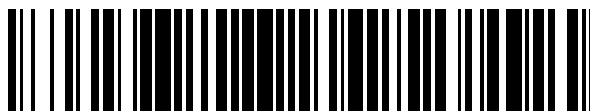


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 554**

51 Int. Cl.:

F16D 3/12

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03009662 .2**

96 Fecha de presentación: **30.04.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1365165**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.11.2003**

54 Título: **Acoplamiento cónico y prótesis que comprende dicho acoplamiento**

30 Prioridad:
22.05.2002 FR 0206196

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
27.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
27.11.2012

73 Titular/es:
**TORNIER (100.0%)
Rue Doyen Gosse
38330 Saint Ismier, FR**

72 Inventor/es:
**HASSLER, MICHEL;
REAL, CÉCILE;
PEQUIGNOT, JEAN-PIERRE;
DE MOURGUES, PHILIPPE y
ALLIEU, YVES**

74 Agente/Representante:
CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 391 554 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

Acoplamiento cónico y prótesis que comprende dicho acoplamiento.

La presente invención se refiere a un acoplamiento cónico de una pieza macho y de una pieza hembra, destinado a recibir concretamente cargas de compresión axiales. El acoplamiento según la invención encuentra una aplicación particular, aunque no exclusiva, en el campo de las prótesis médicas.

Los acoplamientos de tipo cónico, tales como los conos Morse, son una solución ampliamente conocida para ensamblar dos piezas de manera sencilla y desmontable. Un acoplamiento cónico está constituido, tal como se ilustra en la figura 1, de una pieza macho 1 y de una pieza hembra 2, generalmente metálicas. La pieza macho 1 comprende un cono 3 enmangado en un alojamiento cónico correspondiente 4 de la pieza hembra 2. Las piezas macho y hembra 1, 2 están diseñadas para que, cuando estén en posición acoplada, queden intersticios e1, e2 entre el extremo distal del cono 3 y el fondo del alojamiento cónico 4 y entre la base, 5, de la pieza hembra 2 y el plan superior o reborde, 6, de la pieza macho 1, con objeto de obtener un trabado del cono 3 en el alojamiento 4 y evitar hacer el acoplamiento hiperestático. Estos intersticios e1, e2 deben quedar en todo el intervalo de utilización del acoplamiento. Dicho de otro modo, las piezas macho y hembra 1, 2 están diseñadas para resistir los esfuerzos de penetración de la pieza macho 1 en la pieza hembra 2 sean cuales sean las cargas de compresión axiales susceptibles de aplicarse al acoplamiento.

Este tipo de acoplamiento garantiza un centrado y un bloqueo en rotación eficaces de la pieza macho con respecto a la pieza hembra. No obstante, necesita realizar la pieza hembra de un material muy resistente a tracción. En efecto, debido al ángulo del cono 3 y a la fuerza de compresión axial necesaria para la realización del acoplamiento, es decir al ensamblaje de las piezas macho y hembra, la parte inferior de la pieza hembra en contacto con el cono 3 experimenta de manera permanente las tensiones de tracción T, que aumentan cuando, en uso, el acoplamiento está sometido a cargas de compresión axiales F.

Asimismo, si tales acoplamientos son apropiados para piezas macho y hembra metálicas, y que presentan por tanto una buena resistencia a tracción, su principio parece difícilmente transponible a aplicaciones en las que el acoplamiento estuviera sometido a fuertes cargas de compresión axiales F, tales como pueden recibir por ejemplo ciertas prótesis, y el material del que se realizaría la pieza hembra presentaría una mala resistencia a tracción. En tal caso, en efecto, la pieza hembra se rompería al nivel de su parte inferior, bajo la acción de las tensiones de tracción T, en cuanto se superara el límite máximo de resistencia a tracción del material que constituye la pieza hembra.

Se conoce asimismo por el documento WO 91/18563, figura 6, un acoplamiento de una pieza macho y de una pieza hembra en el que la pieza macho comprende una parte sobresaliente cónica que se aloja en un alojamiento cónico de la pieza hembra, estando previstos medios auxiliares de ensamblaje de estas piezas macho y hembra en forma de una tuerca de compresión. La figura 3 de este documento muestra un acoplamiento según el preámbulo de la reivindicación 1.

La presente invención tiene como objetivo proponer un acoplamiento cónico cuya pieza hembra está realizada de un material diferente de los generalmente utilizados en los acoplamientos cónicos convencionales y que pueda limitar las tensiones de tracción experimentadas por la pieza hembra incluso cuando se aplican cargas de compresión axiales al acoplamiento.

Para ello, se prevé, según la invención, un acoplamiento cónico de una pieza macho y de una pieza hembra, comprendiendo la pieza macho un cono enmangado en una parte troncocónica de un alojamiento correspondiente formado en la pieza hembra, estando bloqueadas las piezas macho y hembra una respecto a la otra por trabado del cono en la parte troncocónica, caracterizado porque la pieza hembra está realizada de un material que presenta un módulo de Young como máximo igual a aproximadamente 35 GPa y como máximo igual al del material del que está realizada la pieza macho, y porque una superficie de la pieza macho perpendicular al eje del acoplamiento está en contacto con una superficie de la pieza hembra también perpendicular al eje del acoplamiento de manera que las piezas macho y hembra hacen tope axial una contra la otra.

Así, en el acoplamiento según la invención, y a diferencia de los acoplamientos cónicos convencionales en los que se dejan intersticios necesariamente entre la pieza macho y la pieza hembra, las piezas macho y hembra hacen tope axial una contra la otra. La intensidad de las tensiones de tracción experimentadas por la pieza hembra permanece por tanto constante, y, en particular, no aumenta cuando el acoplamiento está sometido a cargas de compresión axiales de intensidad creciente. La pieza hembra puede, por consiguiente, realizarse de un material que presenta una mala resistencia a tracción.

Esta solución en la que la conexión entre la pieza macho y la pieza hembra es voluntariamente hiperestática, se hace posible por la elasticidad intrínseca de la pieza hembra, o dicho de otro modo por el pequeño módulo de Young, inferior o igual a aproximadamente 35 GPa, del material del que está realizada la pieza hembra, y por el hecho de que la pieza hembra es al menos tan elástica como la pieza macho. Gracias a estas propiedades, en efecto, la pieza hembra puede, durante su ensamblaje con la pieza macho, desplazarse axialmente hacia la pieza macho a lo largo del cono de esta última, por deformación elástica, incluso tras obtenerse un efecto de trabado del cono en el alojamiento correspondiente. Dimensionando las piezas macho y hembra para que la pieza hembra entre

a tope axial contra la pieza macho antes de superar el límite máximo de resistencia a tracción del material que constituye la pieza hembra, puede así obtenerse un acoplamiento cónico en el que el cono de la pieza macho se traba en el alojamiento de la pieza hembra, y por tanto está centrado y bloqueado en rotación en este alojamiento, y las tensiones de tracción experimentadas por la pieza hembra permanecen limitadas a un valor fijo inferior al límite máximo mencionado anteriormente.

En ejemplos típicos de realización del acoplamiento según la invención, la pieza hembra es de pirocarbono y la pieza macho es de metal, cerámica o pirocarbono.

La presente invención propone también una prótesis, por ejemplo una prótesis de la cabeza del radio, una prótesis de la cabeza del cúbito o una prótesis de cadera, que comprende un acoplamiento tal como se ha definido anteriormente, constituyendo la pieza hembra del acoplamiento una cabeza de la prótesis y constituyendo la pieza macho un cuello de la prótesis, comprendiendo la prótesis además una cola.

La presente invención tiene como objetivo por otro lado proponer un conjunto de piezas macho y hembra que permitan realizar el acoplamiento tal como se ha definido anteriormente.

Para ello, se prevé, según la invención, un conjunto de piezas macho y hembra, comprendiendo la pieza macho un cono apto para enmangarse en una parte troncocónica de un alojamiento correspondiente formado en la pieza hembra para trabarse ahí y bloquear de este modo las piezas macho y hembra una respecto a la otra, caracterizado porque la pieza hembra está realizada de un material que presenta un módulo de Young como máximo igual a aproximadamente 35 GPa y como máximo igual al del material del que está realizada la pieza macho, porque la pieza macho comprende una superficie de tope perpendicular al eje del cono, y porque las piezas macho y hembra están dimensionadas para que, cuando la pieza macho y la pieza hembra estén acopladas entre sí por enmangado del cono en la parte troncocónica del alojamiento, y bajo el efecto de una carga de compresión axial aplicada a este acoplamiento y que conlleva un desplazamiento axial de la pieza hembra con respecto a la pieza macho por deformación elástica de la pieza hembra tras obtenerse un efecto de trabado del cono en el alojamiento resultante de dicho encaje, la pieza hembra pueda hacer tope contra la superficie de tope de la pieza macho antes de superar el límite máximo de resistencia a tracción del material del que está realizada la pieza hembra.

Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto a la luz de la descripción detallada siguiente de varios modos de realización de la invención realizada en referencia a los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1, ya comentada, es una vista en sección de un acoplamiento cónico según la técnica anterior;
- la figura 2 es una vista en sección de un acoplamiento cónico según un primer modo de realización de la invención;
- la figura 3 es una vista en sección que muestra un estado intermedio del acoplamiento según el primer modo de realización de la invención;
- la figura 4 es una vista en sección que muestra un acoplamiento cónico según un segundo modo de realización de la invención;
- la figura 5 es una vista en planta en despiece ordenado que muestra una prótesis de la cabeza del radio que utiliza el acoplamiento según la invención;
- la figura 6 es una vista en planta que muestra la prótesis de la figura 5 en un estado ensamblado;
- la figura 7 es una vista en sección de un taco de expansión que constituye una cola de la prótesis ilustrada en la figura 6;
- la figura 8 es una vista en sección que muestra el taco de expansión de la figura 7 insertado en el radio;
- la figura 9 es una vista en planta que muestra una prótesis de la cabeza del cúbito que utiliza el acoplamiento según la invención; y
- la figura 10 es una vista en planta que muestra una prótesis de cadera que utiliza el acoplamiento según la invención.

En toda la descripción siguiente, así como en las reivindicaciones adjuntas, se entenderá por “enmangamiento” un ajuste bloqueado de una pieza macho en una pieza hembra.

La figura 2 muestra un acoplamiento o enmangamiento cónico según un primer modo de realización de la invención. Este acoplamiento comprende una pieza macho 10 y una pieza hembra 11. La pieza hembra 11 está realizada en un material que presenta un módulo de Young, o módulo de elasticidad, inferior o igual a aproximadamente 35 GPa, por ejemplo, comprendido entre aproximadamente 10 GPa y aproximadamente 35 GPa, e inferior o igual al módulo de Young del material del que está realizada la pieza macho 10. A modo de ejemplo, la pieza hembra 11 puede

realizarse de pirocarbono y la pieza macho 10 de metal, cerámica o pirocarbono. Preferentemente, el material del que está realizada la pieza hembra 11 presenta una resistencia en compresión, expresada en MPa, más elevada que su resistencia a tracción.

5 La pieza macho 10 comprende un cono 12 y un reborde 13 que hacen de superficie de tope perpendicular al eje, A1, del acoplamiento, es decir al eje del cono 12. El cono 12 se traba en un alojamiento 14 correspondiente de la pieza hembra 11 por enmangamiento en una parte troncocónica 15 de este alojamiento. Preferentemente, el alojamiento 14 presenta, además de la parte troncocónica 15 en contacto con el cono 12, una parte de hueco cilíndrica 16 que prolonga la parte troncocónica 15 desde el extremo de más pequeño diámetro de ésta, cerca del fondo del alojamiento 14, y que presenta un diámetro d1 superior o igual al diámetro, d2, del extremo distal 12' del cono macho 12. La parte de hueco cilíndrica 16 sirve para recibir el extremo distal 12' del cono macho 12, tal como se ilustra en la figura 2. Con el fin de permitir la inserción de este extremo distal 12' del cono macho 12 en la parte de hueco 16, el pequeño diámetro, d3, de la parte troncocónica 15 es también superior o igual al diámetro d2.

15 El ángulo α del cono macho 12 es sensiblemente idéntico al de la parte troncocónica 15 del alojamiento 14. Este ángulo se elige suficientemente grande para que el enmangamiento del cono macho 12 en el alojamiento 14 pueda desmontarse por el usuario ejerciendo un esfuerzo razonable, y suficientemente pequeño para que las piezas macho y hembra 10, 11 sigan firmemente bloqueadas una respecto a la otra y que la pieza hembra 11 no se desolidarice de la pieza macho 10 subiendo a lo largo del cono 12 a causa de su elasticidad. En la práctica, en el caso concretamente de una pieza hembra diseñada en pirocarbono, el ángulo de cono α está típicamente comprendido entre 2,5 y 5°, y preferentemente igual a aproximadamente 4°.

20 La base o superficie de extremo proximal, 17, de la pieza hembra 11 está en contacto con el reborde 13 de la pieza macho 10. Así, la intensidad de las tensiones de tracción T experimentadas por la pieza hembra 11 permanece constante, y esto incluso cuando el acoplamiento se somete a una carga de compresión axial F de intensidad variable.

25 El acoplamiento de la figura 2 se obtiene ensamblando la pieza macho 10 y la pieza hembra 11 de tal manera que el cono macho 12 se traba en el alojamiento 14 de la pieza hembra 11 para bloquear las piezas macho y hembra una respecto a la otra, tal como se muestra en la figura 3, aplicando después una carga de compresión axial suplementaria para desplazar axialmente la pieza hembra 11 con respecto a la pieza macho 10 hasta que su base 17 se apoye en el reborde 13. Durante este desplazamiento axial, la parte inferior de la pieza hembra 11 en la que está formado el alojamiento 14 se separa y experimenta por tanto tensiones de tracción de intensidad creciente, debido al ángulo α del cono, aunque estas tensiones de tracción dejan de aumentar en cuanto la pieza hembra 11 entra en contacto con el reborde 13. Las dimensiones del cono 12 y del alojamiento correspondiente 14 se eligen de manera que la base 17 de la pieza hembra 11 pueda hacer tope contra el reborde 13 antes de superar el límite máximo de resistencia a tracción del material que constituye la pieza hembra 11.

35 La figura 4 muestra un acoplamiento cónico según un segundo modo de realización de la invención. Este acoplamiento difiere del ilustrado en la figura 2 en que la superficie de tope de la pieza macho 10a no está constituida por el reborde 13a sino por la superficie de extremo distal 12a' del cono 12a, que está en contacto con el fondo, 14a', del alojamiento 14a de la pieza hembra 11a. El acoplamiento según este segundo modo de realización conviene mejor a piezas hembras cuya base es estrecha. Se obtiene de manera comparable al acoplamiento según el primer modo de realización.

40 Las figuras 5 a 10 muestran prótesis que utilizan los principios de acoplamiento descritos anteriormente.

45 En la figura 5 se representa una prótesis de la cabeza del radio. Esta prótesis está constituida por una cabeza de pirocarbono 20, por un cuello metálico 21 y por una cola también metálica 22. El pirocarbono que constituye la cabeza 20 es o bien macizo o bien en forma de un revestimiento de pirocarbono que recubre un sustrato de grafito. La cabeza 20 está destinada a sustituir la cabeza del radio y la cola 22 a introducirse en un orificio practicado en el radio.

50 La cabeza 20 y el cuello 21 forman en conjunto un acoplamiento del tipo ilustrado en la figura 2, desempeñando la cabeza 20 la función de una pieza hembra que presenta un alojamiento del que al menos una parte es troncocónica y presentando el cuello 21 de una pieza macho un cono y un reborde o superficie de tope contra el que se apoya la pieza hembra (véase la figura 6). Este acoplamiento podría no obstante, como variante, ser del tipo ilustrado en la figura 4.

La cola 22 se acopla al cuello 21 mediante una conexión cónica convencional, dejando un intersticio entre el fondo del alojamiento de la pieza hembra, es decir la cola 22, y el extremo distal del cono de la pieza macho, es decir el cuello 21, al igual que entre la base de la pieza hembra y el reborde de la pieza macho (véanse las referencias e3, e4).

55 Gracias a este ensamblaje modular, cada elemento 20, 21, 22 de la prótesis es intercambiable. Cada elemento 20, 21, 22 puede diseñarse así en diferentes tamaños y conservar, sea cual sea su tamaño, un alojamiento o conos machos de formas y de dimensiones idénticas, de manera que un elemento dado de la prótesis pueda

intercambiarse con un mismo elemento de tamaño diferente. Por tanto, el cirujano, una vez elegidos los tamaños respectivos de la cabeza y de la cola para un paciente dado, puede elegir el tamaño del cuello con objeto de obtener una colocación óptima de la cabeza con respecto al húmero y al cúbito.

5 Según otra característica de la prótesis de cabeza de radio según la invención, y con el fin de garantizar un anclaje eficaz de la prótesis en el orificio practicado en el radio, la cola 22 se presenta ventajosamente en forma de un taco de expansión, adecuado para desplegarse transversalmente cuando se inserta ahí un tornillo 23, tal como se ilustra en la figura 8. La cola 22 presenta más particularmente un paso 24 interior que presenta una parte aterrajada, que permite la introducción y el atornillado del tornillo 23, de las patas 25 elásticamente deformables que constituyen la parte desplegable de la cola, y de los resaltes 26 interiores adecuados para actuar conjuntamente con una parte distal cónica 27 del tornillo 23 para separar las patas 25 durante la introducción del tornillo 23 y con una parte cilíndrica 28 del tornillo 23 para bloquear las patas 25 en posición separada una vez terminada la introducción del tornillo 23 (véase las figuras 7, 8). Se prevé además un collarín 29 al nivel del extremo proximal de la cola 22, destinado a apoyarse en una superficie resacada 30 del radio. La superficie externa, 31, de la cola 22 preferentemente presenta muescas, tal como se muestra en las figuras 5 y 6, con objeto de aumentar aún más el anclaje de esta cola 22 en el orificio del radio.

La figura 9 muestra una prótesis de la cabeza del cúbito. Esta prótesis está constituida por una cabeza de pirocarbono 40 destinada a sustituir la cabeza del cúbito, por un cuello metálico 41 y por una cola 42 también metálica y destinada a introducirse en un orificio practicado en el cúbito. La cabeza 40 y el cuello 41 forman un acoplamiento del tipo del ilustrado en la figura 2. No obstante, este acoplamiento podría, como variante, ser del tipo del ilustrado en la figura 4. El cuello 41 y la cola 42 se acoplan entre sí mediante un acoplamiento cónico convencional.

La figura 10 muestra una prótesis de cadera, constituida por una cabeza de pirocarbono 50, por un cuello metálico 51 y por una cola metálica 52. El cuello 51 y la cola 52 forman preferentemente un conjunto monobloque. La cabeza 50 y el cuello 51 forman un acoplamiento comparable al de la figura 2, o como variante, al de la figura 4.

25

REIVINDICACIONES

- 5 1. Acoplamiento cónico de una pieza macho (10) y de una pieza hembra (11), comprendiendo la pieza macho (10) un cono (12) enmangado en una parte troncocónica (15) de un alojamiento correspondiente (14) formado en la pieza hembra (11), estando bloqueadas las piezas macho (10) y hembra (11) una respecto a la otra por trabado del cono (12) en la parte troncocónica (15), caracterizado porque la pieza hembra (11) está realizada en un material que presenta un módulo de Young como máximo igual a aproximadamente 35 GPa y como máximo igual al del material a partir del cual está realizada la pieza macho (10), y porque una superficie (13) de la pieza macho perpendicular al eje (A1) del acoplamiento está en contacto con una superficie (17) de la pieza hembra también perpendicular al eje del acoplamiento, de manera que las piezas macho y hembra (10, 11) hacen tope axial una contra la otra.
- 10 2. Acoplamiento según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha superficie (13) de la pieza macho perpendicular al eje del acoplamiento está constituida por un reborde de la pieza macho (10) y dicha superficie (17) de la pieza hembra perpendicular al eje del acoplamiento está constituida por una base de la pieza hembra (11).
- 15 3. Acoplamiento según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha superficie de la pieza macho (10a) perpendicular al eje del acoplamiento está constituida por el extremo distal (12a') del cono (12a) de la pieza macho (10a) y dicha superficie de la pieza hembra perpendicular al eje del acoplamiento está constituida por el fondo (14a') del alojamiento (14a) de la pieza hembra (11 a).
- 20 4. Acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque la pieza hembra (11) es de pirocarbono.
5. Acoplamiento según la reivindicación 4, caracterizado porque la pieza macho (10) es de metal, cerámica o pirocarbono.
- 25 6. Acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el material a partir del cual está realizada la pieza hembra (11) presenta un módulo de Young comprendido entre aproximadamente 10 GPa y aproximadamente 35 GPa.
7. Acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el material a partir del cual está realizada la pieza hembra (11) es más resistente a la compresión que a la tracción.
8. Acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el cono (12) de la pieza macho (10) y la parte troncocónica (15) del alojamiento (14) de la pieza hembra (11) presentan sensiblemente el mismo ángulo de cono (α), que está comprendido entre aproximadamente 2,5° y aproximadamente 5°.
- 30 9. Acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque la pieza macho (10) y la pieza hembra (11) son piezas de una prótesis.
10. Prótesis que comprende un acoplamiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, constituyendo la pieza hembra del acoplamiento una cabeza (20) de la prótesis y constituyendo la pieza macho un cuello (21) de la prótesis, comprendiendo la prótesis además una cola (22).
- 35 11. Prótesis según la reivindicación 10, caracterizada porque la cola (22) está acoplada con el cuello (21) mediante un acoplamiento cónico.
12. Prótesis según la reivindicación 10 u 11, caracterizada porque la cola (22) presenta la forma de un taco de expansión.
13. Prótesis según la reivindicación 12, caracterizada porque la superficie externa (31) de la cola (22) presenta muescas.
- 40 14. Prótesis según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 13, caracterizada porque consiste en una prótesis de la cabeza del radio (20-22), una prótesis de la cabeza del cúbito (40-42), o una prótesis de cadera (50-52).
- 45 15. Conjunto de piezas macho y hembra (10, 11), comprendiendo la pieza macho (10) un cono (12) apto para enmangarse en una parte troncocónica (15) de un alojamiento (14) correspondiente formado en la pieza hembra (11) para trabarse ahí y bloquear de este modo las piezas macho (10) y hembra (11) una respecto a la otra, caracterizado porque la pieza hembra (11) está realizada en un material que presenta un módulo de Young como máximo igual a aproximadamente 35 GPa y como máximo igual al del material a partir del cual está realizada la pieza macho (10), porque la pieza macho comprende una superficie de tope (13) perpendicular al eje (A1) del cono (12), y porque las piezas macho y hembra están dimensionadas para que, cuando la pieza macho (10) y la pieza hembra (11) están acopladas entre sí por enmangamiento del cono (12) en la parte troncocónica (15) del alojamiento (14), y bajo el efecto de una carga de compresión axial aplicada a este acoplamiento y que provoca un desplazamiento axial de la pieza hembra (11) con respecto a la pieza macho (10) por deformación elástica de la pieza hembra tras haberse obtenido un efecto de trabado del cono (12) en el alojamiento (14) resultante de dicho enmangamiento, la pieza hembra (11) pueda hacer tope contra la superficie de tope (13) de la pieza macho (10) antes de superar el límite máximo de resistencia a tracción del material a partir del cual está realizada la pieza
- 50

hembra (11).

- 5 16. Conjunto de piezas macho y hembra según la reivindicación 15, caracterizado porque el pequeño diámetro (d3) de la parte troncocónica (15) del alojamiento (14) de la pieza hembra (11) es al menos igual al diámetro (d2) del extremo distal (12') del cono (12) de la pieza macho (10) y porque la parte troncocónica (15) del alojamiento (14) de la pieza hembra (11) se prolonga al nivel de su extremo de menor diámetro (d3) por una parte de hueco (16) de diámetro (d1) al menos igual al diámetro (d2) del extremo distal (12') del cono (12) de la pieza macho (10) y destinada a recibir este extremo distal (12') cuando la pieza hembra (11) está a tope contra la superficie de tope (13) de la pieza macho (10).
- 10 17. Conjunto de piezas macho y hembra según la reivindicación 15 ó 16, caracterizado porque la pieza hembra (11) es de pirocarbono y la pieza macho (10) es de metal, cerámica o pirocarbono.
18. Conjunto de piezas macho y hembra según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 17, caracterizado porque el material a partir del cual está realizada la pieza hembra (11) presenta un módulo de Young comprendido entre aproximadamente 10 GPa y aproximadamente 35 GPa.
- 15 19. Conjunto de piezas macho y hembra según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 18, caracterizado porque el material a partir del cual está realizada la pieza hembra (11) es más resistente a la compresión que a la tracción.
20. Conjunto de piezas macho y hembra según cualquiera de las reivindicaciones 15 a 19, caracterizado porque el cono (12) de la pieza macho (10) y la parte troncocónica (15) del alojamiento (14) de la pieza hembra (11) presentan sensiblemente el mismo ángulo de cono (α), el cual está comprendido entre aproximadamente 2,5° y aproximadamente 5°.
- 20 21. Conjunto de piezas macho y hembra según la reivindicación 20, caracterizado porque el ángulo de cono (α) es de aproximadamente 4°.

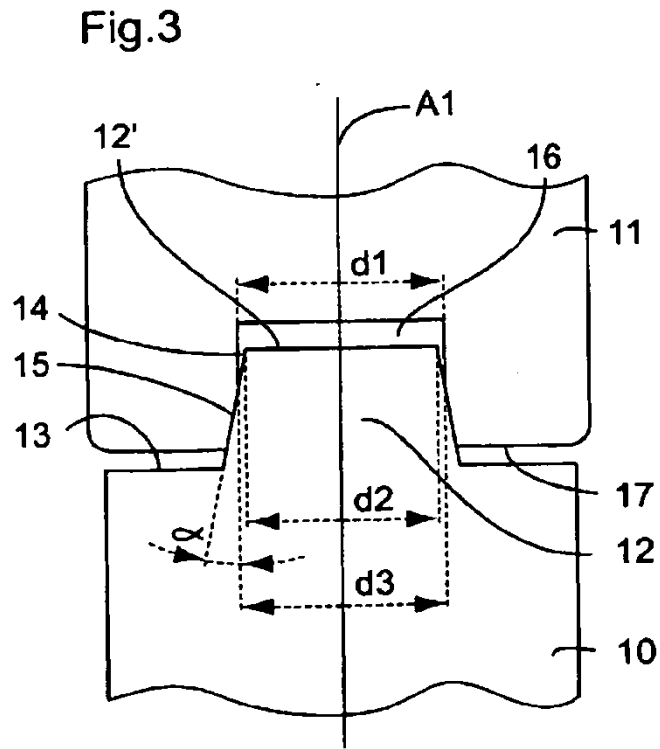
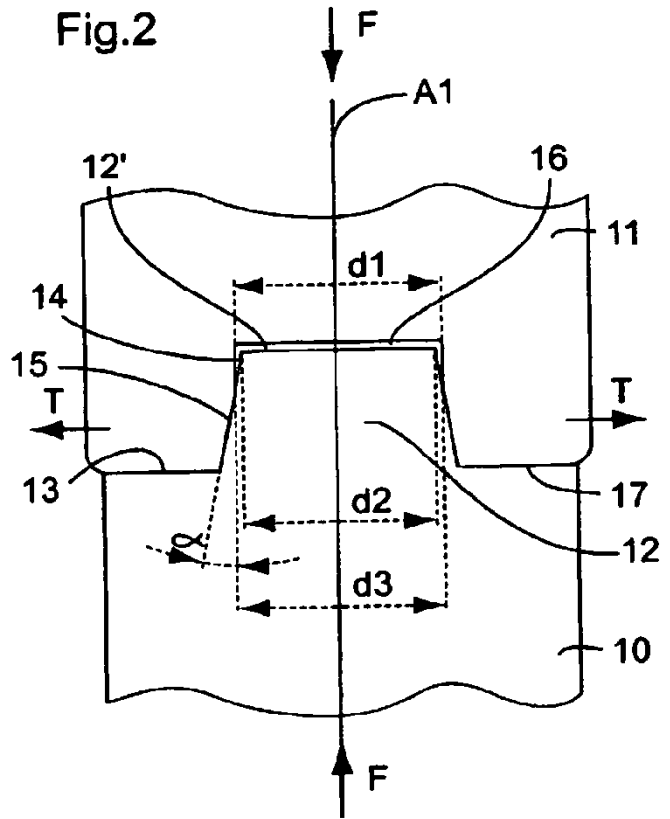
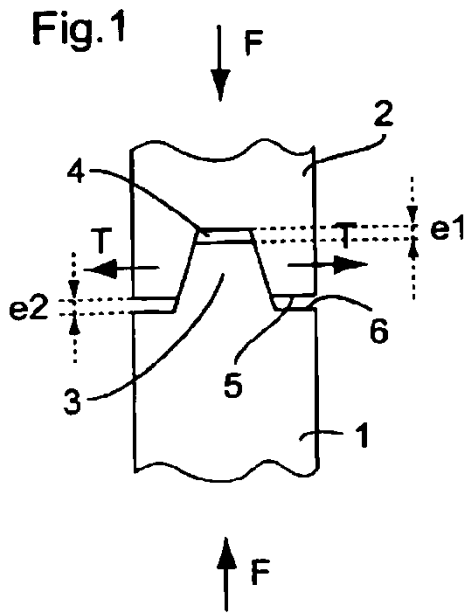


Fig.4

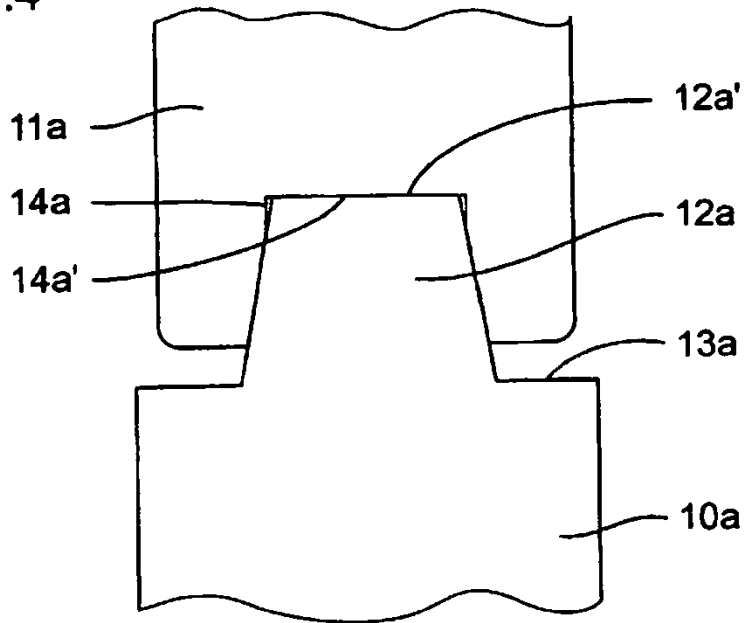


Fig.5

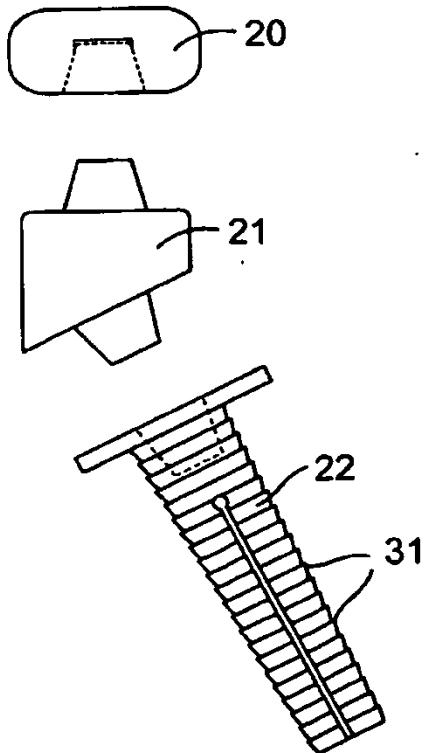


Fig.6

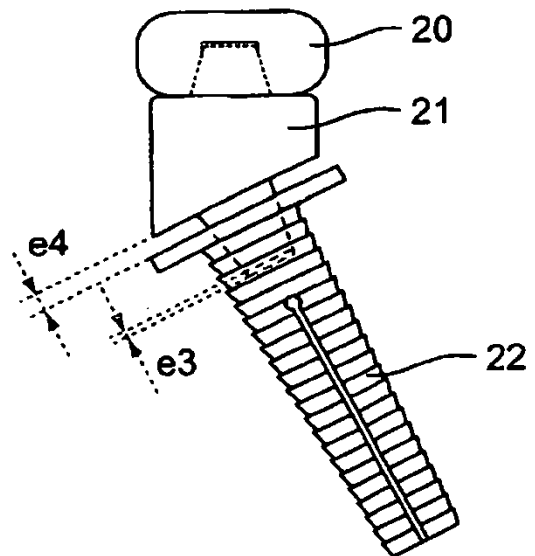


Fig.7

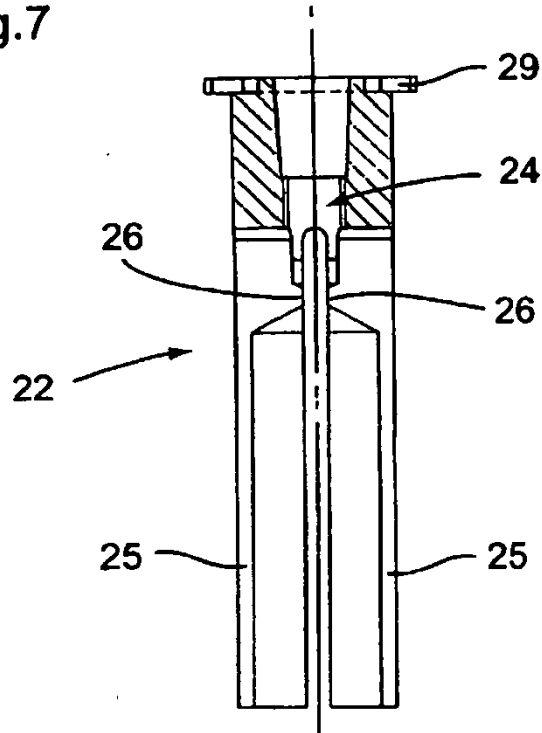


Fig.8

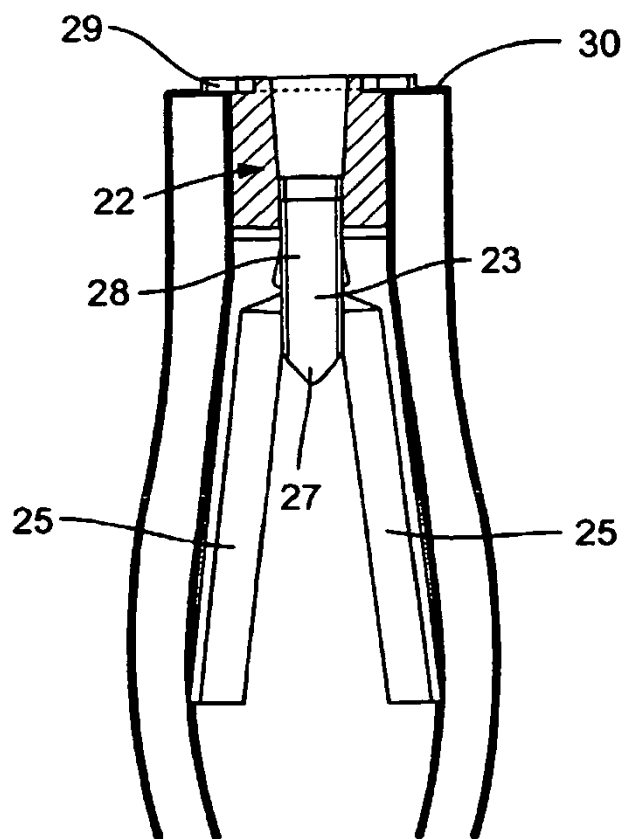


Fig.9

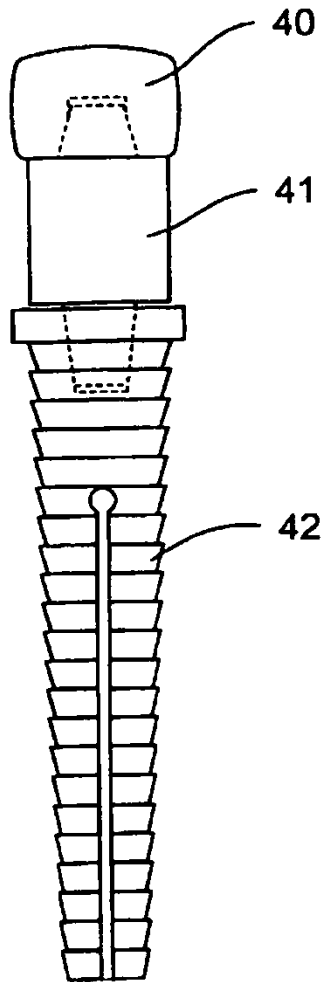


Fig.10

