más ancho. En el caso del uso de implantes intervertebrales de una pieza esto puede ir acompañado de un mayor peligro en particular de un daño neuronal.
- 35 Para evitar estos problemas en el estado de la técnica ya se propusieron implantes de varias piezas, expandibles y en particular regulables en cuanto a la altura de construcción. De esta manera la publicación internacional WO 2009/092102 A1 describe por ejemplo un implante intervertebral expandible, el cual se puede variar en particular en cuanto a su extensión vertical. El implante intervertebral está configurado para ser colocado en el estado colapsado para a continuación ser expandido a la altura del material de disco intervertebral extraído. La publicación internacional
- 40 WO 2008/070863 A2 describe un implante intervertebral regulable en altura, el cual se puede ajustar con ayuda de una guía cuneiforme a la dimensión del área intervertebral a rellenar.
- El documento US 2013/0158663 A1 describe un implante intervertebral con primer y segundo elementos de apoyo previstos para la disposición en cuerpos vertebrales. Los elementos de apoyo se pueden regular el uno con respecto
- 45 al otro con ayuda de un componente configurado de forma similar a una cuña dispuesto entremedio, el cual presenta por lo menos dos rampas separadas la una con respecto a la otra en la dirección axial.
- Problemático en diseños de varias piezas de este tipo es que estos por un lado -por lo menos mientras que el implante no está entreverado aún por una estructura ósea resistente- deben ser capaces de resistir fuerzas considerables. Por
- 50 otro lado en el caso de los implantes intervertebrales de varias piezas habituales un entreverado completo está dificultado a menudo por el mecanismo de expansión previsto para la regulación de la altura, el cual puede ocupar una gran parte del volumen interior a rellenar con material óseo. Por lo tanto ni siquiera en el estado crecido se alcanza a menudo una capacidad de soporte satisfactoria.
- 55 La invención se plantea para la tarea de indicar un implante intervertebral que se puede ajustar de manera variable en cuanto a su forma geométrica, el cual presenta en particular una alta estabilidad mecánica.
- Esta tarea se soluciona mediante un implante intervertebral con las características de la reivindicación 1.
- 60 Diseños ventajosos son objeto de las reivindicaciones secundarias.
- Un implante intervertebral (también: cajetín) presenta dos superficies de contacto configuradas para la disposición por lo menos por secciones en cuerpos vertebrales dispuestas de manera opuesta, las cuales están separadas la una de la otra a lo largo de un eje vertical. Las superficies de contacto están dispuestas respectivamente sobre elementos de
- 65 apoyo que se pueden regular en relación el uno con respecto al otro, los cuales están guiados de manera que se pueden regular el uno con respecto al otro a lo largo de un contorno de arco circular orientado hacia un eje longitudinal

que transcurre en vertical al eje vertical, de tal manera que mediante la regulación de los dos elementos de apoyo en relación el uno con respecto al otro a lo largo del contorno de arco circular se puede predefinir y/o cambiar una distancia de las dos superficies de contacto con respecto al eje vertical y una posición angular de las dos superficies de contacto la una con respecto a la otra y con respecto al eje vertical.

Con la expresión de que los dos elementos de apoyo se pueden regular el uno con respecto al otro a lo largo de un contorno de arco circular se debe entender en particular que los dos elementos de apoyo están conducidos con posibilidad de desplazamiento a lo largo del contorno de arco circular y que se pueden bloquear el uno con respecto al otro por lo menos en posiciones predeterminadas. Preferiblemente los dos elementos de apoyo se pueden bloquear el uno con respecto al otro en una posición cualquiera. El bloqueo puede ser desbloqueable (también: reversible) o no desbloqueable (también: irreversible).

Con la expresión de que el contorno de arco circular está orientado a lo largo de un eje longitudinal que transcurre en vertical al eje vertical se debe entender en particular que la curvatura del contorno de arco circular transcurre en un plano, el cual transcurre en paralelo al plano fijado por el eje vertical y el eje longitudinal. En diseños el eje vertical es por ejemplo idéntico al eje vertical intermedio del implante intervertebral y el eje longitudinal en particular al eje longitudinal intermedio del implante intervertebral.

Puesto que los dos elementos de apoyo se pueden regular el uno con respecto al otro a lo largo del contorno de arco circular, el cual está orientado a lo largo del eje longitudinal del implante intervertebral, una regulación de los dos elementos de apoyo el uno con respecto al otro provoca además de una variación de la extensión en longitud generalmente tanto un cambio de la extensión en altura, es decir un cambio de la distancia de las dos superficies de contacto opuestas la una con respecto a la otra, como también un cambio del ángulo, en el cual las superficies de contacto están dispuestas la una con respecto a la otra. De esta manera está posibilitado que el mismo implante intervertebral se pueda usar para diferentes lugares de implante. En particular el implante intervertebral de conformidad con la invención se puede ajustar de manera flexible en el marco de una fusión de cuerpos vertebrales intersomática o intercorporal a la distancia y la orientación de los dos cuerpos vertebrales a puentear o a fusionar. Como resultado por lo tanto el número de los implantes intervertebrales a proporcionar para una operación de este tipo se puede reducir considerablemente, lo que en definitiva también facilita al médico interviniente elegir el implante intervertebral adaptado de forma óptima al lugar de implante.

El contorno de arco circular puede transcurrir de manera diferente en distintos diseños del implante intervertebral. En particular son posibles y están previstas variaciones en cuanto al radio de curvatura y/o la inclinación del contorno de arco circular con respecto al eje longitudinal y/o al eje vertical del implante intervertebral. La curvatura e inclinación del contorno de arco circular define en particular, en qué medida un cambio de longitud del implante intervertebral va acompañado de un cambio de la extensión en altura o la orientación (también: posición angular) de las superficies de contacto la una con respecto a la otra. Está previsto, en particular en relación a esto concretamente proporcionar variantes diseñadas de manera diferente del implante intervertebral de conformidad con la invención al médico interviniente durante la operación.

A través de la regulación de los dos elementos de apoyo se provoca una variación de la longitud del implante intervertebral en la dirección del eje longitudinal y/o una variación de la altura o el grosor del implante intervertebral en la dirección del eje vertical y/o una variación de la orientación de las dos superficies de contacto la una con respecto a la otra. En el caso de diseños y dimensionamientos típicos del implante intervertebral y en particular del trazado del contorno de arco circular la longitud del implante intervertebral es de más o menos entre 15 mm y 45 mm, preferiblemente más o menos entre 20 mm y 40 mm, es decir la longitud puede variar como máximo más o menos en 30 mm, preferiblemente más o menos en 20 mm. Correspondientemente el grosor (también: altura) del implante intervertebral es en el caso de dimensionamientos típicos de entre 4 mm y 22 mm, preferiblemente entre 6 mm y 20 mm, es decir la variación en la dirección del eje vertical es como máximo más o menos de 18 mm, preferiblemente más o menos de 14 mm. Las superficies de contacto se extienden en paralelo al eje longitudinal o transcurren en relación al eje longitudinal en hasta $\pm 15^\circ$. Correspondientemente la variación máxima de la orientación de las dos superficies de contacto la una con respecto a la otra es en diseños típicos de aproximadamente 30° .

El contorno de arco circular presenta en particular un radio de curvatura constante. A través de una configuración de este tipo se logra que los dos elementos de apoyo queden siempre ajustados el uno al otro a lo largo del contorno de arco circular. Esto es particularmente ventajoso para compensar fuerzas grandes que actúan en la dirección del eje vertical.

El implante intervertebral está en particular previsto para ser colocado en un área entre dos cuerpos vertebrales de tal manera que el eje vertical está orientado en la dirección del eje longitudinal de la columna vertebral. A través de una regulación de los dos elementos de apoyo a lo largo del contorno de arco circular la extensión del implante intervertebral se puede ajustar a la altura del material de disco intervertebral a sustituir en particular en la dirección del eje longitudinal de la columna vertebral. Además la regulación de los dos elementos de apoyo el uno con respecto al otro provoca un cambio de las superficies de contacto dispuestas de manera opuesta. La inclinación de las dos superficies de contacto se ajusta preferiblemente a la orientación de los dos cuerpos vertebrales adyacentes de tal manera que estos quedan ajustados con las superficies de contacto respectivas por un área lo más grande posible.

Puesto que el implante intervertebral está diseñado de manera que se puede variar en cuanto a la altura de construcción, es decir en cuanto a su extensión en la dirección del eje vertical, está en particular posibilitado minimizar la altura de construcción antes de la colocación para que solo sean necesarias para el implante vías de acceso mínimas. El ajuste de la forma espacial del implante intervertebral, en particular de la distancia y/o la orientación de las superficies de contacto la una con respecto a la otra a través de la regulación de los dos elementos de apoyo, al acontecimiento anatómico del lugar de implante se puede realizar en particular después de la colocación dentro del cuerpo humano.

El implante intervertebral está diseñado por ejemplo como implante de unión ósea o de puente óseo. Con esto se entiende en particular que por lo menos una superficie de contacto del implante intervertebral entra en contacto por lo menos por secciones directamente con un hueso, por ejemplo con un cuerpo vertebral. Las superficies de contacto están por lo tanto previstas para estar en contacto directo con material óseo, en particular con cuerpos vertebrales y presentan para esto por ejemplo una rugosidad apropiada y/o una estructuración, como por ejemplo presentar una estructuración de superficie provista de dientes o estriada. Alternativamente o adicionalmente las superficies de contacto son por ejemplo porosas, en particular porosas con poros abiertos para posibilitar un crecimiento de material óseo. En otros diseños las superficies de contacto están configuradas fundamentalmente lisas.

En diseños el movimiento relativo de los dos elementos de apoyo el uno con respecto al otro está limitado al grado de libertad de movimiento orientado tangencialmente hacia el contorno de arco circular. Esto se puede provocar por ejemplo a través de guías correspondientes, las cuales presentan en su caso destalonamientos. En diseños un elemento de apoyo presenta por ejemplo por lo menos una ranura, la cual se extiende por al menos una sección del contorno de arco circular. El otro elemento de apoyo presenta correspondientemente por lo menos un saliente, el cual está conducido con posibilidad de desplazamiento dentro de la por lo menos una ranura.

Los implantes intervertebrales, los cuales están diseñados para cicatrizar con material óseo (también: material óseo natural) o para ser rellenados con material óseo sustitutivo (también: material óseo artificial) presentan preferiblemente un espacio hueco o varios espacios huecos en particular en el área entre las superficies de contacto dispuestas de manera opuesta.

En diseños preferidos por lo menos uno de los elementos de apoyo presenta una estructura interior con una pluralidad de canales abiertos hacia la superficie de contacto. La estructura interior (también: estructura de canal) se extiende desde la superficie de contacto adyacente al hueso hasta el interior del implante intervertebral. Los canales presentan respectivamente una superficie de sección transversal de $8.000 \mu\text{m}^2$ a $7000000 \mu\text{m}^2$, preferiblemente una superficie de sección transversal de $50.000 \mu\text{m}^2$ a $3.100.000 \mu\text{m}^2$, particularmente preferido una superficie de sección transversal de $125.000 \mu\text{m}^2$ a $570.000 \mu\text{m}^2$. Una estructura de canal dimensionada de este tipo está adaptada a la acción capilar de la sangre y promueve por lo tanto la penetración de sangre con suficiente profundidad. A causa de esto se favorece de manera ventajosa la cicatrización del implante intervertebral con los huesos adyacentes, en particular cuerpos vertebrales.

En diseños las dos superficies de contacto dispuestas de manera opuesta están provistas de estructuras interiores, las cuales incluyen respectivamente una pluralidad de canales. Las estructuras interiores dispuestas de manera opuesta forman en por lo menos una parte del implante intervertebral por lo menos una estructura de espacio hueco permeable en particular para fluidos en la dirección del eje vertical. La realización de este tipo favorece por lo tanto el entreverado por lo menos parcialmente, preferiblemente por completo del implante intervertebral con material óseo natural o el relleno por lo menos parcialmente, preferiblemente por completo del implante intervertebral con material óseo artificial.

En diseños ejemplares las estructuras interiores formadas por los canales se extienden por toda la extensión del elemento de apoyo respectivo en la dirección del eje vertical. Los canales se extienden por ejemplo fundamentalmente por lo menos por secciones o completamente en paralelo al eje vertical. La expresión de que los canales transcurren fundamentalmente en paralelo al eje vertical se debe entender en particular de modo que con el cambio mínimo que acompaña a la regulación de los dos elementos de apoyo el uno con respecto al otro está incluida la orientación de los canales. Dependiendo de la posición relativa de los dos elementos de apoyo el uno con respecto al otro los canales proporcionados en los elementos de apoyo respectivos pueden estar dispuestos de forma desplazada el uno con respecto al otro. Preferiblemente los canales o las estructuras de canal se superponen de tal manera que la estructura de espacio hueco formada es permeable en la dirección del eje vertical. En este caso ha resultado ser ventajoso si el grosor de las paredes de canal que separan canales contiguos es claramente más pequeño que el diámetro, en particular en el caso de canales con sección transversal no redonda del diámetro medio de los canales. Por ejemplo el diámetro medio de los canales es de 2 veces a 4 veces el grosor (también: espesor, espesor de pared de canal) de las paredes de canal.

En diseños la estructura interior está configurada con forma de panal, a modo de rejilla o de red. Los diseños de este tipo posibilitan la penetración de material óseo natural y/o la penetración de material óseo sustitutivo y se pueden someter a grandes esfuerzos mecánicos.

En diseños los canales presentan una sección transversal redonda u ovalada o una sensación transversal en la forma de un polígono, en particular de un polígono regular, por ejemplo una sección transversal triangular, rectangular, cuadrada o hexagonal. La estructura interior está configurada en particular a través de varios de tales canales con forma de panal, a modo de rejilla o de red. En particular las estructuras de canal, las cuales están formadas por canales con sección transversal poligonal, presentan una alta estabilidad mecánica.

En diseños por lo menos uno de los elementos de apoyo presenta por lo menos una cavidad, la cual forma un orificio en la superficie de contacto del por lo menos un elemento de apoyo, cuya superficie se extiende por lo menos por 1/10 y como máximo 3/4 de la superficie de contacto del por lo menos un elemento de apoyo. La cavidad sirve por ejemplo para la penetración de material óseo natural o el relleno del implante intervertebral con material óseo artificial o material óseo sustitutivo. El orificio de la cavidad y/o su superficie de sección transversal puede estar diseñado como se quiera con respecto a su forma y es por ejemplo redondo u ovalado.

En diseños las dos superficies de contacto dispuestas de manera opuesta están provistas de respectivamente por lo menos una cavidad, las cuales están dispuestas de manera opuesta de tal manera que las cavidades forman en por lo menos una parte del implante intervertebral por lo menos un espacio hueco continuo en la dirección del eje vertical. El tamaño del espacio hueco continuo en la dirección del eje vertical puede depender en particular de la disposición relativa de los dos elementos de apoyo el uno con respecto al otro.

En otros diseños los dos elementos de apoyo presentan respectivamente tanto una estructura interior con varios canales como también por lo menos una cavidad, los cuales forman un espacio hueco continuo en la dirección del eje vertical. En otros ejemplos de realización un elemento de apoyo presenta por lo menos una cavidad relativamente grande y el otro elemento de apoyo una estructura interior con varios canales relativamente pequeños. También de esta manera se puede crear una estructura de espacio hueco en por lo menos una parte del implante intervertebral, la cual es permeable en la dirección del eje vertical.

Las superficies de contacto pueden estar configuradas planas o presentar una curvatura. En diseños por lo menos una de las superficies de contacto está arqueada de manera convexa. Preferiblemente las dos superficies de contacto opuestas están arqueadas de manera convexa hacia fuera.

En diseños los dos elementos de apoyo que presentan las superficies de contacto se pueden regular y/o bloquear el uno con respecto al otro mediante un mecanismo de regulación reversible o irreversible. Los mecanismos de regulación reversibles son ventajosos en particular en cuanto a una extracción necesaria posterior del implante, por ejemplo en caso de complicaciones o incompatibilidades. Los mecanismos de regulación reversibles (también: desbloqueables) pueden presentar por ejemplo tornillos de ajuste o similares. Los mecanismos de regulación irreversibles, como por ejemplo uniones de enclavamiento o similares, tienen generalmente la ventaja de una fabricación simplificada. Además se puede evitar de manera eficiente un movimiento de retorno de los elementos de apoyo el uno con respecto al otro en particular bajo carga axial en la dirección del eje longitudinal de la columna vertebral.

El mecanismo de regulación reversible está realizado en diseño preferiblemente como engranaje helicoidal y presenta un husillo roscado conducido en una vuelta de rosca. Un engranaje helicoidal de este tipo con husillo roscado está configurado de bloque automático, es decir una carga axial que actúa en la dirección del eje vertical o del eje longitudinal de la columna vertebral genera un momento de corte, el cual actúa sobre el husillo roscado conducido fundamentalmente en particular a lo largo del contorno de arco circular, el cual bloquea el husillo roscado y por lo tanto contrarresta un movimiento de retorno de los elementos de apoyo regulados el uno con respecto al otro. Además en particular la orientación del contorno de arco circular con respecto al eje vertical también genera un momento de corte que actúa sobre el husillo roscado bajo una carga axial que actúa en la dirección del eje vertical. Un movimiento de retorno de los dos elementos de apoyo regulados el uno con respecto al otro debido a fuerzas que actúan a lo largo del eje longitudinal de la columna vertebral se puede por lo tanto contrarrestar de forma eficiente. Además un engranaje helicoidal realizado de este tipo solo requiere relativamente poco espacio constructivo, de manera que una gran parte, por ejemplo más o menos 50 % o más, del volumen del implante intervertebral se puede configurar de manera permeable para posibilitar la cicatrización con material óseo ya descrita. Para regular los dos elementos de apoyo el uno con respecto al otro en particular una herramienta de implante, la cual está configurada por ejemplo de forma similar a un destornillador o llave hexagonal, se introduce dentro del implante intervertebral y el husillo roscado se desplaza con un movimiento de giro.

En diseños la vuelta de rosca está proporcionada en uno, en particular exclusivamente solo en uno de los dos elementos de apoyo y presenta una curvatura, la cual corresponde a la curvatura del contorno de arco circular. De esta manera se indica un mecanismo de regulación reversible, el cual posibilita una regulación continua de los dos elementos de apoyo el uno con respecto al otro a lo largo del contorno de arco circular. Por ejemplo la vuelta de rosca se extiende por aproximadamente el 50 % de la extensión longitudinal del implante intervertebral en la dirección del eje longitudinal. La vuelta de rosca está proporcionada por el lado interior en el elemento de apoyo y por ejemplo realizada de una pieza con este. En otros diseños la vuelta de rosca se fabrica primero como elemento componente separado y a continuación se une con el elemento de apoyo en particular mediante técnicas de unión convencionales.

En diseños el husillo roscado se puede introducir opcionalmente en un asiento de husillo que se bloquea con un movimiento de giro. Para esto el husillo roscado puede presentar por ejemplo por el lado de extremo una sección con sección transversal no de rotación simétrica, la cual se puede introducir en particular en unión positiva en un asiento de husillo diseñado complementariamente de manera correspondiente. Por ejemplo el husillo roscado se puede sacar por deslizamiento fuera del asiento de husillo con ayuda de la herramienta de implante ya mencionada para posibilitar una regulación de los dos elementos de apoyo el uno con respecto al otro.

En diseños está previsto un mecanismo de regulación reversible o irreversible, el cual está realizado en particular como mecanismo de enclavamiento. Para esto los dos elementos de apoyo pueden estar provistos en lados inclinados el uno al otro por ejemplo con salientes de enclavamiento, dientes de enclavamiento o similares configurados de manera complementaria el uno con respecto al otro, los cuales posibilitan un bloqueo de los dos elementos de apoyo en posiciones predeterminadas.

En diseños del mecanismo de enclavamiento uno de los elementos de apoyo incluye por lo menos un brazo de enclavamiento orientable y el otro de los elementos de apoyo varias ranuras de enclavamiento separadas la una de la otra a lo largo del contorno de arco circular. El por lo menos un brazo de enclavamiento orientable, en particular realizado de forma elástica está configurado para enclavarse en las ranuras de enclavamiento para bloquear los elementos de apoyo.

En diseños una cobertura exterior lateral del implante intervertebral está configurada maciza y no presenta en particular ningún orificio. La realización de este tipo sirve para la estabilidad mecánica aumentada.

El implante intervertebral está hecho en diseños preferidos por lo menos en parte, preferiblemente por completo, a partir de un metal, una aleación de metales, en particular una aleación de titanio, o un plástico, en particular a partir de poliétercetona. Particularmente preferidas son aleaciones Grade 5 así denominadas, en particular Ti-6Al-4V, la cual se caracteriza por una gran solidez y resistencia. En otros diseños el metal o la aleación de metales está hecho de titanio, circonio, circonio oxidado, hafnio, platino, rodio, niobio, acero inoxidable médico, acero cromo-cobalto o tantalio. Como materiales de trabajo no metálicos, a partir de los cuales se puede fabricar el implante intervertebral, se contemplan además plásticos reforzados con fibras, como por ejemplo fibras de carbono y/o vidrio incrustadas en una matriz.

El implante intervertebral está realizado en diseños preferidos como cajetín cervical, torácico o lumbar, en particular cajetín ALIF, cajetín PLIF o cajetín TLIF, o como disco intervertebral artificial o como implante para la fusión de vértebras.

El implante intervertebral descrito anteriormente se puede fabricar por ejemplo usando procedimientos de fabricación convencionales, en particular sustractivos. En este contexto se contemplan en particular fresas u otros métodos de fabricación sustractivos, como en particular el corte por láser y/o la ablación por láser. Debido a la compleja geometría del implante intervertebral este se fabrica en diseños preferidos mediante un procedimiento de fabricación generativo (también: procedimiento de producción generativo, fabricación aditiva, impresión 3D), en particular mediante fusión selectiva por láser, sinterización selectiva por láser, fusión por haz de electrones o Fused Filament Fabrication. A través del uso de técnicas de fabricación generativas de este tipo está garantizado en particular que los elementos de apoyo están formados a partir de una pieza. A causa de esto se pueden evitar en particular los puntos débiles, los cuales pueden surgir por ejemplo en el caso de la unión posterior de elementos componentes de varias piezas.

Para otra descripción de la invención se remite a los ejemplos de realización mostrados en las figuras de los dibujos. Muestran en una representación esquemática:

la fig. 1 un implante intervertebral de varias piezas según un primer ejemplo de realización en una representación de despiece;

la fig. 2 el implante intervertebral de la fig. 1 bloqueado en una primera posición en una representación en perspectiva;

la fig. 3 el implante intervertebral de la fig. 1 bloqueado en una segunda posición en una representación en perspectiva;

la fig. 4 el implante intervertebral de la fig. 1 bloqueado en una tercera posición en una representación en perspectiva;

la fig. 5 el implante intervertebral bloqueado en la primera posición según el primer ejemplo de realización en una vista lateral;

la fig. 6 un primer elemento de apoyo del implante intervertebral según el primer ejemplo de realización en una vista lateral;

la fig. 7 una superficie de contacto del primer elemento de apoyo de la fig. 6 en una vista en planta;

la fig. 8 un lado interior del primer elemento de apoyo de la fig. 6 en una vista en planta;

la fig. 9 el primer elemento de apoyo de la fig. 6 en una vista en planta a lo largo del eje longitudinal;

la fig. 10 el primer elemento de apoyo de la fig. 6 en otra vista en planta a lo largo del eje longitudinal;

la fig. 11 un segundo elemento de apoyo del implante intervertebral según el primer ejemplo de realización en una vista lateral;

la fig. 12 una superficie de contacto del segundo elemento de apoyo de la fig. 11 en una vista en planta;

la fig. 13 un lado interior del segundo elemento de apoyo de la fig. 11 en una vista en planta;

la fig. 14 el segundo elemento de apoyo de la fig. 11 en una vista en planta a lo largo del eje longitudinal;

la fig. 15 el segundo elemento de apoyo de la fig. 11 en otra vista en planta a lo largo del eje longitudinal;
 la fig. 16 un elemento de apoyo de un segundo ejemplo de realización en una vista en perspectiva;
 la fig. 17 un elemento de apoyo del segundo ejemplo de realización en una vista en planta;
 la fig. 18 un elemento de apoyo de un tercer ejemplo de realización en una vista en perspectiva;
 la fig. 19 un elemento de apoyo del tercer ejemplo de realización en vista en perspectiva;
 la fig. 20 un implante intervertebral de un cuarto ejemplo de realización con un mecanismo de enclavamiento en una representación de despiece;
 la fig. 21 el implante intervertebral del cuarto ejemplo de realización en una representación en sección.

Las partes correspondientes entre sí están provistas en todas las figuras con los mismos símbolos de referencia.

Las figuras 1 a 15 ilustran un primer ejemplo de realización solamente ejemplar y que no se debe interpretar como limitante del implante intervertebral 100 de conformidad con la invención.

La figura 1 muestra el implante intervertebral 100 de varias piezas según el primer ejemplo de realización en una representación de despiece. El implante intervertebral 100 incluye tres elementos componentes: un primer elemento de apoyo 11, un segundo elemento de apoyo 13 y un husillo roscado 15. Estos tres elementos componentes 11, 13, 15 están configurados en el primer ejemplo de realización respectivamente de una pieza, en diseños alternativos a este estos elementos componentes 11, 13, 15 pueden estar formados respectivamente también a partir de varios componentes, los cuales se unieron en un paso de fabricación final.

Los elementos de apoyo 11, 13 determinan fundamentalmente la forma concreta exterior del implante intervertebral 100, la cual se puede variar. Para esto el primer y el segundo elemento de apoyo están alojados con posibilidad de desplazamiento el uno con respecto al otro a lo largo de una guía 17. La guía 17 se extiende a lo largo de un contorno de arco circular 19 de tal manera que regulando los dos elementos de apoyo 11, 13 en relación el uno con respecto al otro se puede cambiar su orientación con respecto a un eje longitudinal L y a un eje vertical H, la extensión longitudinal del implante intervertebral 100 a lo largo del eje longitudinal L y la extensión en altura en la dirección del eje vertical H. Esto está ilustrado en particular esquemáticamente en la representación en perspectiva de las figuras 2 a 4. Para posibilitar una funcionalidad de este tipo, la curvatura del contorno de arco circular 19 transcurre en el plano fijado por el eje vertical H y el eje longitudinal L o en un plano que transcurre en paralelo a este. Esto se puede apreciar por ejemplo en particular a partir de la vista lateral de la figura 5.

La guía 17 incluye dos ranuras 21, las cuales se extienden respectivamente a lo largo del contorno de arco circular 19 y están proporcionadas en lados lateralmente opuestos del segundo elemento de apoyo 13. Correspondientemente el primer elemento de apoyo 11 presenta salientes 23, los cuales presentan modelados complementarios a las ranuras 21 y en el estado montado final (cf. en particular las figuras 2 a 4) se engranan en estos. De esta manera el movimiento relativo de los dos elementos de apoyo 11, 13 el uno con respecto al otro se limita a un desplazamiento relativo a lo largo del contorno de arco circular 19.

La forma del primer elemento de apoyo 13 se puede deducir mejor a partir de las figuras 6 a 10. El primer elemento de apoyo 7 presenta una primera superficie de contacto 25, la cual está prevista para quedar ajustada directamente a un cuerpo vertebral por lo menos por secciones en el estado implantado. Como se puede apreciar en particular a partir de las figuras 5 o 6, la primera superficie de contacto 25 presenta una estructuración de superficie estriada o dentada con varias nervaduras 44 que transcurren en paralelo la una a la otra. Alternativamente a esto la primera superficie de contacto 25 también puede estar configurada lisa.

El segundo elemento de apoyo 13, el cual está mostrado en detalle en las figuras 11 a 15, presenta una segunda superficie de contacto 33, la cual corresponde fundamentalmente a la primera superficie de contacto 25 en cuanto al diseño concreto y también está prevista para la disposición en un cuerpo vertebral.

Las superficies de contacto 25, 33 del primer ejemplo de realización 25 son convexas, es decir arqueadas respectivamente hacia fuera. Alternativamente a esto la primera y/o segunda superficie de contacto 25, 33 también puede estar configurada plana, es decir llana.

El primer elemento de apoyo 11 forma además una sección de una estructura 27 interior, la cual se extiende en la dirección del eje vertical H a través de todo el implante intervertebral 100 y está formada por una pluralidad de canales 29 contiguos. Las secciones proporcionadas en el interior del primer elemento de apoyo 11 de los canales 29 forman una estructura de canal abierta, los cuales están abiertos tanto hacia la primera superficie de contacto 25 como también hacia un primer lado interior 26 (cf. en particular la figura 8) del primer elemento de apoyo 11.

El segundo elemento de apoyo 13 forma otra sección de la estructura 27 interior y presenta para esto también canales 29 interiores con sección transversal hexagonal, las cuales se extienden a lo largo del eje vertical H a través del segundo elemento de apoyo 13. Las secciones de los canales 29, los cuales se extienden a través del segundo elemento de apoyo 13, también están abiertas correspondientemente hacia la segunda superficie de contacto 33 y hacia el segundo lado interior 34 del segundo elemento de apoyo 13.

La estructura 27 interior formada por los canales 29 del primer y segundo elemento de apoyo 11, 13 forma una estructura permeable por lo menos por secciones en la dirección del eje vertical H para favorecer una cicatrización del implante intervertebral 100 con material óseo o el relleno con material óseo substitutivo artificial. La estructura 27 interior también se debe asegurar en la dirección del eje vertical H de manera ventajosa con una regulación de los dos elementos de apoyo 11, 13 el uno con respecto al otro (cf. en particular las figuras 2 a 4). Las paredes de canal 31, las cuales limitan lateralmente los canales 29, tienen un espesor de pared, el cual es claramente más pequeño que el diámetro medio de los canales 29. A causa de esto se logra que las estructuras de canal proporcionadas en el primer y segundo elementos de apoyo 11, 13 se superpongan por lo menos por secciones la una con respecto a la otra para diferentes posiciones de los elementos de apoyo 11, 13 y por lo tanto proporcionen uniones fluidas entre las superficies de contacto 25, 33.

En el primer ejemplo de realización representado solamente de manera ejemplar los canales 29 tienen fundamentalmente una simetría hexagonal, correspondientemente la estructura 27 interior está fundamentalmente configurada con forma de panal.

La estructura 27 interior puede estar configurada de manera diferente en diseños alternativos, en particular esta puede variar casi como se quiera en cuanto a la geometría y disposición de los canales 29. Sin embargo es ventajoso si por lo menos la mayor parte de los canales 29 se extiende a través de todo el implante intervertebral 100, para que este pueda cicatrizar con material óseo o se pueda rellenar con material óseo substitutivo tanto como sea posible.

Los canales 29 abiertos presentan respectivamente una superficie de sección transversal de $8.000 \mu\text{m}^2$ a $7.000.000 \mu\text{m}^2$, preferiblemente una superficie de sección transversal de $50.000 \mu\text{m}^2$ a $3.100.000 \mu\text{m}^2$, en particular una superficie de sección transversal de $125.000 \mu\text{m}^2$ a $570.000 \mu\text{m}^2$. Los canales 29 dimensionados de este tipo favorecen la penetración de sangre dentro de la estructura 27 interior formada por los canales 29 con suficiente profundidad para así favorecer la cicatrización del implante con los huesos colindantes, en particular cuerpos vertebrales.

El husillo roscado 15 está colocado en una escotadura 35, la cual está incorporada más o menos en el centro en el segundo elemento de apoyo 13 (cf. en particular la figura 13). La rosca exterior 37 del husillo roscado 15 colocado se engrana en una vuelta de rosca 39 prevista de una rosca interior 38 correspondiente, la cual está proporcionada en el primer elemento de apoyo 11 (cf. en particular la figura 8). La vuelta de rosca 39 se extiende en la realización representada solamente a modo de ejemplo y que no se debe interpretar como limitante por aproximadamente el 50 % de la longitud axial del implante intervertebral 100.

El husillo roscado 15 colocado se puede desplazar con un movimiento de giro a través de una herramienta de implante empleada para regular los dos elementos de apoyo 11, 13. El segundo elemento de apoyo 13 está provisto de un orificio de inserción 41 alargado para introducir la herramienta de implante, el cual se extiende fundamentalmente de forma axial en la dirección del eje longitudinal L.

En realizaciones alternativas tanto la escotadura 35 para alojar el husillo roscado 15 como también la vuelta de rosca 39 está dispuesto de manera desplazada por el lado de extremo a lo largo del eje longitudinal L.

La posición del husillo roscado 15 con respecto al segundo elemento de apoyo 13 está fijada a través de la escotadura 35 -en su caso hasta una holgura predeterminada-. Con un giro del husillo roscado 15 este avanza a lo largo de la vuelta de rosca 39, de manera que el primer elemento de apoyo 11 es desplazado en relación con el segundo elemento de apoyo 13 a lo largo del contorno de arco circular 19.

La vuelta de rosca 39 está realizada de forma curvada. En particular la curvatura de la vuelta de rosca 39 corresponde a aquella del contorno de arco circular 19. El contorno curvado de la vuelta de rosca 39 transcurre por lo tanto en particular en paralelo al contorno de arco circular 19.

El husillo roscado 15 puede presentar por el lado de extremo un contorno exterior 16 (cf. en particular la figura 1), el cual no tiene ninguna simetría de giro continua y está previsto para ser introducido en un asiento de husillo 36 (cf. en particular la figura 13) formado de forma complementaria para así impedir un movimiento de giro indeseado del husillo roscado 15. El asiento de husillo 36 está en el extremo de la escotadura 35 y aloja el un extremo del husillo roscado 15 con el contorno exterior 16 en unión positiva para evitar por lo menos en gran parte un movimiento de retorno de los elementos 11, 13 regulados el uno con respecto al otro bajo una carga axial que actúa en la dirección del eje de la columna vertebral. El contorno exterior del husillo roscado 15 y del asiento de husillo 36 están configurados de manera oportuna de forma complementaria el uno con respecto al otro y no con simetría de rotación. En la realización representada solamente a modo de ejemplo y que no se debe interpretar como limitante el contorno exterior 16 tiene la forma de un hexágono exterior y el asiento de husillo 36 la forma de un hexágono interior. Otros diseños concretos son posibles y contemplados en el marco de la invención.

El husillo roscado 15 y el asiento de husillo están realizados de tal manera que el husillo roscado 15 se puede extraer o sacar por deslizamiento fuera del asiento de husillo 36 mediante una herramienta de implante para que el husillo roscado 15 se pueda girar para regular los dos elementos de apoyo 11, 13 en relación el uno con respecto al otro.

Las figuras 16 y 17 muestran un diseño posible del implante intervertebral 100. La figura 16 muestra un diseño alternativo del segundo elemento de apoyo 13 en una vista en perspectiva. La figura 17 muestra un diseño alternativo del primer elemento de apoyo 11 en una vista en planta. Los dos elementos de apoyo 11, 13 se pueden regular el uno con respecto al otro mediante un engranaje helicoidal que presenta un husillo roscado 15 y una vuelta de rosca 39 (no representada de forma explícita en las figuras 16, 17). La escotadura 35 prevista para alojar el husillo roscado 15 está dispuesta más o menos en el centro en el segundo elemento de apoyo 13.

Al contrario del primer ejemplo de realización ya descrito en relación a las figuras 1 a 15 los elementos de apoyo 11, 13 del segundo ejemplo de realización representado en las figuras 16 y 17 no presentan ninguna estructura de canal interior fina. El primer y el segundo elemento de apoyo 11, 13 presentan cavidades 42 relativamente grandes, las cuales están dispuestas de manera desplazada por el lado de extremo y presentan una sección transversal ovalada y forman orificios en las superficies de contacto 25, 33. Los orificios formados por las cavidades 42 requieren algo menos del 50 % de la superficie de contacto 25, 33. Las superficies de contacto 25, 33 tienen una estructura de superficie estriada con varias nervaduras 44 que transcurren en paralelo la una a la otra.

Las cavidades 42 están dispuestas de manera opuesta en el estado montado del implante intervertebral 100, de manera que estas por lo menos en el caso de las posiciones de regulación típicas forman un espacio hueco permeable en la dirección del eje vertical H.

Por lo demás el segundo ejemplo de realización corresponde fundamentalmente al primer ejemplo de realización descrito ya con relación a las figuras 1 a 15, de manera que se remite a la descripción correspondiente.

Las figuras 18 y 19 muestran otro ejemplo de realización del implante intervertebral 100 de conformidad con la invención, el cual se asemeja estructuralmente tanto al primer ejemplo de realización como también al segundo ejemplo de realización de las figuras 17 y 16. El primer y el segundo elemento de apoyo 11, 13 del tercer ejemplo de realización representado a modo de ejemplo presentan respectivamente una cavidad 42 alargada dispuesta fundamentalmente en el centro con una forma ovalada. Los orificios formados por las cavidades 42 requieren más o menos el 30 % de la superficie de contacto 25, 33. Las dos cavidades 42 del primer y del segundo elemento de apoyo 11, 13 se superponen en el caso de las posiciones angulares típicas de los dos elementos de apoyo 11, 13 por lo menos parcialmente, de manera que está formada una estructura de espacio hueco permeable a lo largo del eje vertical. Adicionalmente están previstos canales 29 interiores más pequeños, los cuales también favorecen una penetración o cicatrización de material óseo en el estado implantado.

La escotadura 35 para el husillo roscado 16 (no representado explícitamente en las figuras 18 y 19) está dispuesta de manera desplazada por el lado de extremo.

Por lo demás el tercer ejemplo de realización corresponde fundamentalmente al primer ejemplo de realización o segundo ejemplo de realización ya mencionado, de manera que se remite a la descripción correspondiente.

El tamaño de las cavidades 42 en particular del segundo y tercer ejemplo de realización se debe interpretar solamente a modo de ejemplo. En otros ejemplos de realización las cavidades 42 pueden estar realizadas más grandes o más pequeñas y en particular formar orificios en las superficies de contacto 25, 33 respectivas del elemento de apoyo 11, 13 correspondiente, los cuales se extienden por lo menos por 1/10 y como máximo por 3/4 de la superficie de contacto 25, 33 respectiva.

En un cuarto ejemplo de realización el bloqueo de los dos elementos de apoyo 11, 13 regulados el uno con respecto al otro se realiza mediante un mecanismo de enclavamiento irreversible.

El mecanismo de enclavamiento del cuarto ejemplo de realización incluye un listón 46, el cual limita el movimiento de los dos elementos de apoyo 11, 13 fundamentalmente a una traslación a lo largo del contorno de arco circular 19 y en este sentido adopta la función de la guía 17. El listón 46 se extiende a modo de puente elevado por un área central del lado interior del segundo elemento de apoyo 13 e incluye una pluralidad de ranuras de enclavamiento 48 dispuestas de manera opuesta lateralmente, en las cuales se pueden engranar brazos de enclavamiento 50 configurados de forma complementaria correspondientemente para bloquear el primer y el segundo elemento de apoyo 11, 13 en posiciones predeterminadas. Como se puede apreciar en particular a partir de la representación en sección de la figura 21, los brazos de enclavamiento 50 están dispuestos por el lado interior en el primer elemento de apoyo 11 y se pueden orientar en la dirección lateral, de manera que el primer y el segundo elemento de apoyo 11, 13 se pueden regular el uno con respecto al otro a través de un movimiento relativo sencillo a lo largo del contorno de arco circular 19. Las ranuras de enclavamiento 48 tienen fundamentalmente una sección transversal triangular con un flanco empinado y uno plano. El flanco plano está orientado en la dirección del contorno de arco circular 17 de tal manera que el primer y el segundo elemento de apoyo 11, 13 se pueden regular el uno con respecto al otro en particular en la dirección hacia ángulos y distancias más grandes de las superficies de contacto 25, 33. El flanco empinado de las ranuras de enclavamiento 48 está orientado de manera opuesta, en particular para contrarrestar un movimiento de retorno de los brazos de enclavamiento 50 y con ello de los elementos de apoyo 11, 13 regulados el uno con respecto al otro por ejemplo bajo una carga que actúa en la dirección longitudinal de la columna vertebral.

Las superficies de contacto 25, 33 de los elementos de apoyo 11, 13 están realizadas fundamentalmente planas (cf. en particular la figura 20) y arqueadas de forma convexa hacia fuera.

Por lo demás se remite a la descripción hasta ahora, en particular en relación a las figuras 1 a 17.

En el caso de un procedimiento para implantar el implante intervertebral 100 descrito anteriormente este se coloca preferiblemente por medio de un acceso dorsal en un área intermedia entre dos cuerpos vertebrales de la columna vertebral, en su caso tras la extracción de material de disco intervertebral. De manera ventajosa el implante intervertebral 100 se coloca en un estado colapsado, como está ilustrado esquemáticamente por ejemplo en la figura 3, para que solamente sea necesario un acceso mínimo. El implante intervertebral 100 se dispone en el área intermedia entre los dos cuerpos vertebrales de tal manera que el eje vertical H está orientado en la dirección del eje longitudinal de la columna vertebral y las dos superficies de contacto 25, 33 están orientadas respectivamente en la dirección de los cuerpos vertebrales opuestos. Los dos elementos de apoyo 11, 13 se regulan a continuación de tal manera que las dos superficies de contacto 25, 33 quedan ajustadas a los dos cuerpos vertebrales por lo menos por secciones, preferiblemente por una superficie lo más grande posible. Preferiblemente la distancia y la orientación de las dos superficies de contacto 25, 33 se ajustan la una con respecto a la otra de tal manera que estas corresponden a la orientación y a la distancia de los dos cuerpos vertebrales a puentear. Para esto en particular en el caso de un implante intervertebral 100 según el primer ejemplo de realización una herramienta de implante se introduce dentro del husillo roscado 15 a través del orificio de inserción 41 y a continuación se gira.

A continuación, en particular tras la extracción de la herramienta de implante, el implante intervertebral 100 se rellena opcionalmente por lo menos de manera parcial con material óseo sustitutivo artificial para contrarrestar un hundimiento del implante intervertebral 100 en el material óseo natural.

Aunque la invención se ha descrito en detalle e ilustrado más a fondo en relación a los ejemplos de realización preferidos, la invención no está limitada a causa de esto. Otras variaciones y combinaciones pueden ser deducidas a partir de esto por el experto, sin apartarse de las ideas fundamentales de la invención. En particular son posibles combinaciones cualesquiera de las características, las cuales fueron descritas o divulgadas en relación a distintos ejemplos de realización y/o figuras.

Por ejemplo para el experto es evidente variar el trazado del contorno de arco circular 19 con respecto al radio de curvatura y/o la inclinación para por ejemplo ajustar la regularidad del implante intervertebral 100 con relación a la separación y/o la orientación de las dos superficies de contacto 25, 33 la una con respecto a la otra en proporción a la variación de longitud acompañante en este caso. También en particular con respecto a la forma exterior del implante intervertebral 100 son posibles múltiples variaciones, sin apartarse de la idea central de la invención.

Listado de símbolos de referencia

11	primer elemento de apoyo
13	segundo elemento de apoyo
15	husillo roscado
16	contorno exterior
17	guía
19	contorno de arco circular
21	ranura
23	saliente
25	superficie de contacto
26	lado interior
27	estructura
29	canal
31	pared de canal
33	superficie de contacto
34	lado interior
35	escotadura
36	asiento de husillo
37	rosca exterior
38	rosca interior
39	vuelta de rosca
41	orificio de inserción
42	cavidad
44	nervaduras
46	listón
48	ranura de enclavamiento
50	brazo de enclavamiento
100	implante intervertebral

L eje longitudinal
H eje vertical

REIVINDICACIONES

1. Implante intervertebral (100) con dos superficies de contacto (25, 33) opuestas configuradas para la disposición por lo menos por secciones en cuerpos vertebrales, las cuales están separadas la una de la otra a lo largo de un eje vertical (H) y están dispuestas respectivamente sobre elementos de apoyo (11, 13) regulables en relación el uno con respecto al otro caracterizado por que los elementos de apoyo (11, 13) están guiados de manera que se pueden regular el uno con respecto al otro a lo largo de un contorno de arco circular (19) orientado a un eje longitudinal (L) que transcurre en vertical al eje vertical (H) con radio de curvatura constante de tal manera que regulando los dos elementos de apoyo (11, 13) en relación el uno con respecto al otro a lo largo del contorno de arco circular (19) se puede predefinir y/o cambiar una distancia de las dos superficies de contacto (25, 33) con respecto al eje vertical (H) y/o una posición angular de las dos superficies de contacto (25, 33) la una con respecto a la otra.
2. Implante intervertebral (100) según la reivindicación 1, en donde por lo menos uno de los elementos de apoyo (11, 13) incluye una estructura (27) interior con una pluralidad de canales (29) abiertos hacia la superficie de contacto (25, 33), los cuales presentan respectivamente una superficie de sección transversal de $8.000\ \mu\text{m}^2$ a $7.000.000\ \mu\text{m}^2$, preferiblemente una superficie de sección transversal de $50.000\ \mu\text{m}^2$ a $3.100.000\ \mu\text{m}^2$, particularmente preferido una superficie de sección transversal de $125.000\ \mu\text{m}^2$ a $570.000\ \mu\text{m}^2$.
3. Implante intervertebral (100) según la reivindicación 2, en donde las dos superficies de contacto (25, 33) dispuestas de manera opuesta están provistas de estructuras (27) interiores, las cuales incluyen respectivamente una pluralidad de canales (29), en donde las estructuras (27) interiores dispuestas de manera opuesta forman en por lo menos una parte del implante intervertebral (100) por lo menos una estructura de espacio hueco permeable en la dirección del eje vertical (H).
4. Implante intervertebral (100) según una de las reivindicaciones 2 o 3, en donde la estructura interior está configurada con forma de panel, a modo de rejilla o de red.
5. Implante intervertebral (100) según una de las reivindicaciones 2 a 4, en donde los canales (29) presentan una sección transversal redonda u ovalada o una sección transversal de la forma de un polígono, en particular de un polígono regular, por ejemplo una sección transversal triangular, rectangular, cuadrada o hexagonal.
6. Implante intervertebral (100) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde por lo menos uno de los elementos de apoyo (11, 13) presenta por lo menos una cavidad, la cual forma un orificio en la superficie de contacto (25, 33) del por lo menos un elemento de apoyo (11, 13), cuya superficie se extiende por lo menos por $1/10$ y como máximo $3/4$ de la superficie de contacto (25, 33) del por lo menos un elemento de apoyo (11, 13).
7. Implante intervertebral (100) según la reivindicación 6, en donde las dos superficies de contacto (25, 33) dispuestas de manera opuesta están provistas de respectivamente por lo menos una cavidad, las cuales están dispuestas de manera opuesta de tal manera que las cavidades forman en por lo menos una parte del implante intervertebral (100) por lo menos un espacio hueco continuo en la dirección del eje vertical (H).
8. Implante intervertebral (100) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde por lo menos una de las superficies de contacto (25, 33) está arqueada de manera convexa.
9. Implante intervertebral (100) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde los dos elementos de apoyo (11, 13) que presentan las dos superficies de contacto (25, 33) se pueden regular y/o bloquear el uno con respecto al otro mediante un mecanismo de regulación reversible o irreversible.
10. Implante intervertebral (100) según la reivindicación 9, en donde el mecanismo de regulación reversible está realizado como engranaje helicoidal y presenta un husillo roscado (15) guiado en una vuelta de rosca (39).
11. Implante intervertebral (100) según la reivindicación 10, en donde la vuelta de rosca (39) está proporcionada en uno de los elementos de apoyo (11, 13) y presenta una curvatura, la cual corresponde a la curvatura del contorno de arco circular (19).
12. Implante intervertebral (100) según la reivindicación 10 u 11, en donde el husillo roscado (15) se puede introducir en un asiento de husillo que impide el movimiento de giro.
13. Implante intervertebral (100) según la reivindicación 7, en donde el mecanismo de regulación está realizado como mecanismo de enclavamiento reversible o irreversible.
14. Implante intervertebral (100) según la reivindicación 13, en donde uno de los elementos de apoyo (11, 13) incluye por lo menos un brazo de enclavamiento (50) orientable y el otro de los elementos de apoyo (11, 13) varias ranuras de enclavamiento (19) separadas la una con respecto a la otra a lo largo del contorno de arco circular (19), en donde el brazo de enclavamiento (50) está configurado para enclavarse en las ranuras de enclavamiento (48).

15. Procedimiento para fabricar un implante intervertebral (100) según una de las reivindicaciones anteriores, en donde el implante intervertebral (100) se fabrica mediante un procedimiento de fabricación generativo, en particular mediante fusión selectiva por láser, sinterización selectiva por láser, fusión por haz de electrones o Fused Filament Fabrication.

FIG 1

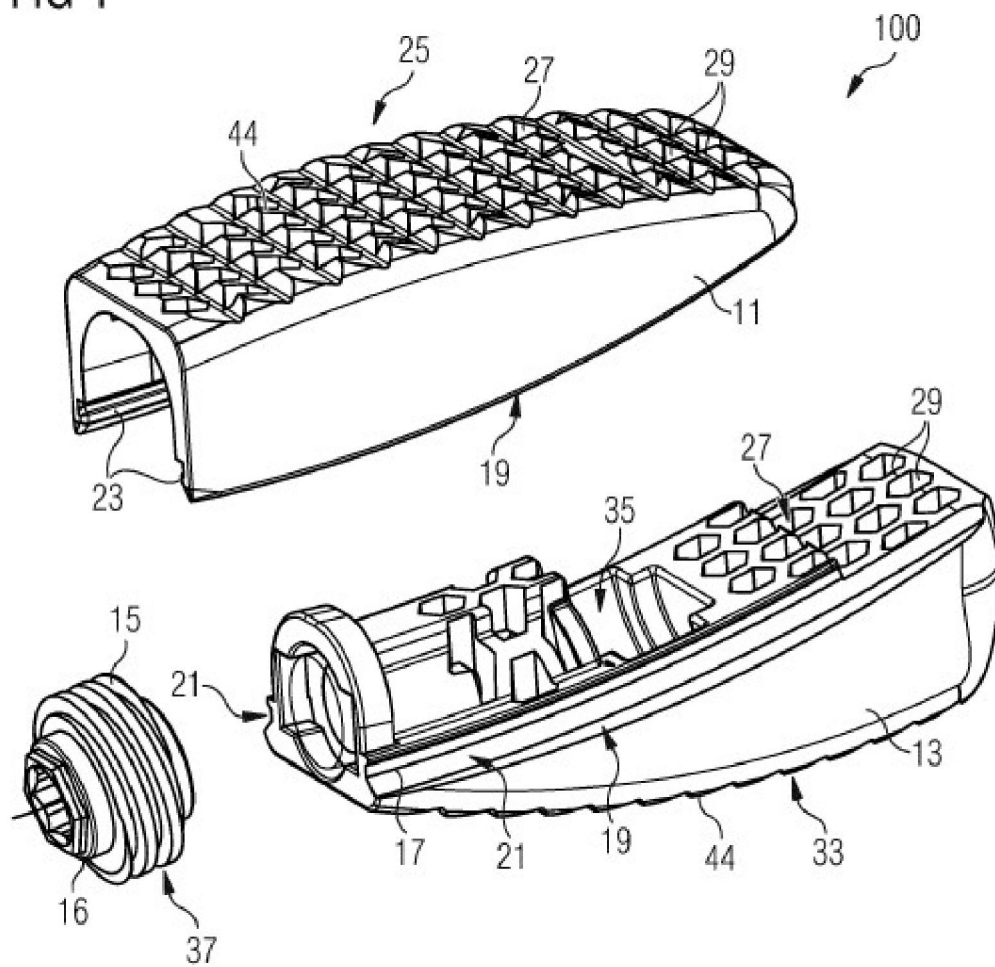


FIG 2

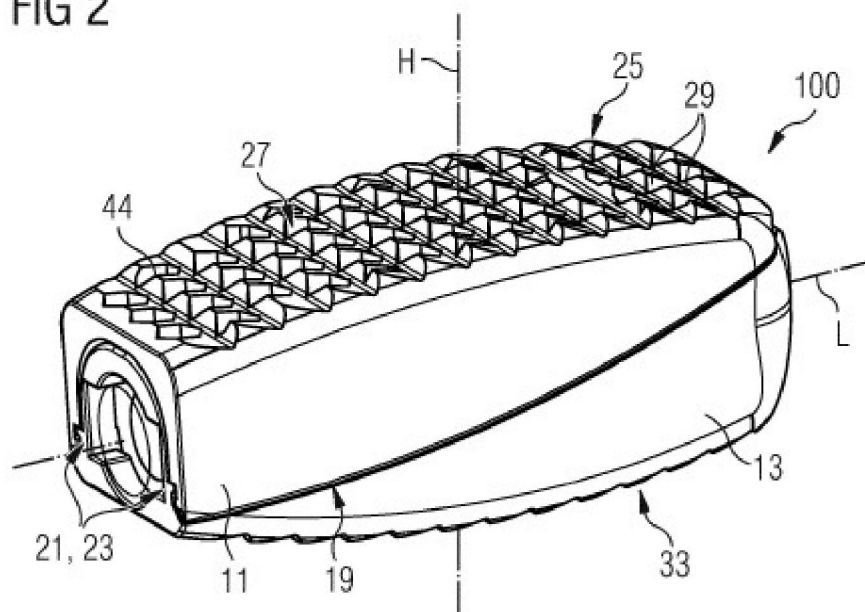


FIG 3

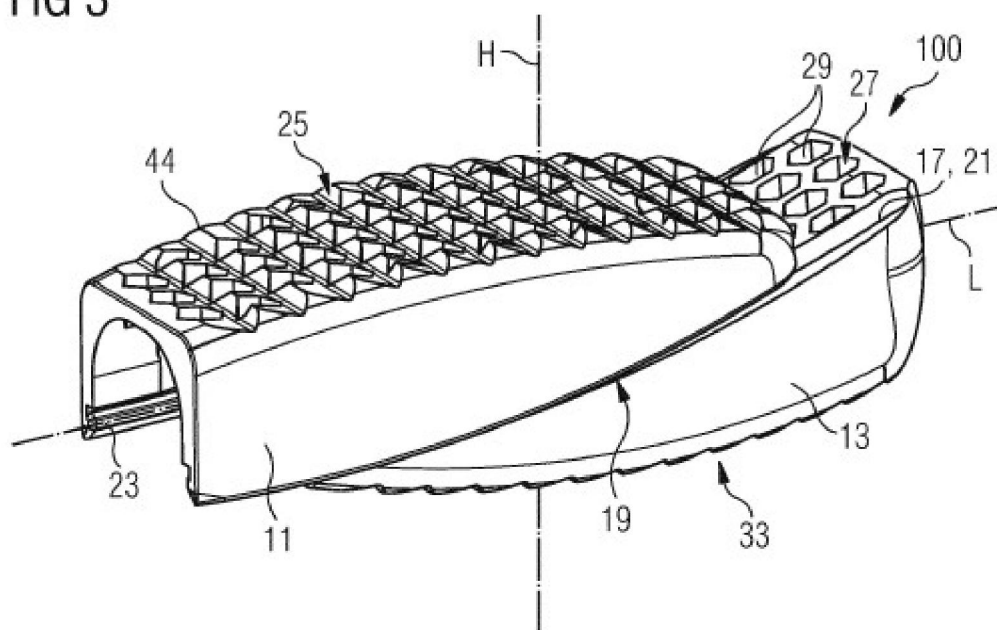


FIG 4

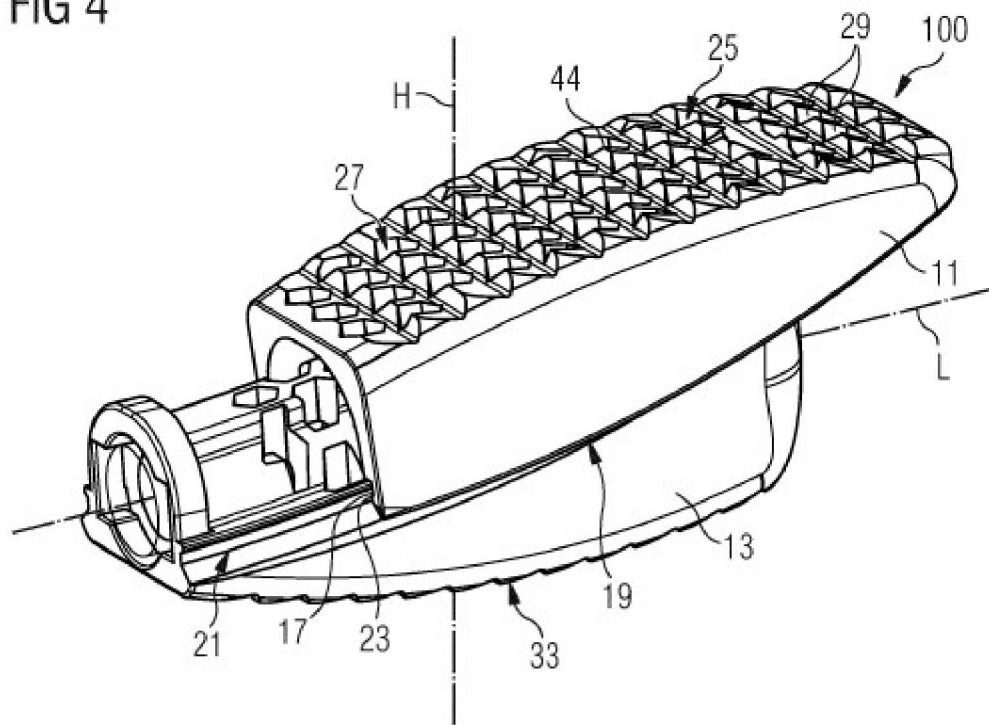


FIG 5

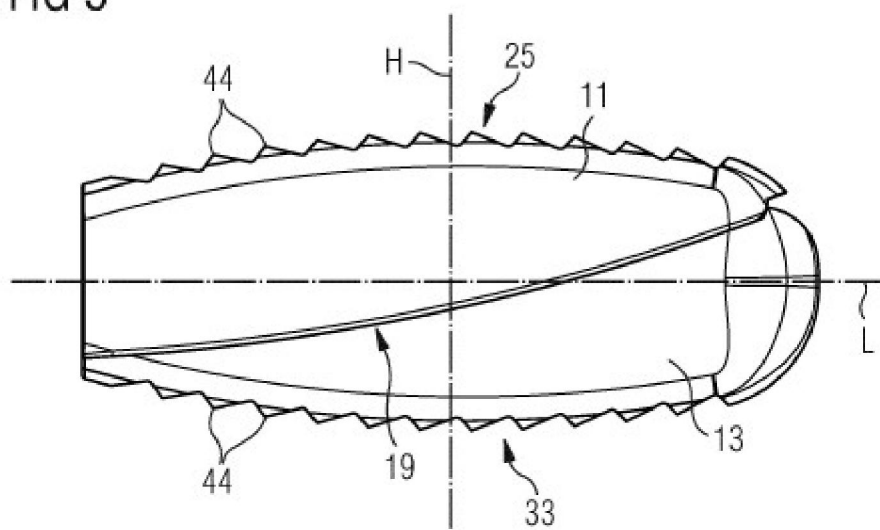


FIG 6

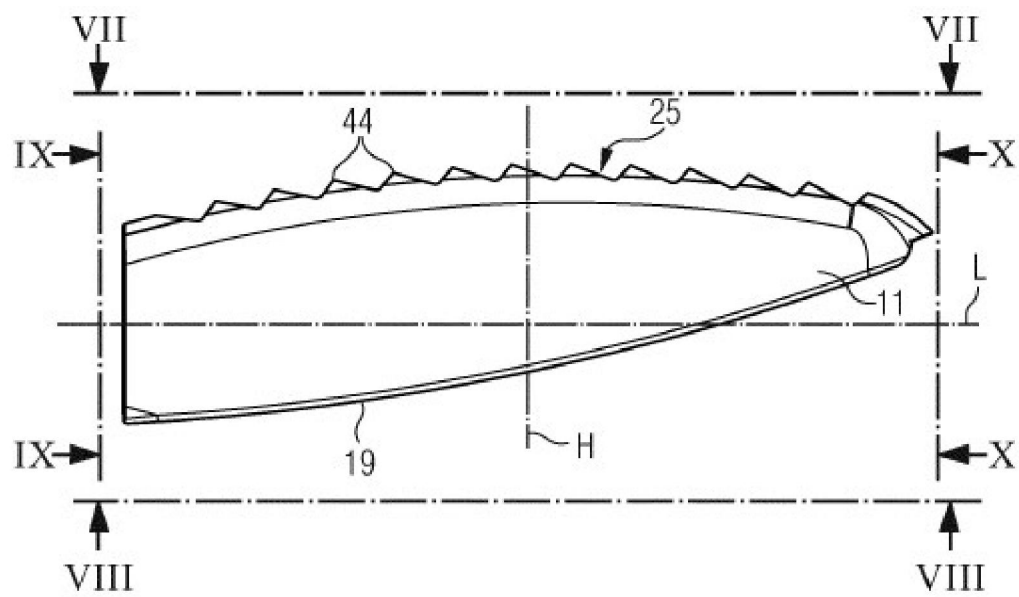


FIG 7

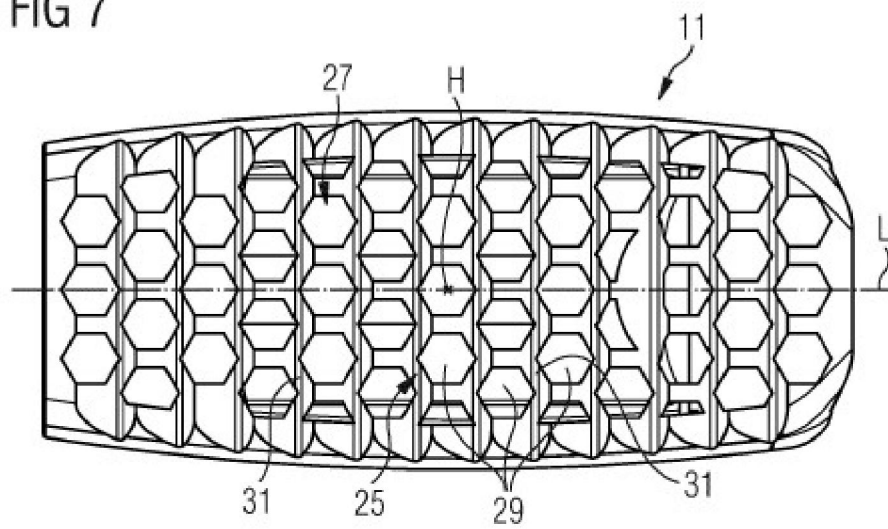


FIG 8

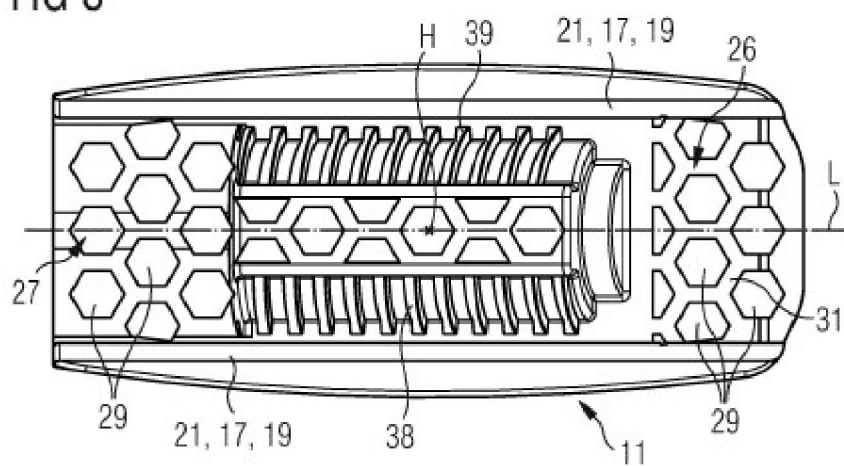


FIG 9

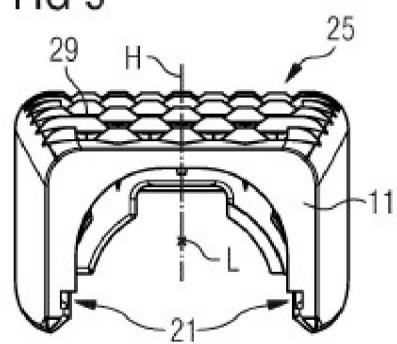


FIG 10

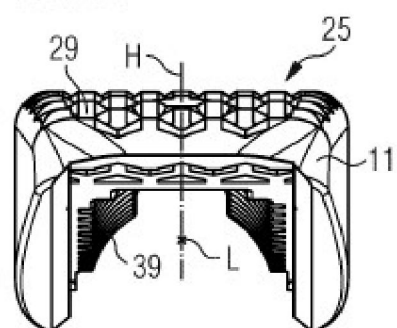


FIG 11

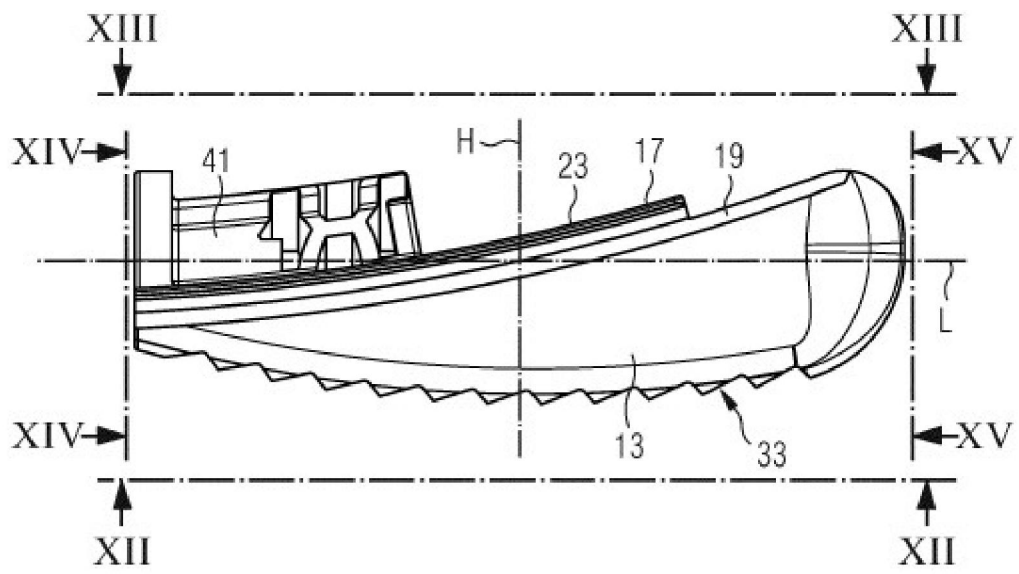


FIG 12

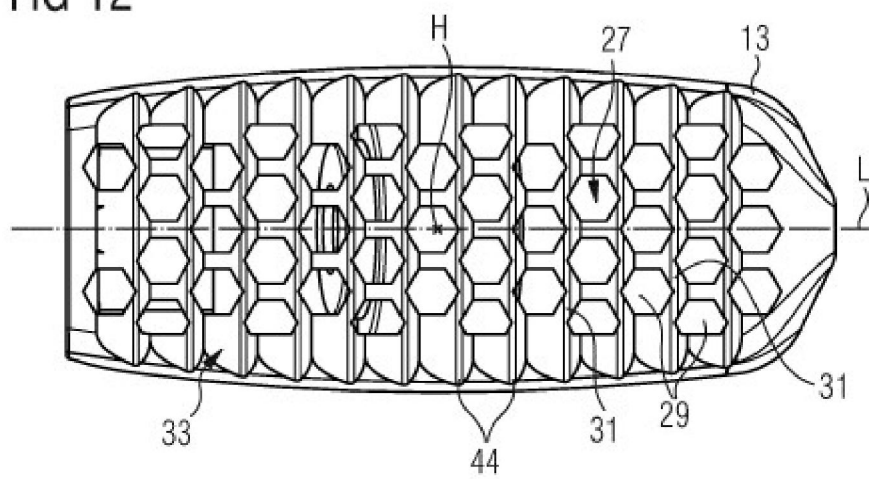


FIG 13

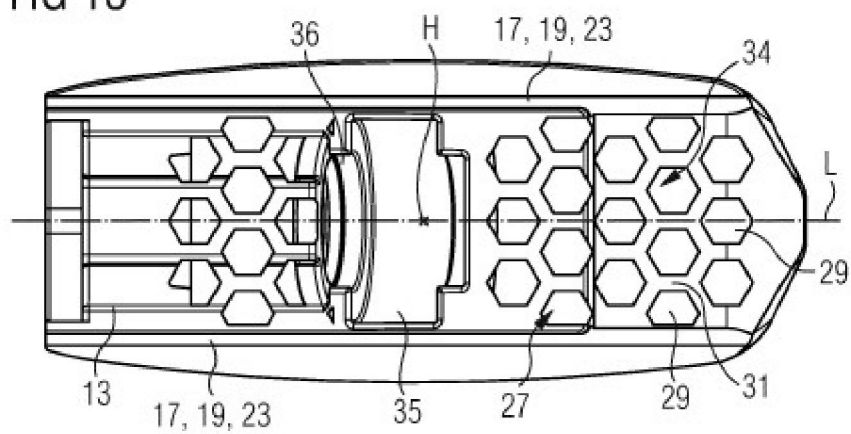


FIG 14

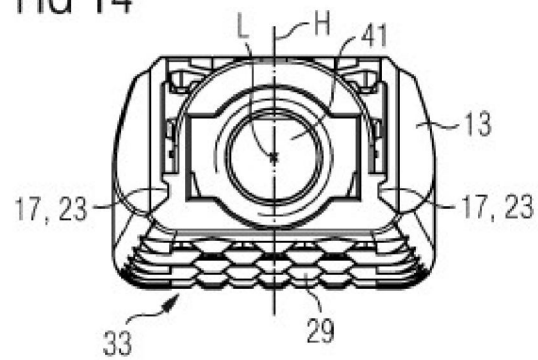


FIG 15

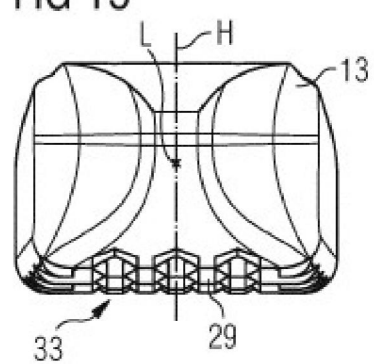


FIG 16

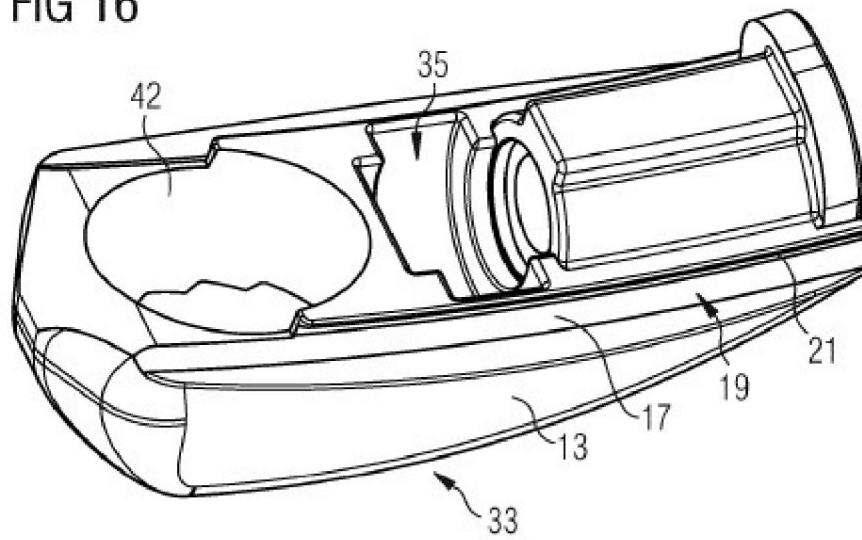


FIG 17

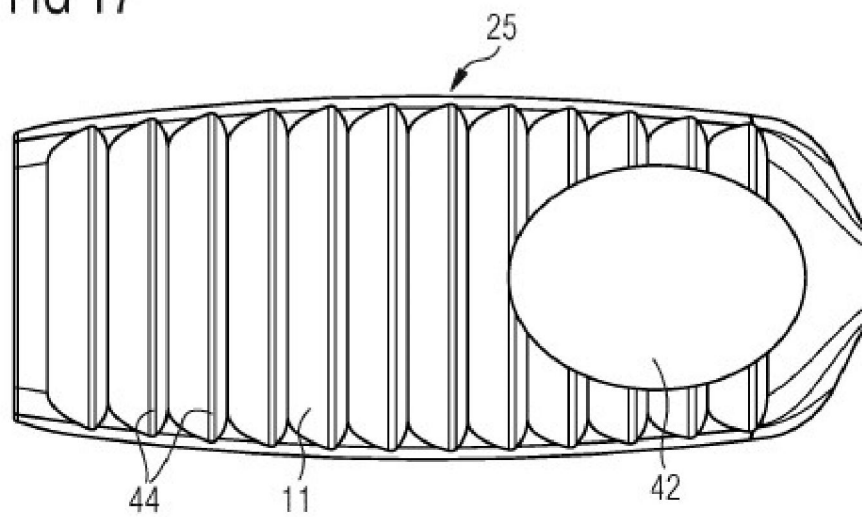


FIG 19

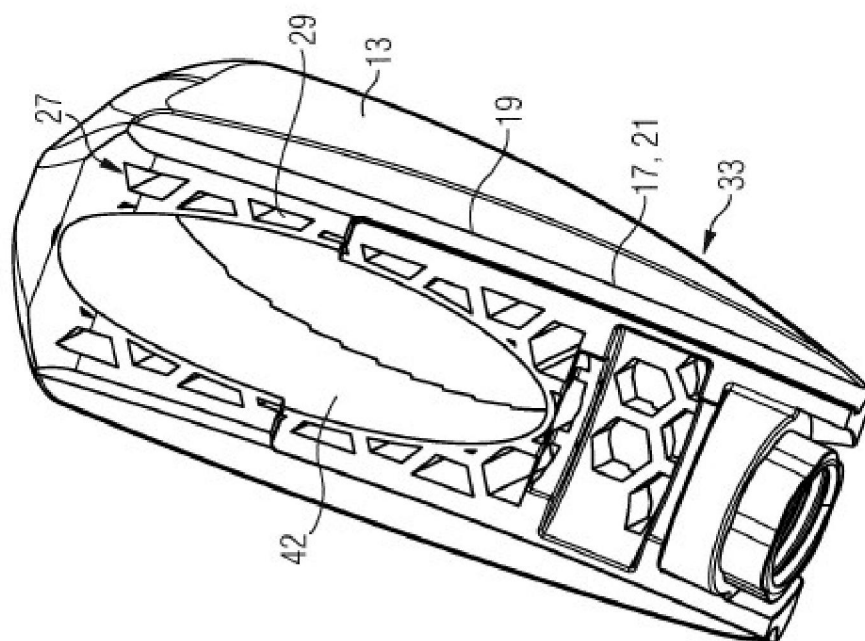


FIG 18

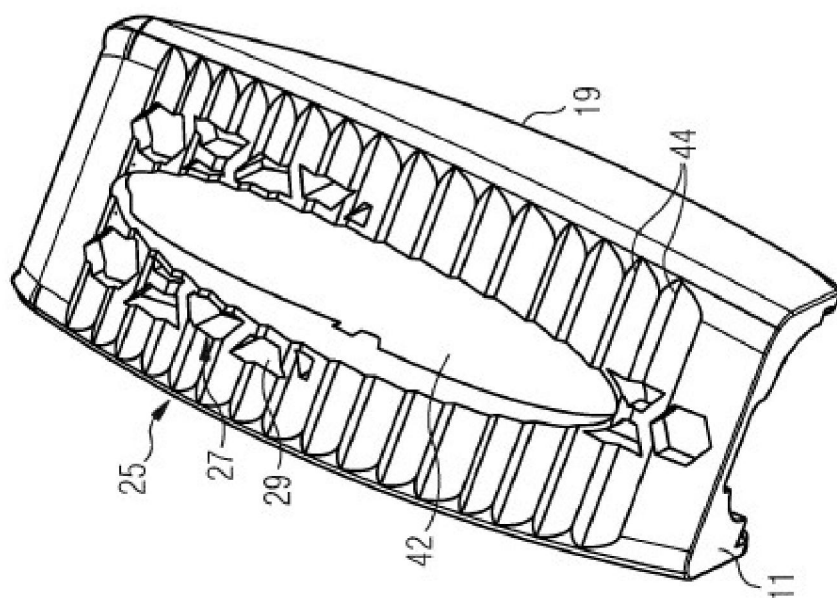


FIG 20

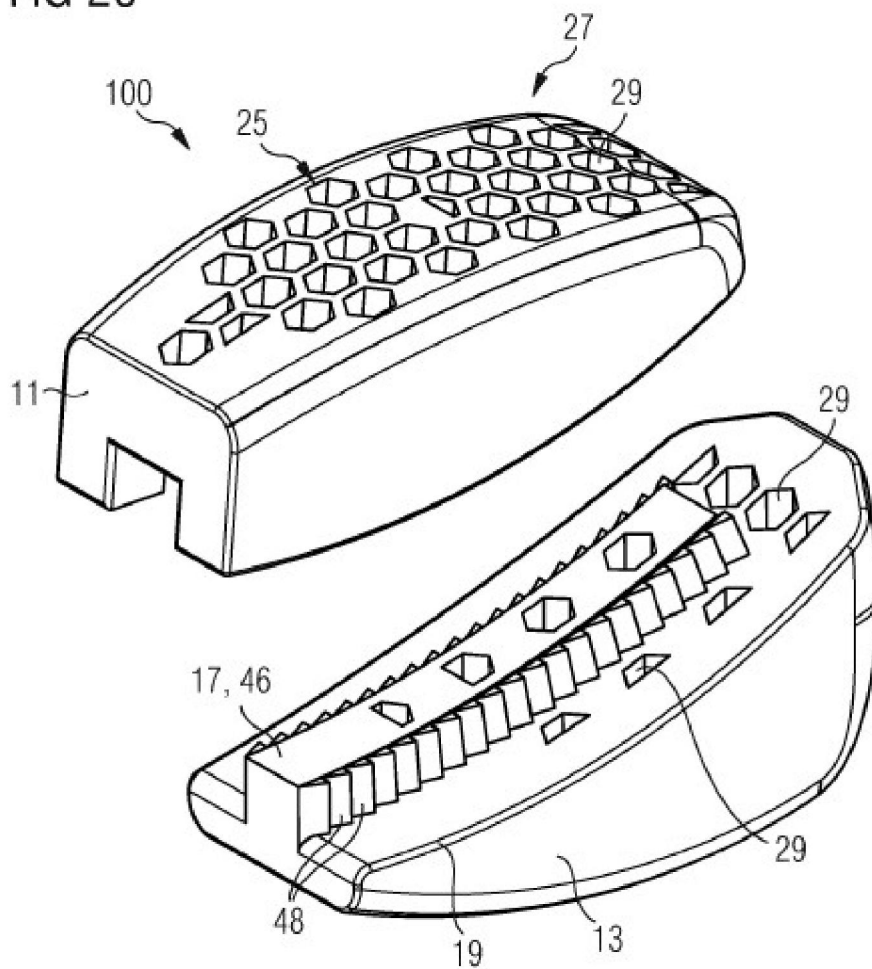


FIG 21

A-A

