

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 404 406**

51 Int. Cl.:

**F16C 3/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.06.2008 E 08356089 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.02.2013 EP 2006555**

54 Título: **Árbol de transmisión de movimientos y/o de esfuerzos en rotación**

30 Prioridad:

**18.06.2007 FR 0704322**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**27.05.2013**

73 Titular/es:

**SKF AEROSPACE FRANCE (100.0%)  
1, AVENUE MARC SEGUIN, PARC INDUSTRIEL  
DE LA BRASSERIE  
26240 SAINT-VALLIER-SUR-RHONE, FR**

72 Inventor/es:

**GENOT, MICHEL y  
BUCHIN, JEAN-MICHEL**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 404 406 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

Árbol de transmisión de movimientos y/o de esfuerzos en rotación.

5 La presente invención se refiere a un árbol de transmisión de movimientos y/o de esfuerzos en rotación, denominado asimismo de manera habitual "árbol de torsión".

Un ejemplo de un árbol de este tipo se proporciona en el documento US-A-4.838.833 en el que se basa el preámbulo de la reivindicación 1.

10 La invención se interesa específicamente por los árboles denominados "compuestos" es decir a los árboles cuyo cuerpo principal está constituido por un tubo de material compuesto con matriz de material plástico, dicho de otra manera de un material compuesto por una resina termoplástica o termoendurecible y por un refuerzo de resistencia mecánica, en particular fibroso.

15 Este tipo de eje se utiliza en particular en el campo aeronáutico, para soportar diversos conjuntos mecánicos funcionales, en particular unos mecanismos, accionados o solicitados durante el arrastre en rotación del árbol sobre sí mismo. Así, este tipo de árbol se utiliza para desplegar unas aletas de borde de ataque y de borde de fuga de alas de avión, con el fin de aumentar su sustentación, o para orientar los pestillos de puertas de avión, con el fin de permitir la apertura y el cierre de estas puertas. En el campo automóvil, este tipo de árbol puede ser utilizado como columna de dirección.

20 En la práctica, para evitar deteriorar el tubo de material compuesto, los mecanismos citados anteriormente no están soportados directamente por el tubo, sino por unos insertos tubulares metálicos, que están colocados fijamente alrededor del tubo y que aseguran una buena unión mecánica entre el tubo y los mecanismos. Sin embargo, durante la torsión del árbol y, por lo tanto, de la transmisión de esfuerzos por el inserto entre el tubo y los mecanismos, la zona de interfaz, de sección circular, entre cada inserto y el tubo sufre fuertes tensiones de cizallamiento que, en particular a la larga, son susceptibles de provocar el desgaste de la resina plástica rodeada por el inserto. Dicho de otra manera, los rendimientos de los árboles disponibles actualmente, en términos de resistencia a la ruptura en torsión, son limitados.

25 El objetivo de la presente invención es proponer un árbol de transmisión con tubo de material compuesto, cuyos rendimientos mecánicos en torsión estén significativamente mejorados.

35 Para ello, la invención tiene por objeto un árbol de transmisión de movimientos y/o de esfuerzos en rotación, tal como se ha definido en la reivindicación 1.

40 La idea base de la invención es evitar que la interfaz de contacto entre la cara interior del inserto y la cara exterior del tubo compuesto presente una sección rigurosamente circular, en beneficio de una sección no circular. En efecto, gracias a esta disposición, la transmisión de los esfuerzos entre el tubo y el inserto, durante la sollicitación de torsión del árbol, no induce exclusivamente unas tensiones de cizallamiento a nivel de esta interfaz, ya que las tensiones están desacopladas en, por un lado, unas tensiones de cizallamiento y, por otro lado, unas tensiones de rebordeado. De esta manera, con respecto a un inserto de sección interior rigurosamente circular, las tensiones de cizallamiento sufridas a nivel de la interfaz entre el inserto y el tubo son significativamente menores, para una sollicitación en torsión dada del árbol. A nivel de las partes no circulares del o de cada perfil interior del inserto, el esfuerzo transmitido entre el tubo y el inserto no es entonces rigurosamente ortorradial al eje longitudinal central del árbol, sino que presenta, en sección transversal del árbol, una componente radial no nula. De esta manera, a nivel de las partes no circulares antes citadas, el tubo y el inserto están radialmente presionados uno contra el otro, uniéndose entonces mecánicamente estos dos componentes uno al otro por un efecto de cuña. Así, la invención se basa en la cooperación mecánica entre la cara interior del inserto, con perfil(es) no circular(es) en sección transversal, y la cara exterior complementaria de la parte del tubo rodeada por este inserto, entendiéndose que la invención no está limitada a la forma geométrica precisa del perfil interior del inserto, ni por los materiales que componen el inserto metálico y el tubo compuesto, ni por el procedimiento de fabricación del árbol.

55 Unas características particulares ventajosas del árbol de acuerdo con la invención, consideradas aisladamente o según todas las combinaciones técnicamente posibles están enunciadas en las reivindicaciones subordinadas 2 a 10.

60 La invención se entenderá mejor a partir de la lectura de la descripción siguiente, dada únicamente a título de ejemplo y haciendo referencia a los dibujos, en los que:

- la figura 1 es una vista esquemática en alzado de un árbol de acuerdo con la invención;
- la figura 2 es una vista en perspectiva de una sección longitudinal de una parte del árbol de la figura 1;
- la figura 3 es una sección transversal del árbol, según el plano III indicado en la figura 2;

- las figuras 4 a 6 son unas vistas análogas a la figura 3, que ilustran unas variantes de realización de árboles de acuerdo con la invención;
- 5 - la figura 7 es una vista en perspectiva de una sección longitudinal de un inserto que pertenece a otra variante de realización de acuerdo con la invención; y
- la figura 8 es una sección transversal según el plano VIII de la figura 7.

10 En la figura 1 está representado un árbol 1 que se extiende globalmente con respecto a un eje geométrico longitudinal central X-X. Este árbol está destinado a ser solicitado en rotación sobre sí mismo, con respecto a su eje X-X, con el fin de transmitir unos movimientos y/o unos esfuerzos rotativos centrados sobre el eje X-X, entre por ejemplo una pieza de estructura no representada, dispuesta en particular en uno de los extremos longitudinales del árbol, y diferentes conjuntos mecánicos funcionales, soportados por el árbol. En el ejemplo ilustrado en la figura 1, están representados tres conjuntos de este tipo, a saber, un eje físico 2, en forma de una varilla maciza que atraviesa diametralmente de un lado al otro el árbol 1, y dos mecanismos 4 y 6, que corresponden respectivamente a un rodamiento y a un pestillo de apertura/cierre de una puerta no representada. Otros conjuntos, en particular otros mecanismos diferentes de los ilustrados en la figura 1, pueden ser recibidos sobre el árbol 1, en particular unos conjuntos que integran varias piezas metálicas que presentan unas estructuras más o menos complejas y que tienen todas en común la característica de ser accionadas y/o solicitadas cuando el árbol 1 es arrastrado en rotación sobre sí mismo.

25 El árbol 1 comprende un cuerpo principal en forma de un tubo hueco 10, globalmente cilíndrico y centrado sobre el eje X-X. Este tubo está realizado en un material compuesto, constituido por una matriz de un material plástico, en particular de una resina termoplástica o termoendurecible, reforzada con fines de resistencia mecánica, típicamente por unas fibras.

30 Los conjuntos 2, 4 y 6 están soportados por el tubo 10, con interposición de insertos metálicos respectivos 20. Cada uno de estos insertos está dispuesto fijamente alrededor de una parte longitudinal 12 del tubo 10, con el fin de unir mecánicamente esta parte y el conjunto correspondiente.

35 En la figura 2 están representados con mayor detalle el inserto 20 y la parte 12 del tubo 10 asociada al eje 2. Como se puede observar en esta figura, este inserto y esta parte de tubo están atravesados radialmente de un lado al otro por varios orificios 30, en particular por dos orificios diametralmente opuestos con respecto al eje X-X y destinados a recibir de manera complementaria la varilla que constituye el eje 2, con el fin de unir en rotación este eje, este inserto y esta parte de tubo. En la práctica, la presencia y la disposición de orificios pasantes, tales como los orificios 30 ilustrados en la figura 2, son variables, en el sentido en el que la presencia y la posición de estos orificios dependen directamente de la naturaleza del conjunto mecánico soportado por el inserto considerado. Por ejemplo, el inserto que soporta el rodamiento 4 y la parte de tubo correspondiente pueden estar desprovistos de orificios pasantes cuando el anillo interior de este rodamiento está enmangado con fuerza alrededor del inserto para ser unido mecánicamente a este último.

45 Ventajosamente, como se puede observar para el inserto 20 ilustrado en las figuras 2 y 3, cada inserto delimita una cara exterior 20A cilíndrica, de base circular y centrada sobre el eje X-X. Esta cara 20A se extiende a nivel de la cara exterior 14A, también cilíndrica de base circular y centrada sobre el eje X-X, de las partes 14 del tubo 10 situadas a uno y otro lado de la parte de tubo 12, siguiendo la longitud de este tubo. De esta manera, la presencia de cada inserto no induce ninguna discontinuidad de superficie en el exterior del árbol 10. Para ello, la parte de tubo 12 está dispuesta retirada, hacia el interior, con respecto a las partes 14, estando unida a estas últimas, en cada uno de sus extremos longitudinales, por unos rebordes 16.

50 Como se puede observar en la figura 3, cada inserto 20 no tiene una sección interior rigurosamente circular, sino que presenta, en sección transversal al eje X-X, un perfil interior 20B de forma oblonga, centrado sobre el eje X-X. En términos geométricos más precisos, el perfil 20B está constituido por dos porciones curvadas 20B<sub>1</sub> diametralmente opuestas, cuyas partes medianas respectivas se parecen a unos arcos de círculo centrados sobre el eje X-X, y por dos segmentos rectilíneos paralelos 20B<sub>2</sub> diametralmente opuestos y desplazados 90° con respecto al eje X-X con respecto a las porciones 20B<sub>1</sub>. Como la cara exterior 20A del inserto es de base circular, el grosor de la sección transversal del inserto es variable según su periferia, siendo este grosor más pequeño radialmente entre cada porción 20B<sub>1</sub> y la cara 20A, que radialmente entre cada segmento 20B<sub>2</sub> y la cara 20A.

60 La parte de tubo 12 está ajustada de manera complementaria a la cara interior del inserto 20, de manera que su cada exterior 12A presenta, en sección transversal, un perfil oblongo que corresponde al perfil 20B. En la práctica, el ajuste de formas entre la cara interior del inserto y la cara exterior de la parte de tubo 12 se obtiene fácilmente debido a la naturaleza compuesta del tubo 10, pudiendo este último ser fabricado en unas configuraciones geométricas diversas. En particular, la parte de tubo 12 está ventajosamente fabricada directamente en el interior del inserto correspondiente 20, a partir de una preforma fibrosa que está dispuesta en el interior del inserto y en la que se inyecta un material plástico, tal como una resina epoxi, con el fin de formar una matriz. Se comprende asimismo

## ES 2 404 406 T3

que el grosor de la parte de tubo 12 puede tanto ser sustancialmente constante según su periferia, como en el ejemplo representado en las figuras, como ser variable según esta periferia.

5 En funcionamiento, el árbol 1 es solicitado en torsión, es decir en rotación sobre sí mismo con respecto a eje X-X, en particular desde por lo menos uno de sus extremos. Resulta de ello una transmisión de esfuerzos entre el tubo 10 y cada conjunto mecánico 2, 4, 6, a través parcialmente, incluso exclusivamente, de los insertos 20. El perfil interior oblongo 20B de cada inserto permite desacoplar las tensiones localizadas en la interfaz entre el inserto y la parte de tubo 12 correspondiente: a nivel de las porciones curvadas 20B<sub>1</sub>, estas tensiones tienden a cizallar esta interfaz, por efecto de torsión con respecto al eje X-X, mientras que a nivel de los segmentos rectilíneos 20B<sub>2</sub>, estas tensiones tienden a comprimir o tirar sobre esta interfaz, rebordeando radialmente el inserto y el tubo uno contra el otro. Los esfuerzos de arrastre en rotación son así eficazmente transmitidos entre el tubo y cada conjunto mecánico 2, 4, 6, limitando al mismo tiempo el riesgo de descohesión entre cada inserto 20 y las partes de tubo correspondientes 12, a nivel de su interfaz de contacto, en particular por desgaste de la resina que forma la matriz de estas partes de tubo 12.

15 En las figuras 4 a 6 se representan unas variantes para el inserto 20, referenciadas respectivamente 40, 50 y 60. Estas variantes se distinguen del inserto 20 sólo por la forma geométrica no circular de su perfil interior 40B, 50B y 60B.

20 Así, los perfiles 40B y 50B de los insertos 40 y 50 presentan cada uno una forma de cuadrilátero centrada sobre el eje X-X, a saber una forma de rectángulo para el perfil 40B y una forma de rombo para el perfil 50B. Cada perfil 40B, 50B comprende de esta manera dos pares de segmentos rectilíneos paralelos 40B<sub>1</sub> y 40B<sub>2</sub>, 50B<sub>1</sub> y 50B<sub>2</sub> opuestos uno al otro según la periferia del inserto.

25 El perfil 60B del inserto 60 presenta, por su parte, una forma con dos lóbulos diametralmente opuestos con respecto al eje X-X, que se parecen a la forma del cacahuete. El perfil 60B comprende de esta manera, al mismo tiempo, dos porciones curvadas 60B<sub>1</sub>, diametralmente opuestas y que pertenecen respectivamente a cada lóbulo, dos segmentos rectilíneos 60B<sub>2</sub>, diametralmente opuestos y que pertenecen cada uno a uno de los lóbulos, y otros dos segmentos rectilíneos 60B<sub>3</sub>, diametralmente opuestos y que pertenecen respectivamente a cada uno de los lóbulos, señalándose que, para cada lóbulo, los segmentos 60B<sub>2</sub> y 60B<sub>3</sub> convergen uno hacia el otro en dirección al eje X-X.

30 Los perfiles 40B, 50B y 60B presentan las mismas ventajas mecánicas que el perfil oblongo 20B, en el sentido de que, a nivel de los segmentos rectilíneos 40B<sub>1</sub>, 40B<sub>2</sub>, 50B<sub>1</sub>, 50B<sub>2</sub>, 60B<sub>2</sub> y 60B<sub>3</sub> de estos perfiles, se generan unas tensiones de rebordeado entre cada inserto 40, 50, 60 y la parte de tubo 12 ajustada en este inserto.

35 En la figura 7, se representa otra variante de un inserto 70 que, a diferencia del inserto 20, presenta, en dos planos de sección transversales sucesivos siguiendo la longitud del inserto, dos perfiles interiores 71B y 72B distintos, en el sentido de que, proyectados en un mismo plano de corte como en la figura 8 en la que la proyección del perfil 72B está representada en líneas discontinuas, los dos perfiles no coinciden uno con el otro. En el ejemplo representado en la figura 7, cada uno de estos perfiles 71B y 72B presenta una forma oblonga, análoga a la forma oblonga del perfil interior 20B, entendiéndose que las dos formas oblongas de los perfiles 71B y 72B están desplazadas una con respecto a la otra con respecto al eje X-X. Ventajosamente, por razones relacionadas con una mejor resistencia a la ruptura en torsión, estas dos formas oblongas están desplazadas una con respecto a la otra en 90°, lo cual tiende a uniformizar las prestaciones mecánicas en torsión del inserto 70 considerado en su conjunto.

40 A título de variantes, no representadas, del inserto 70, los dos perfiles distintos combinados en un mismo inserto, tales como los perfiles 71B y 72B, pueden ser de naturalezas diferentes, es decir que, por ejemplo, un perfil interior en forma de cuadrilátero, tal como uno de los perfiles 40B y 50B, se puede combinar con un perfil de forma multilobulada, tal como el perfil 60B.

50

REIVINDICACIONES

- 5 1. Árbol (1) de transmisión de movimientos y/o de esfuerzos en rotación, que comprende, por un lado, un tubo (10) de un material compuesto con matriz de material plástico y, por otro lado, un inserto tubular metálico (20; 40; 50; 60; 70), dispuesto fijamente alrededor de una parte longitudinal (12) del tubo y adaptado para unir mecánicamente el tubo y un conjunto mecánico funcional, soportado por el inserto y tal como un eje (2), un rodamiento (4), un pestillo (6) o análogo,
- 10 caracterizado porque el inserto (20; 40; 50; 60; 70) presenta, en sección transversal, por lo menos un perfil interior (20B; 40B; 50B; 60B; 71B, 72B) que tiene una forma no circular, a la cual la cara exterior (12A) de la parte longitudinal (12) del tubo (10) está ajustada de manera sustancialmente complementaria.
- 15 2. Árbol según la reivindicación 1, caracterizado porque el o cada perfil interior (20B; 40B; 50B; 60B; 71B, 72B) del inserto (20; 40; 50; 60; 70) incluye por lo menos un segmento rectilíneo (20B<sub>2</sub>; 40B<sub>1</sub>; 40B<sub>2</sub>, 50B<sub>1</sub>; 50B<sub>2</sub>; 60B<sub>2</sub>, 60B<sub>3</sub>).
3. Árbol según la reivindicación 2, caracterizado porque el o cada perfil interior (20B; 40B; 50B; 60B; 71B, 72B) del inserto (20; 40; 50; 60; 70) incluye por lo menos dos segmentos rectilíneos sustancialmente paralelos (20B<sub>2</sub>; 40B<sub>1</sub>; 40B<sub>2</sub>, 50B<sub>1</sub>; 50B<sub>2</sub>; 60B<sub>2</sub>, 60B<sub>3</sub>), opuestos uno al otro siguiendo la periferia del inserto.
- 20 4. Árbol según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el o cada perfil interior (20B; 71B, 72B) del inserto (20; 70) tiene una forma oblonga.
- 25 5. Árbol según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el o cada perfil interior (40B; 50B) del inserto (40; 50) tiene una forma de cuadrilátero, tal como una forma cuadrada, una forma rectangular o una forma de rombo.
6. Árbol según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el o cada perfil interior (60B) del inserto (60) tiene una forma multilobulada, tal como una forma de cacahuete.
- 30 7. Árbol según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el inserto (70) presenta, en unos planos de corte transversales sucesivos siguiendo su longitud, por lo menos dos perfiles interiores (71B, 72B) que tienen unas formas respectivas no circulares que, proyectadas en un mismo plano de corte transversal, no coinciden una con la otra.
- 35 8. Árbol según la reivindicación 7, caracterizado porque dichos dos perfiles (71B, 72B) son similares y están desplazados en 90° uno con respecto al otro con respecto al eje geométrico longitudinal central (X-X) del inserto (70).
- 40 9. Árbol según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la cara exterior (20A) del inserto (20) es cilíndrica con base circular.
- 45 10. Árbol según la reivindicación 9, caracterizado porque el tubo (10) comprende, a uno y otro lado, siguiendo su longitud, de su parte longitudinal (12) rodeada por el inserto (20), unas partes (14) que tienen una cara exterior (14A) que es cilíndrica con base circular y que se extiende a nivel de la cara exterior (20A) del inserto.

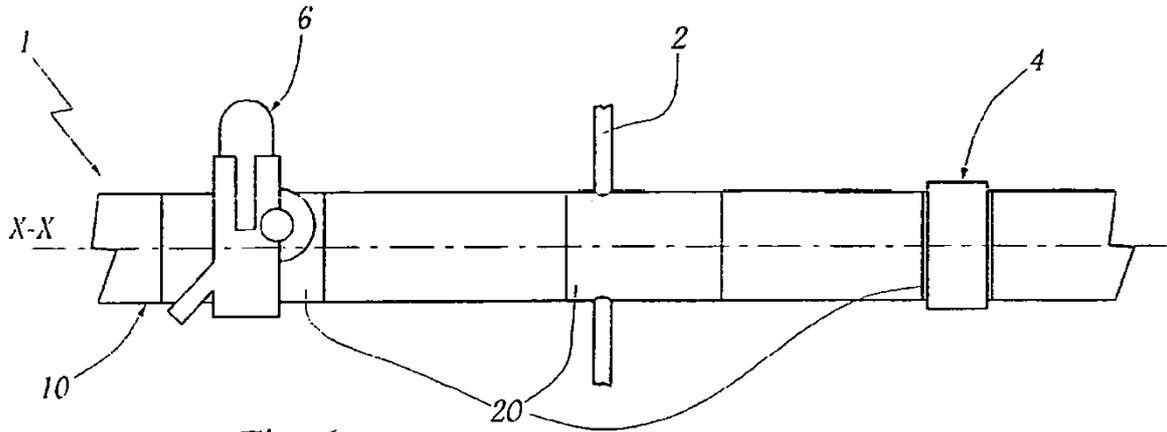


Fig. 1

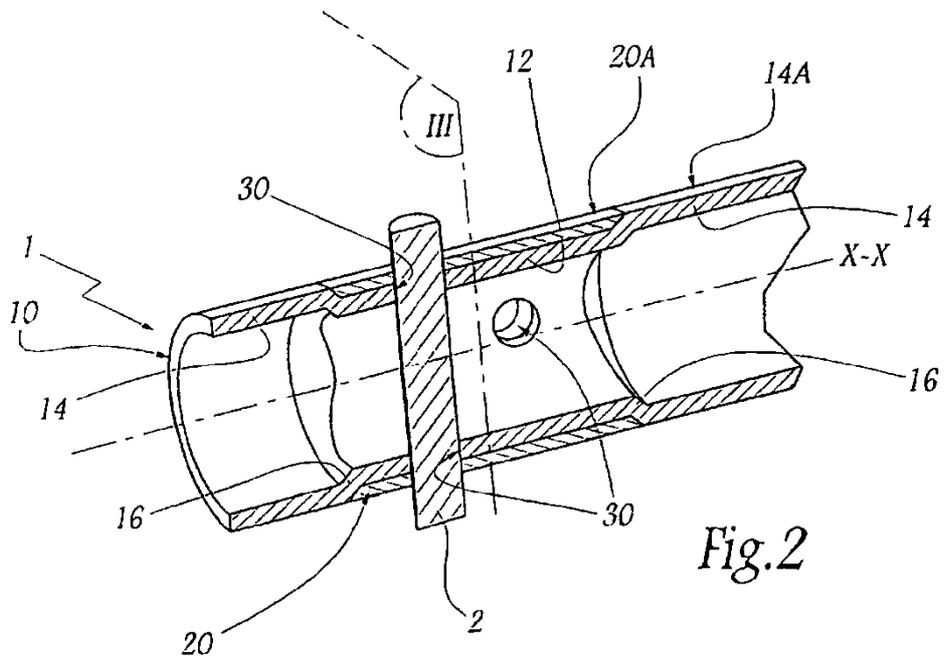


Fig. 2

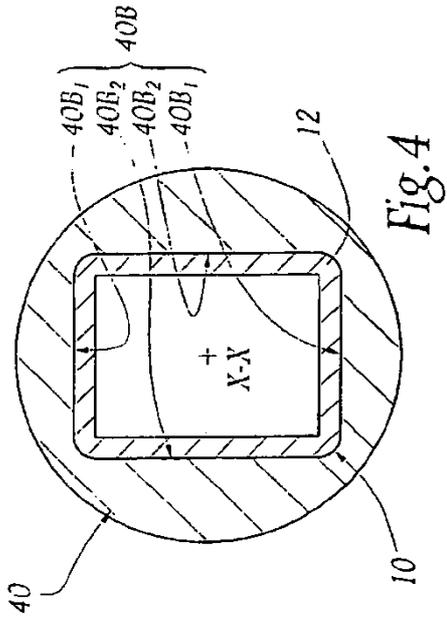


Fig. 4

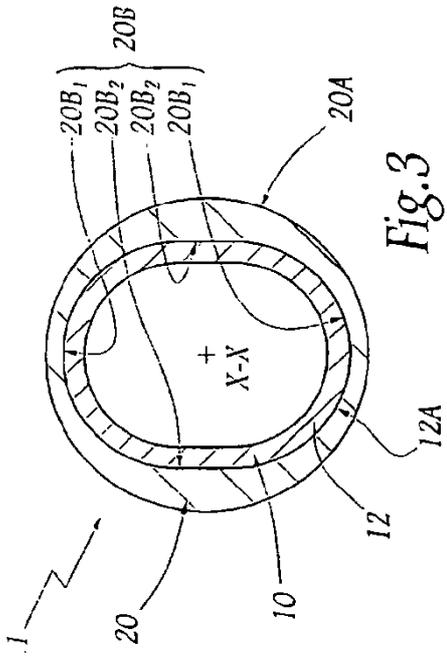


Fig. 3

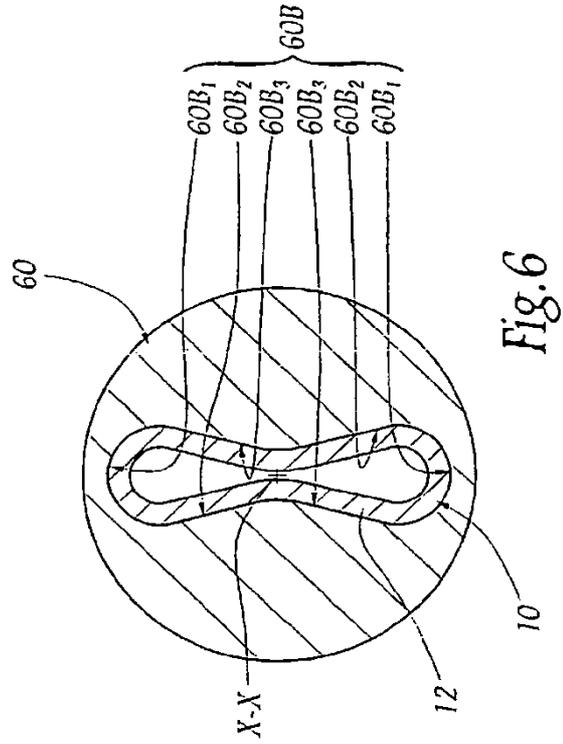


Fig. 6

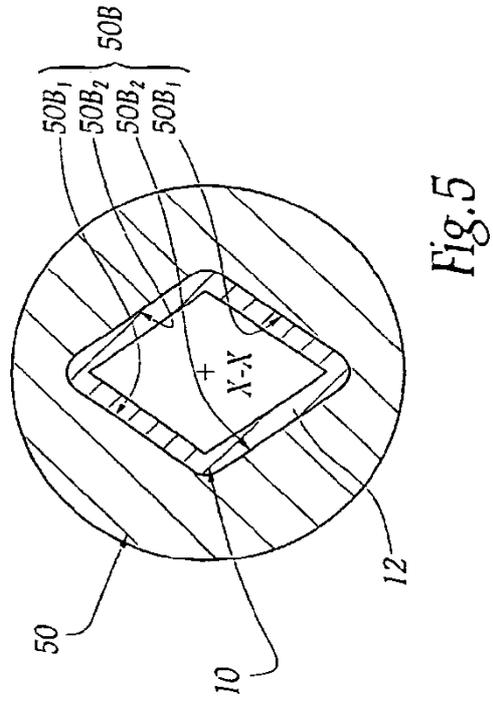


Fig. 5

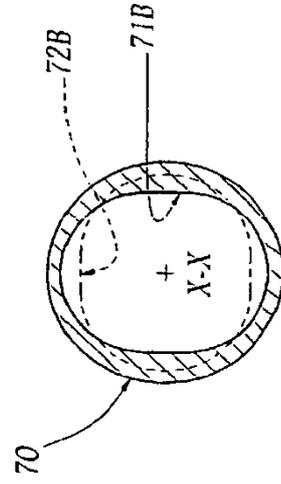
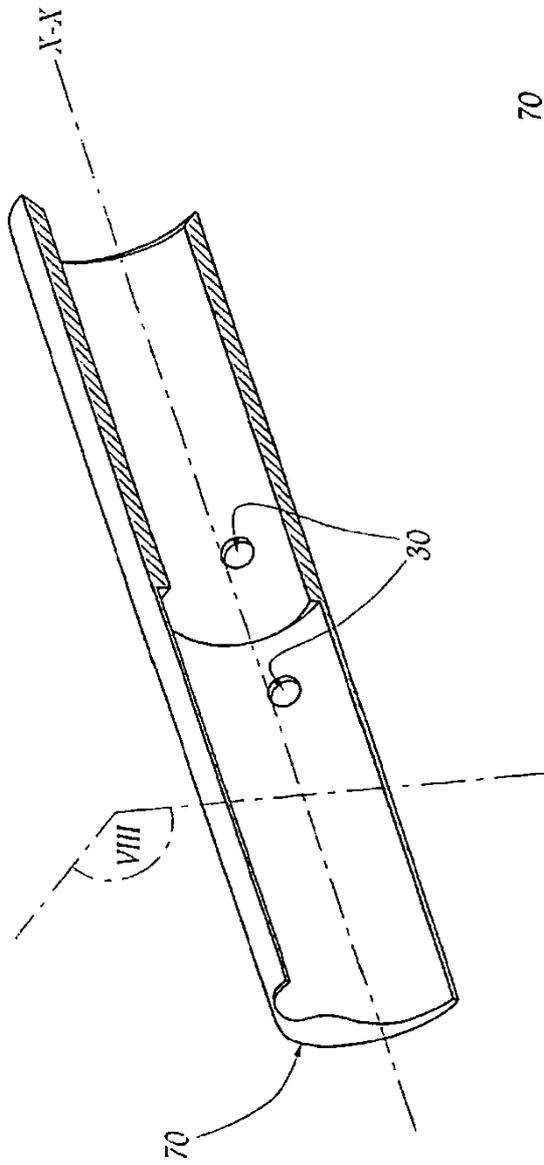


Fig. 8

Fig. 7