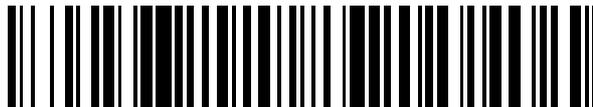


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 426 032**

51 Int. Cl.:

**F16C 3/02** (2006.01)

**F16B 7/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.01.2012 E 12151016 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2013 EP 2476924**

54 Título: **Árbol de transmisión de movimientos y/o de esfuerzos en rotación, y procedimiento de fabricación de un árbol de este tipo**

30 Prioridad:

**14.01.2011 FR 1150314**

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

**18.10.2013**

73 Titular/es:

**SKF AEROSPACE FRANCE (100.0%)  
1, avenue Marc Seguin, Parc Industriel de la  
Brassière  
26240 Saint-Vallier-sur-Rhone, FR**

72 Inventor/es:

**BUCHIN, JEAN-MICHEL**

74 Agente/Representante:

**CURELL AGUILÁ, Mireia**

**ES 2 426 032 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, y procedimiento de fabricación de un árbol de este tipo.

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

10 El campo de la invención es más particularmente el de los árboles de material compuesto. De manera conocida, un árbol compuesto de este tipo comprende un cuerpo formado por una matriz de material de plástico, en particular una resina termoplástica o termoendurecible, que integra unos elementos de refuerzo mecánico, en particular unas fibras.

15 Este tipo de árbol se utiliza en las industrias aeronáuticas y automovilísticas para soportar diferentes conjuntos mecánicos funcionales, accionados o solicitados durante el arrastre en rotación del árbol. Por ejemplo, un árbol de este tipo se puede utilizar para desplegar unas aletas de borde de ataque y de borde de fuga de alas de avión, con el fin de aumentar la sustentación, o para orientar unos pestillos de puertas de avión, con el fin de permitir la apertura y el cierre de estas puertas. Según otro ejemplo, un árbol de este tipo puede constituir una columna de  
20 dirección de un automóvil.

En la práctica, para evitar degradar el material compuesto del cuerpo, los mecanismos mencionados anteriormente no están directamente soportados por el cuerpo, sino por unas piezas insertas tubulares metálicas fijadas a los extremos longitudinales del cuerpo y que garantizan la unión mecánica entre el cuerpo y los mecanismos, como por  
25 ejemplo en los documentos US-A-4.681.556 y EP-A-0 668 446. No obstante, durante la torsión del árbol, y por tanto la transmisión de esfuerzos por la pieza inserta entre el cuerpo y los mecanismos, el árbol experimenta fuertes tensiones en una zona de interfaz entre cada pieza inserta y el cuerpo. Estas tensiones incluyen en particular una componente de cizallamiento y, a lo largo de un periodo de tiempo prolongado, son susceptibles de provocar una degradación de la matriz plástica en la zona de interfaz con la pieza inserta.

30 Por otro lado, tras su fabricación, algunos árboles de torsión presentan una cantidad reducida de fibras en la zona de interfaz entre el cuerpo y la o las piezas insertas, de manera que se puede observar un debilitamiento del árbol en funcionamiento en esta zona.

35 El objetivo de la presente invención es por tanto proponer un árbol de transmisión compuesto cuyas prestaciones mecánicas en torsión estén mejoradas, en particular en la zona de interfaz entre el cuerpo y la o las piezas insertas.

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

40 Así, la invención permite mejorar el comportamiento mecánico del árbol de torsión y la distribución de las fibras de refuerzo, en particular a nivel de sus extremos que reciben la parte esencial de las tensiones en funcionamiento. Durante la fabricación del árbol, la presencia de los tetones permite mantener las fibras de refuerzo en la zona de interfaz, de manera que se evita que estas fibras de refuerzo se distribuyan de manera no satisfactoria en esta zona.  
45 En funcionamiento, cuando el árbol transmite movimientos y/o esfuerzos en rotación, los tetones retienen las fibras y minimizan las tensiones transmitidas a la resina, lo cual aumenta la vida útil del árbol.

Otras características ventajosas del árbol según la invención, consideradas de manera aislada o en combinación, están definidas en las reivindicaciones 2 a 6.

50 La invención tiene asimismo por objeto un procedimiento de fabricación de un árbol de transmisión de movimientos y/o de esfuerzos en rotación, tal como se define en la reivindicación 7.

Otras características ventajosas del procedimiento según la invención, consideradas de manera aislada o en combinación, están definidas en las reivindicaciones 8 a 10.

La invención se entenderá mejor tras la lectura de la siguiente descripción, facilitada únicamente a modo de ejemplo no limitativo y realizada con referencia a los dibujos, en los que:

- 60 - las figuras 1 y 2 son unas representaciones esquemáticas de un árbol de torsión existente, que no forma parte de la invención;
- la figura 3 es una vista en alzado, que incluye una sección parcial en su lado derecho, de un árbol según la invención, al comienzo de la fabricación;
- 65 - la figura 4 es una vista en alzado de una pieza inserta con la que está equipado el árbol de la figura 3;

- la figura 5 es una vista según la flecha V en la figura 4;
- 5 - la figura 6 es una vista similar a la figura 3, que muestra el árbol durante la fabricación;
- la figura 7 es una vista similar a la figura 3, que muestra el árbol cuando se ha terminado su fabricación;
- la figura 8 es una vista en perspectiva parcial de un segundo modo de realización de un árbol según la invención;
- 10 - la figura 9 es una vista en alzado del árbol según la flecha IX en la figura 8;
- la figura 10 es una sección según la línea X-X en la figura 9;
- 15 - la figura 11 es una sección según la línea XI-XI en la figura 9;
- la figura 12 es una sección según la línea XII-XII en la figura 9;
- 20 - la figura 13 es una vista en perspectiva parcial del cuerpo del árbol de las figuras 8 a 12;
- la figura 14 es una vista en perspectiva a mayor escala según la flecha XIV en la figura 13;
- la figura 15 es una vista en alzado de la pieza inserta con la que está equipado el árbol de las figuras 8 a 12; y
- 25 - la figura 16 es una sección según la línea XVI-XVI en la figura 15.

En las figuras 1 y 2 está representado un árbol de torsión 1 existente, que la presente invención pretende mejorar.

30 El árbol 1 comprende un cuerpo alargado 2 de material compuesto, que incluye en particular una matriz plástica y unas fibras de refuerzo. El cuerpo 2 es solidario a una pieza inserta extrema 3 de material metálico, con una zona de interfaz 4 entre el cuerpo 2 y la pieza inserta 3. El árbol 1 presenta en la zona 4 un debilitamiento que se debe, por una parte, a una falta de fibras de refuerzo y, por otra parte, a la transición entre el material compuesto del cuerpo 2 y el material metálico de la pieza inserta 3, de manera que las prestaciones mecánicas en torsión del árbol 1 no son satisfactorias. En particular, la resistencia del árbol 1 durante un funcionamiento prolongado es insuficiente.

35 En las figuras 3 a 7 se representa un árbol de torsión 10 según la invención.

El árbol 10 comprende un cuerpo 12, que incluye un tubo 20 y un conjunto compuesto 30, dos piezas insertas extrema 40 y varios tetones 70.

40 El cuerpo 12 es alargado según un eje longitudinal X10 entre dos extremos 16 y 18. Este cuerpo 12 está constituido por el conjunto compuesto 30 formado alrededor del tubo 20, tal como se detalla a continuación en relación con las figuras 3, 6 y 7.

45 Tal como se muestra en la figura 3, el tubo 20 es alargado según el eje longitudinal X10 entre dos extremos 26 y 28. El tubo 20 comprende una superficie cilíndrica exterior 22 y un orificio mecanizado interior 24, centrados en el eje X10. El tubo 20 también comprende unos orificios 23 de recepción de los tetones 70, que atraviesan el tubo 20 entre la superficie 22 y el orificio mecanizado 24, radialmente al eje X10, a nivel de sus extremos 26 y 28. El tubo 20 es rígido, está realizado preferentemente en metal o en aleación metálica, en particular en aluminio o en aleación metálica fusible con bajo punto de fusión. Como alternativa, el tubo 20 puede estar realizado en plástico rígido.

50 Tal como se muestra en las figuras 6 y 7, el conjunto compuesto 30 comprende una matriz plástica 32, en particular de resina epoxídica o termoplástica de tipo polietilenimina PEI, poli(sulfuro de fenileno) PPS o polieteretercetona PEEK, así como unos elementos de refuerzo 34, en particular unas fibras de carbono, vidrio, aramida o vegetales. El conjunto 30 está formado alrededor del tubo 20, con las fibras 34 que están integradas en la resina 32. El conjunto compuesto 30 coopera con cada una de las piezas insertas 40 a nivel de una zona de interfaz 38, de manera que se solidariza el cuerpo 12 del árbol 10 a cada pieza inserta 40. En esta zona 38, las fibras 34 presentan un enrollamiento 36 alrededor de los tetones 70.

60 Tal como se muestra en particular en las figuras 3, 4 y 6, los tetones 70 están en un número de seis, distribuidos radialmente alrededor de la pieza inserta 40, en la zona de interfaz 38 con el conjunto compuesto 30. Cada tetón 70 presenta una forma cilíndrica alargada según un eje X70, con una superficie cilíndrica exterior 72 y un extremo 74. Tal como se detalla a continuación, cada pieza inserta 40 puede comprender un número diferente de tetones 70.

65 Tal como se muestra en las figuras 3 a 5, la pieza inserta 40 comprende una parte tubular 50 y una parte anular 60, centradas en un eje longitudinal X40 de la pieza inserta 40. En el lado opuesto axialmente a la parte tubular 50, la

pieza inserta 40 también comprende unas ramificaciones 42 provistas de orificios 44, que permiten conectar el árbol 10 a un mecanismo no representado. Las ramificaciones 42 se extienden en paralelo a uno y otro lado del eje X40, mientras que los orificios 44 atraviesan las ramificaciones 42 según un eje X44 perpendicular al eje X40. La pieza inserta 40 es rígida, está realizada preferentemente en metal o en aleación metálica, en particular en aluminio, acero, acero inoxidable o titanio. Como alternativa, la pieza inserta 40 puede estar realizada en material de plástico.

Como variante no representada, la pieza inserta 40 puede presentar sin restricción cualquier forma adaptada para la presente aplicación. En particular, la forma exterior de la pieza inserta 40, que corresponde a las ramificaciones 42 en las figuras 3 a 7, está adaptada a la interfaz del mecanismo que coopera con el árbol 10.

La parte tubular 50 comprende una superficie cilíndrica exterior 52 y un orificio mecanizado interior 56, que están centrados en el eje X40 y conectados por una superficie anular radial 54 en el lado opuesto axialmente a las ramificaciones 42. La superficie 52 presenta un diámetro exterior D52. La parte tubular 50 también comprende unos orificios 58 de recepción de tetones 70, que atraviesan la pieza inserta 40 entre la superficie 52 y el orificio mecanizado 56, radialmente al eje X40, a nivel de la zona de interfaz 38.

Cuando el tetón 70 atraviesa el tubo 20 y la parte tubular 50 de la pieza inserta 40, la superficie 72 se ajusta en los orificios 23 y 58, mientras que el extremo 74 se extiende sobresaliendo radialmente fuera de este orificio 58 y de la superficie 52, permitiendo así el enrollamiento 36 de las fibras 34 sobre este extremo 74.

La parte anular 60 comprende una superficie cilíndrica exterior 62 y un orificio mecanizado interior 66, que están centrados en el eje X40 y conectados por una superficie troncocónica 63 y una superficie anular radial 64. La superficie 62 presenta un diámetro exterior D62 que es superior al diámetro D52. Además, la parte anular 60 presenta un lado 67 dirigido hacia la parte tubular 50 y la zona de interfaz 38 según la dirección axial de la pieza inserta 40.

En la práctica, el lado 67 comprende unos elementos dentados 68 y 69, es decir una sucesión regular de formas en huecos 68 y de formas en salientes 69. Más precisamente, estos elementos dentados consisten en unos rebajes 68 y en unos contrafuertes 69, distribuidos en alternancia según la periferia de la pieza inserta 40. Cada rebaje 68 dispuesto en la parte anular 60 de la pieza inserta 40 está alineado, según la dirección axial X40, con uno de los orificios 58 delimitados radialmente en la parte tubular 50 de la pieza inserta 40 y previstos para recibir los tetones 70. Así, cada rebaje 68 está configurado para recibir por lo menos una parte del enrollamiento 36 de las fibras 34 alrededor del tetón 70 colocado enfrente de este rebaje 68, de manera que se mantienen axial y/o tangencialmente las fibras 34 entre el rebaje 68, los contrafuertes 69 y el tetón 70 en la zona de interfaz 38 cuando se ejercen unos esfuerzos sobre el árbol 10. Este mantenimiento axial de las fibras 34 permite bloquear el movimiento de estas fibras 34 en un sentido de rotación del árbol 10, bloqueándose las fibras 34 por el tetón 70 en el otro sentido de rotación del árbol 10.

Preferentemente, cada rebaje 68 delimita una superficie cilíndrica cóncava 68a, cuyo eje X68 es paralelo al eje X70 del tetón 70 vecino, asociado a este rebaje 68. Esta superficie cilíndrica 68a también presenta un radio r68 medido desde el eje X68, y una profundidad p68 medida según la dirección axial X40 de la pieza inserta 40 desde un borde del rebaje 68 que lleva al contrafuerte 69. En particular, la profundidad p68 del rebaje 68 es inferior al radio r68 de la superficie 68a.

A continuación se describe la fabricación del árbol 10 con ayuda de una unidad de fabricación UF, en particular en relación con las figuras 3, 6 y 7.

Tal como se muestra en la figura 3, esta unidad de fabricación UF comprende un husillo 80 móvil según un movimiento de rotación R80 alrededor de un eje de rotación X80, así como un carro 90 móvil según un movimiento de traslación T90 en una dirección de eje X90 paralela al eje X80.

En primer lugar, se fija cada pieza inserta 40 en un extremo 26 o 28 del tubo 20. Más precisamente, se introduce el tubo 20 en la pieza inserta 40, con la superficie 22 ajustada en el orificio mecanizado 56. En este estado, los ejes X10 y X40 coinciden.

Como alternativa, el tubo 20 se puede ensamblar con unos órganos de utillaje de producción que están conformados como la o las piezas insertas 40, pero que son distintos de la o de las piezas insertas 40 finalmente utilizadas cuando el árbol 10 está en funcionamiento. Por ejemplo, un órgano de utillaje de este tipo puede ser una réplica de la pieza inserta final 40, estando esta réplica realizada en un material menos costoso tal como madera o plástico. Según otro ejemplo, el husillo 80 puede estar provisto de un mandril conformado como la pieza inserta 40.

Dicho de otro modo, se coloca un órgano extremo por lo menos en uno de los extremos del tubo 20. Este órgano puede ser una configuración particular de la pieza inserta 40, una réplica de la pieza inserta 40 o un mandril conformado como la pieza inserta 40. En aras de la simplificación, se considera a continuación la pieza inserta 40 como órgano extremo.

A continuación se introduce el husillo 80 en el orificio mecanizado 66 de la primera pieza inserta 40, atraviesa el tubo 20 en el interior del orificio mecanizado 24, y después atraviesa el orificio mecanizado 66 de la segunda pieza inserta 40. El diámetro exterior del husillo 80 está previsto para ajustarse en los orificios mecanizados 66. En este estado, los ejes X10, X40 y X80 coinciden. La unidad UF también comprende unos elementos, no representados, de unión en rotación de las piezas insertas 40 con el husillo 80.

Tal como se muestra en la figura 6, la rotación R80 del husillo 80 acciona la rotación del árbol 10 alrededor del eje X80. El carro 90 de la unidad UF, por una parte, comprende un cabezal 92, configurado para liberar en continuo una longitud de fibras 34 y, por otra parte, es móvil en traslación T90 según el eje T90 cuando el husillo 80 es móvil en rotación R80. Así, la unidad UF permite colocar las fibras 34 alrededor del tubo 20, según el principio del enrollamiento filamentario, conocido en sí mismo.

En particular, se enrollan las fibras 34 alrededor del tubo 20 formando una hélice inclinada en un ángulo de enrollamiento  $\beta_{34}$  con respecto al eje longitudinal X10 del tubo 20. Preferentemente, como el árbol 10 es un árbol de torsión destinado a soportar unas sollicitaciones correspondientes, el ángulo  $\beta_{34}$  de enrollamiento de fibras 34 en la parte actual del tubo 20 es igual a  $45^\circ$ . Como alternativa, el ángulo  $\beta_{34}$  puede estar comprendido entre  $20^\circ$  y  $70^\circ$ , en función de la velocidad de desplazamiento relativo del husillo 80 y del carro 90.

Por otro lado, en la zona de interfaz 38, el enrollamiento 36 de las fibras 34 forma una "semi-vuelta" sobre la parte tubular 50 de las piezas insertas 40. En efecto, a nivel de la zona 38, el carro 90 cambia de sentido de traslación T90, mientras que el husillo 80 mantiene su rotación R80. Para ello, la unidad UF se debe configurar con la precisión requerida para que se forme cada enrollamiento 36 alrededor de la superficie 72 del tetón 70, entre este tetón 70 y el rebaje 68 correspondiente.

Dicho de otro modo, la colocación de fibras 34 implica hacer variar el ángulo de enrollamiento  $\beta_{34}$  entre la parte actual del tubo 20 y la zona de interfaz 38. En estas condiciones, el ángulo  $\beta_{34}$  está comprendido entre  $1^\circ$  y  $90^\circ$  durante el procedimiento de fabricación.

Por último, cuando se enrolla la cantidad deseada de fibras 34 sobre el tubo 20 y las piezas insertas 40, el cabezal 92 detiene su alimentación de fibras 34 y el árbol 10 puede ser retirado del husillo 80. Entonces se introduce el árbol 10 en una máquina de moldeo, no representada, de la unidad UF.

Tal como se muestra en la figura 7, en la máquina de moldeo de la unidad UF, se forma la matriz de resina 32 alrededor de la superficie 22 del tubo 20 y alrededor de la superficie 52 de las piezas insertas 40, entre los lados 67 en la dirección axial del árbol 10, integrando las fibras 34. Cuando se seca la resina 32 atrapando las fibras 34, estos elementos 32 y 34 forman el conjunto compuesto tubular y rígido 30. Este conjunto compuesto 30 y el tubo 20 forman entonces el cuerpo 12 del árbol 10. La configuración de las piezas insertas 40, en particular de los orificios 58 y de los rebajes 68, garantiza una buena orientación de las fibras 34 y un confinamiento de la resina 32 en caso de sollicitación del árbol 10.

A modo de ejemplo, el conjunto compuesto 30 utilizado para fabricar el árbol 10 está constituido por una matriz de resina epoxídica 32 que presenta un módulo de elasticidad longitudinal del orden de 4 GPa, mientras que las fibras de carbono 34 presentan un módulo del orden de 200 a 250 GPa. Como las fibras 34 presentan un módulo muy superior al de la resina 32, son estas fibras 34 las que garantizan la rigidez del conjunto compuesto 30, en particular durante el funcionamiento del árbol 10. Más precisamente, las fibras 34 presentan un comportamiento óptimo en tracción y en compresión, mientras que la resina 32 sólo presenta un buen comportamiento mecánico en compresión. Dicho de otro modo, el árbol 10 está diseñado para que la resina 32 sea sollicitada únicamente en compresión.

En la práctica, la buena resistencia mecánica del conjunto compuesto 30 está garantizada por la presencia de las fibras 34 en la zona de interfaz 38, así como por el trabajo únicamente en compresión de la resina 32.

Como alternativa, se puede fabricar el cuerpo compuesto 12 del árbol 10 según un procedimiento de fabricación diferente sin apartarse del contexto de la invención. En particular, se puede formar el conjunto compuesto 30 mientras que la pieza inserta 40 y los tetones 70 no están colocados en los extremos 26 y 28 del tubo 20. Por ejemplo, se puede formar el conjunto compuesto 30 mediante enrollamiento de fibras 34 y después moldeo de resina 32 sobre una herramienta de producción prevista a este efecto. A continuación, tras la fabricación del cuerpo 12, la o las piezas insertas 40 pueden ser integradas en el árbol 10. Así, se pueden intercambiar diferentes tipos de piezas insertas 40. Según otro ejemplo, se puede formar el conjunto compuesto 30 sin utilizar ningún tubo 20.

A continuación, se considera la pieza inserta 40 situada en el lado izquierdo de la figura 7.

Cuando el árbol 10 es sollicitado en torsión, las fibras 34 son sollicitadas en tracción según un sentido D1, o en compresión según un sentido D2.

## ES 2 426 032 T3

Cuando las fibras 34 son solicitadas en tracción según D1, tienen tendencia a migrar hacia el tetón 70. La presencia de este tetón 70 retiene entonces el enrollamiento 36 de las fibras 34 y provoca una compresión de la resina 32.

5 Cuando las fibras 34 son solicitadas en compresión según D2, tienen tendencia a migrar hacia el lado 67. El enrollamiento 36 de las fibras 34 está confinado entre el rebaje 68, los contrafuertes 69 y el tetón 70, comprimiéndose contra la superficie 68a del rebaje 68. Mientras que las fibras 34 se mantienen en su sitio en la zona 38, la resina 32 se comprime contra los elementos dentados 68 y 69.

10 Así, independientemente del sentido de torsión del árbol 10, pero también de la puesta en tracción o en compresión del árbol 10, los elementos constitutivos del conjunto compuesto 30 son solicitados en su campo de trabajo: las fibras son solicitadas en tracción o compresión, mientras que la resina siempre es solicitada en compresión. El árbol 10 presenta entonces una resistencia mecánica satisfactoria.

15 En la práctica, cada pieza inserta 40 comprende por lo menos un tetón 70 dispuesto en un orificio 38, y por lo menos un rebaje 68 dispuesto frente a un tetón 70 correspondiente. Si la pieza inserta 40 comprende un único tetón 70 que atraviesa dos orificios 38, entonces está previsto un rebaje 68 enfrente de cada extremo de este tetón 70. Para un funcionamiento óptimo de la invención, cada pieza inserta 40 es atravesada por varios tetones 70 distribuidos radialmente alrededor del cuerpo 12, preferentemente seis tetones 70. Como alternativa, cada pieza inserta 40 puede comprender un número diferente de tetones 70, preferentemente un número par con objeto de simplificar la perforación de los orificios 38, por ejemplo cuatro u ocho tetones 70.

20 Como variante no representada en las figuras 3 a 7, el extremo 74 de cada tetón 70 sobresale radialmente fuera del conjunto compuesto 30 cuando se termina la fabricación del árbol 10. En este caso, el árbol 10 puede comprender ventajosamente unos medios amovibles de bloqueo reversible de cada tetón 70 en la zona de interfaz 68 y su orificio 58. A modo de ejemplo, estos medios de bloqueo pueden ser unas clavijas y/o unos elementos fileteados, que permiten mantener los tetones 70 en los orificios 58. Debido a ello, los tetones 70 son amovibles del árbol 10 en reposo cuando se desbloquean los medios de bloqueo, y entonces se puede retirar la pieza inserta 40 del árbol 10. Así, cada pieza inserta 40 dispuesta en uno de los extremos 16 o 18 del árbol 10 se puede intercambiar con otra pieza inserta del mismo tipo o de un tipo diferente, en función de la aplicación pretendida para el árbol 10. En particular, la retirada de los tetones 70 y/o de la pieza inserta 40 se puede realizar sin deformación sustancial del conjunto compuesto 30 a nivel de la zona de interfaz 38, cuando la matriz 32 está formada y solidificada. Por consiguiente, los enrollamientos 36 de fibras 34 permanecen en su sitio incluso cuando se retiran los tetones 70 y después se insertan de nuevo en los orificios 58. En la práctica, se puede realizar un cambio de pieza inserta 40 durante la fabricación del árbol 10 o tras un periodo de funcionamiento prolongado de este árbol 10.

35 En este estado, se observa que cuando se ha retirado una de las piezas insertas 40 del extremo 16 o 18 correspondiente del árbol 10, también se puede retirar el tubo 20 del árbol 10 deslizando a nivel de este extremo 16 o 18. En efecto, este tubo 20 presenta principalmente como función servir de soporte, por una parte, a las fibras 34 durante su enrollamiento y, por otra parte, al moldeo de la resina 32 que integra estas fibras 34, de manera que se forma el conjunto compuesto 30. Debido a ello, cuando se ha formado el conjunto compuesto 30, se puede retirar el tubo 20 para aligerar el árbol 10.

40 Como alternativa, el tubo 20 puede permanecer sobre el árbol 10, de manera que se refuerza la resistencia mecánica de este árbol 10.

45 En las figuras 9 a 16 se representa un segundo modo de realización de un árbol de torsión 110 según la invención.

50 Algunos elementos constitutivos del árbol 110 son similares a los elementos constitutivos del árbol 10 del primer modo de realización, descrito anteriormente, y llevan la misma referencia numérica, aumentada en cien. Se trata del cuerpo 112 alargado según el eje X110 entre los extremos 116 y 118, del conjunto compuesto 130 que incluye una matriz de resina 132 y unas fibras 134, con unos enrollamientos 136 en la zona de interfaz 138, de una pieza inserta 140 de eje central X140, que comprende una parte tubular 150 con una superficie cilíndrica 152, una superficie anular radial 154, un orificio mecanizado 156 y unos orificios 158, y una parte anular 160 con una superficie cilíndrica 162, una superficie anular radial 164, un orificio mecanizado 166 y un lado 167 provisto de unos elementos dentados 168 y 169, entre ellos un rebaje 168 que presenta una profundidad p168 y una superficie cilíndrica cóncava 168a de eje X168 y de radio r168, unos tetones 170 de eje X170 que comprenden una superficie cilíndrica exterior 172 y un extremo saliente 174.

60 En cambio, la pieza inserta 140, los tetones 170 y la zona de interfaz 138 presentan algunas diferencias con el primer modo de realización. Está presente una única pieza inserta 140 a nivel del extremo 118 del árbol 110, no representándose la pieza inserta dispuesta en el extremo 116.

65 El árbol 110 se fabrica según el mismo procedimiento que el árbol 10 del primer modo de realización. Se colocan las piezas insertas 140 en los extremos de un tubo metálico, no visible en las figuras 9 a 16, y después los tetones 170 atraviesan las piezas insertas 140 y el tubo. A continuación se enrollan unas fibras 134 en hélice alrededor del tubo, y se enrollan alrededor de los tetones 170 en la zona de interfaz 138, y después se forma la resina 132 alrededor del

tubo. De este modo se constituye el cuerpo 112 del árbol 110, incluyendo el conjunto compuesto 130. Se puede retirar o dejar el tubo metálico en su sitio en el árbol 110.

5 Como alternativa, el cuerpo 112 del árbol 110 se puede fabricar previamente a la colocación de la o de las piezas insertas 140, por medio de una herramienta de producción prevista para ello.

10 La pieza inserta 140 se conforma con engranaje, con una ranura 146 anular y unos elementos dentados 148, situados en el lado opuesto a la parte tubular 150 en la dirección axial X140 de la pieza inserta 140. A nivel del orificio mecanizado interior 156, esta parte tubular 150 presenta un saliente anular 157 atravesado por los orificios 158. La profundidad p168 de cada rebaje 168 es superior al radio r168 de la superficie 168a. Los contrafuertes 169 se conforman como almenas, con una superficie radial plana 169a. En la zona de interfaz 138, el conjunto compuesto 130 se adapta a la forma de los rebajes 168, entre los contrafuertes 169.

15 Los ejes X170 de los tetones 170 están situados en un plano, perpendicular al eje X140, que está definido por el conjunto de las superficies 169a. Los tetones 170 son huecos, con un orificio mecanizado cilíndrico interior 176.

20 Tal como se muestra en las figuras 8 y 12, se disponen unos orificios 159, según la dirección axial X140, en el saliente anular interior 157 de la pieza inserta 140. Se insertan unas clavijas 178 en estos orificios 159 y cooperan con los tetones 170 para unirlos a la pieza inserta 140. Preferentemente, los orificios 159 están roscados y las clavijas 178 están fileteadas. Cuando se enrosca una clavija 178 en el orificio roscado 159, esta clavija 178 se apoya sobre la superficie 172 del tetón 170 correspondiente, de manera que se solidariza este tetón 170 a la pieza inserta 140.

25 Como variante no representada, las clavijas 178 se pueden alojar en un orificio previsto para ello en cada tetón 170, penetrando en el orificio mecanizado 174. En este caso, la colocación angular de los tetones 170 alrededor del eje X170 se debe realizar con precisión.

30 En otras palabras, las clavijas 178 constituyen unos medios amovibles de bloqueo reversible de los tetones 170 en la pieza inserta 140. Así, la pieza inserta 140 se puede cambiar para adaptarse a una aplicación particular del árbol 110, o bien en caso de desgaste. En un primer momento, este cambio consiste en desbloquear las clavijas 170, retirar cada tetón 170 que atraviesa la pieza inserta 140 en la zona de interfaz 138 y retirar esta pieza inserta 140 del extremo 118 del árbol 110.

35 En este estado, el extremo 118 del cuerpo 112 que comprende el conjunto compuesto 130 está libre, tal como se muestra en las figuras 13 y 14. En particular, se puede realizar la retirada de los tetones 170 y/o de la pieza inserta 140 sin deformación sustancial del conjunto compuesto 130 a nivel del extremo 118 y de la zona de interfaz 138, mientras que la matriz de resina 132 está solidificada. Así, los enrollamientos 136 de fibras 134 permanecen en su sitio incluso cuando se retiran los tetones 170 y después se insertan de nuevo en los orificios 158.

40 A continuación, se dispone una nueva pieza inserta 140 en el extremo 118 del árbol 110, se vuelve a colocar cada tetón 170 retirado anteriormente en la zona de interfaz 138 a través de la nueva pieza inserta 140, y por último se vuelven a colocar y bloquear las clavijas 178 con respecto a cada tetón 170.

45 En la práctica, como en el primer modo de realización, la buena resistencia mecánica del conjunto compuesto 130 está garantizada por la presencia de fibras 134 en la zona de interfaz 138, así como por el trabajo en compresión de la resina 32. Cuando el árbol 110 es solicitado en torsión, las fibras 134 son solicitadas en tracción según un sentido D1, o en compresión según un sentido D2. La configuración de las piezas insertas 140, en particular de los orificios 158 y de los rebajes 168, garantiza una buena orientación de las fibras 134 y un confinamiento de la resina 132 en la zona de interfaz 138 en caso de solicitud del árbol 110.

50 Además, las características técnicas de los diferentes modos de realización se pueden combinar entre sí, en su totalidad o para algunas de ellas, en el límite de la protección definida por las reivindicaciones. Por ejemplo, las piezas insertas, los elementos dentados, los tetones y/o los medios de bloqueo de los tetones sobre las piezas insertas pueden presentar unas configuraciones diferentes. Así, el árbol según la invención se puede adaptar a cualquier aplicación particular, en particular en cuanto a la funcionalidad y al coste.

55

**REIVINDICACIONES**

1. Árbol (10; 110) de transmisión de movimientos y/o de esfuerzos en rotación, que comprende:

- 5 - un cuerpo tubular (12; 112) alargado según un eje longitudinal (X10; X110) entre dos extremos (16, 18; 116, 118), que comprende por lo menos un conjunto compuesto (30; 130) tubular, que incluye una matriz plástica (32; 132) y unas fibras de refuerzo (34; 134),
- 10 - por lo menos una pieza inserta (40; 140), que está dispuesta en uno de los extremos longitudinales del cuerpo (12; 112) y que está solidarizada mecánicamente al cuerpo en una zona (38; 138) de interfaz entre la pieza inserta y el conjunto compuesto (30; 130), y,
- 15 - en la o cada zona de interfaz (38; 138), por lo menos un tetón (70; 170) que atraviesa radialmente la pieza inserta (40; 140) y el cuerpo (12; 112), rodeando las fibras de refuerzo (34; 134) por lo menos parcialmente el o cada tetón (70; 170) de manera que el o los tetones mantienen en su sitio las fibras de refuerzo en la zona de interfaz (38; 138) durante la fabricación del árbol y/o cuando se ejercen esfuerzos sobre el árbol,
- 20 estando el árbol (10; 110) caracterizado porque la o cada pieza inserta (40; 140) comprende por lo menos un rebaje (68; 168), recibiendo el o cada rebaje (68; 168) por lo menos una parte (36; 136) de las fibras de refuerzo (34; 134) que rodean el o uno de los tetones (70; 170), de manera que se mantienen axial y/o tangencialmente estas fibras de refuerzo entre una superficie (68a; 168a) que delimita el rebaje (68; 168) y el tetón (70; 170) en la zona de interfaz (38; 138).

2. Árbol según la reivindicación 1, caracterizado porque la o cada pieza inserta (40; 140) comprende:

- 30 - una parte tubular (50; 150) centrada en un eje central (X40; X140), que presenta un primer diámetro exterior (D52; D152), y
- una parte anular (60; 160) coaxial a la parte tubular, que presenta un segundo diámetro exterior (D62; D162) superior al primer diámetro exterior (D52; D152) y en la que un lado (67; 167) orientado hacia la parte tubular según la dirección axial de la pieza inserta está provisto del o de los rebajes (68; 168).

3. Árbol según la reivindicación 2, caracterizado porque por lo menos un orificio (58; 158) de recepción de un tetón (70; 170) está delimitado radialmente en la parte tubular (50; 150) de la pieza inserta (40; 140), y porque, según la dirección axial (X40; X140) de la pieza inserta, el o cada orificio (58; 158) está sustancialmente alineado con el o uno de los rebajes (68; 168) dispuestos en la parte anular (60; 160) de la pieza inserta.

4. Árbol según una de las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado porque la o cada pieza inserta (40; 140) comprende unos elementos dentados (68, 69; 168, 169), que incluyen el o los rebajes (68; 168) y que están distribuidos según la periferia de la pieza inserta, en el lado de la parte anular (60; 160) orientado hacia la parte tubular (50; 150).

5. Árbol según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende unos medios (178) de bloqueo reversible del o de los tetones (70; 170) en la zona de interfaz (38; 138), porque el o los tetones (70; 170) son amovibles del árbol (10; 110) en reposo cuando se desbloquean los medios de bloqueo (178), y porque la o cada pieza inserta (40; 140) es amovible del árbol (10; 110) en reposo cuando se ha retirado del árbol cada tetón (70; 170) que atraviesa esta pieza inserta y el cuerpo (12; 112).

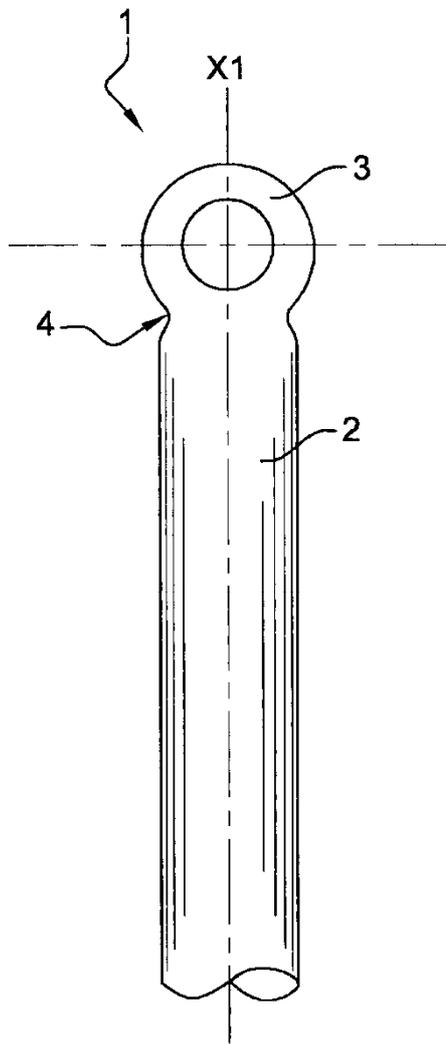
6. Árbol según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la o cada pieza inserta (40; 140) está atravesada por varios tetones (70; 170) distribuidos radialmente alrededor del cuerpo (12; 112), preferentemente seis tetones (70; 170).

7. Procedimiento de fabricación de un árbol (10; 110) de transmisión de movimientos y/o de esfuerzos en rotación, comprendiendo el procedimiento unas etapas que consisten en:

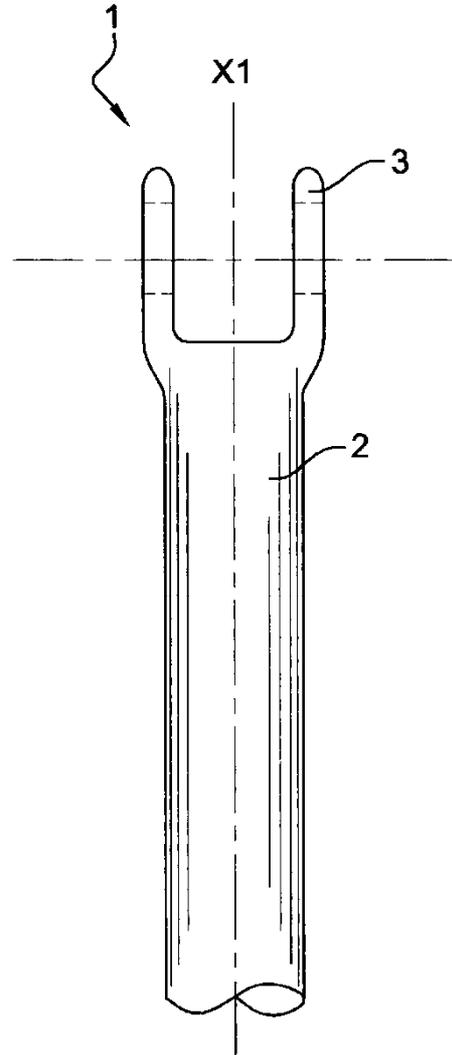
- a) posicionar por lo menos un órgano extremo (40; 140) en uno de los extremos (26, 28; 126, 128) de un tubo (20; 120);
- 60 b) posicionar uno o varios tetones (70; 170) a través del tubo y del órgano extremo en una zona de interfaz (38; 138);
- c) enrollar unas fibras de refuerzo (34; 134) alrededor del tubo, rodeando por lo menos parcialmente el o cada tetón en la zona de interfaz;

65

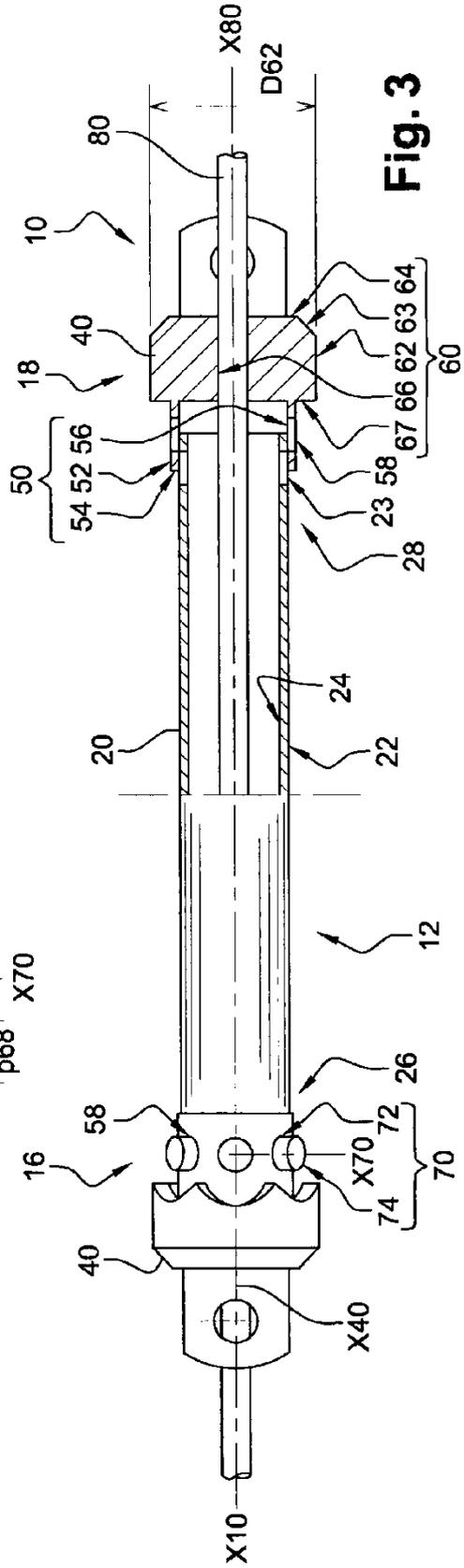
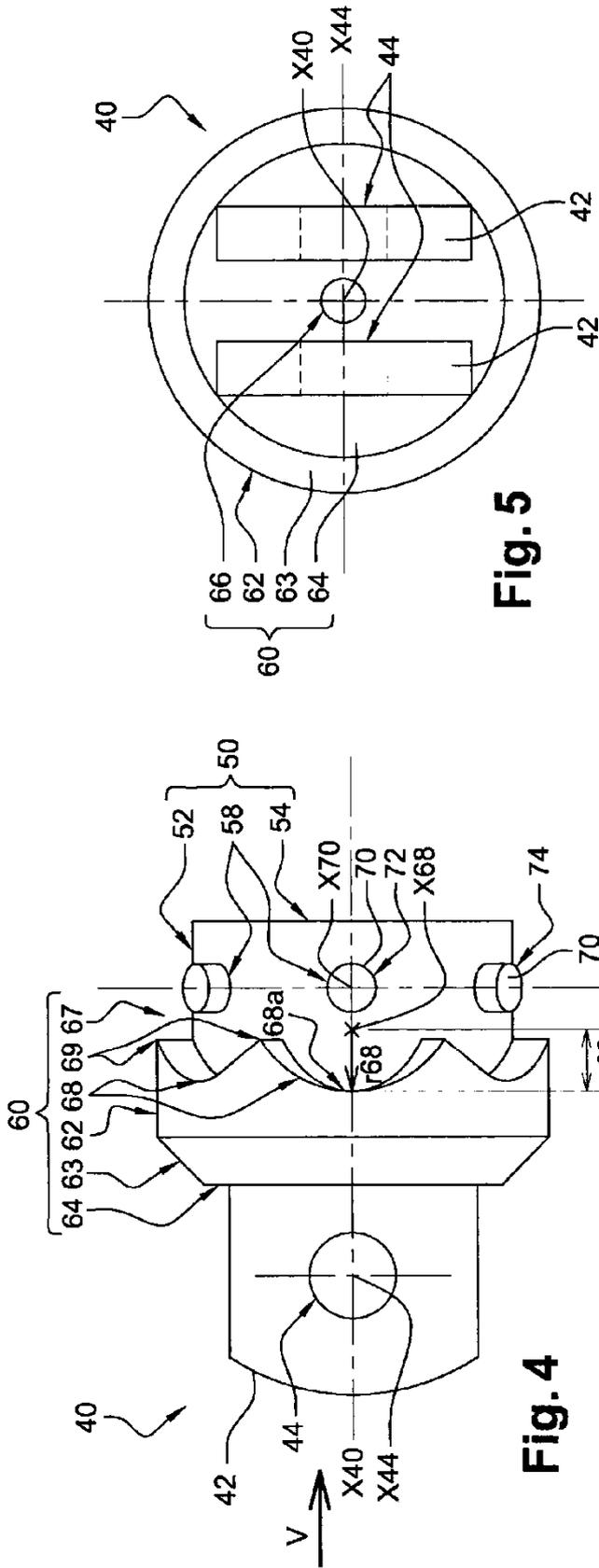
- d) formar una matriz plástica (32; 132) que integra las fibras de refuerzo (34; 134) alrededor del tubo y en la zona de interfaz en la que están situados los tetones, de manera que se da forma a un conjunto compuesto (30; 130) que pertenece al árbol;
- 5 estando el procedimiento caracterizado porque en la etapa c), las fibras de refuerzo (34; 134) se enrollan, en la zona de interfaz (38; 138), entre cada tetón (70; 170) y la superficie (38a; 168a) de un rebaje (68; 168) que está dispuesto en el órgano extremo (40; 140) enfrente de este tetón (70; 170).
- 10 8. Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque en la etapa c), las fibras de refuerzo (34; 134) se enrollan alrededor del tubo (20; 120) formando una hélice inclinada en un ángulo ( $\beta_{34}$ ;  $\beta_{134}$ ) comprendido entre 20 y 70° con respecto al eje longitudinal (X10; X110) del tubo.
- 15 9. Procedimiento según la reivindicación 8, caracterizado porque en la etapa c), las fibras de refuerzo (34; 134) se enrollan alrededor del tubo (20; 120) formando una hélice inclinada en un ángulo ( $\beta_{34}$ ;  $\beta_{134}$ ) igual a 45° con respecto al eje longitudinal (X10; X110) del tubo.
10. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizado porque comprende asimismo una etapa e) que consiste en:
- 20
- retirar el o los tetones (70; 170) correspondientes al o a uno de los órganos extremos;
  - retirar este órgano extremo del árbol (10; 110); y
  - sustituir este órgano extremo por una pieza inserta (40; 140) adaptada al árbol.

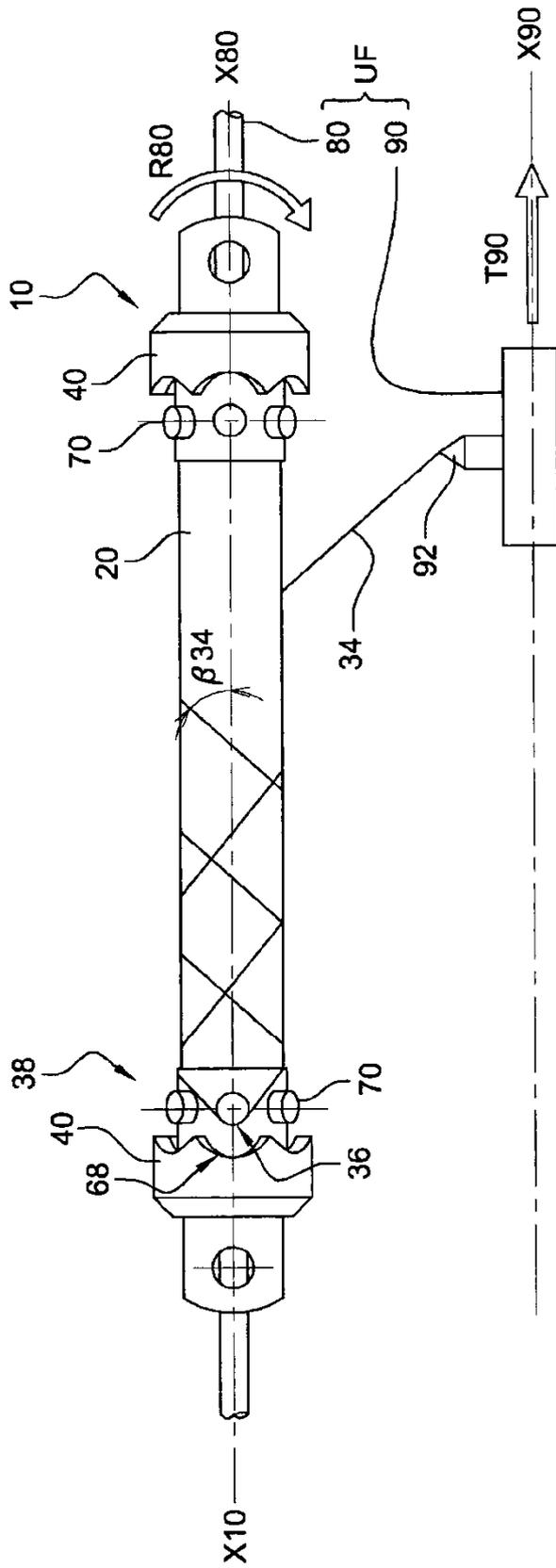


**Fig. 1**

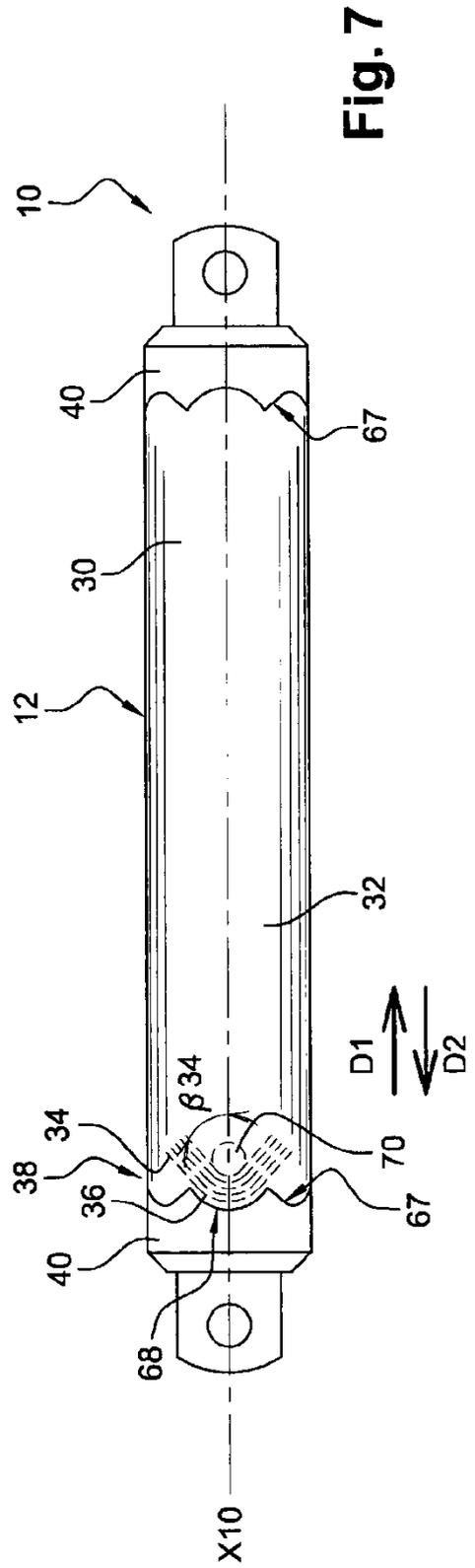


**Fig. 2**



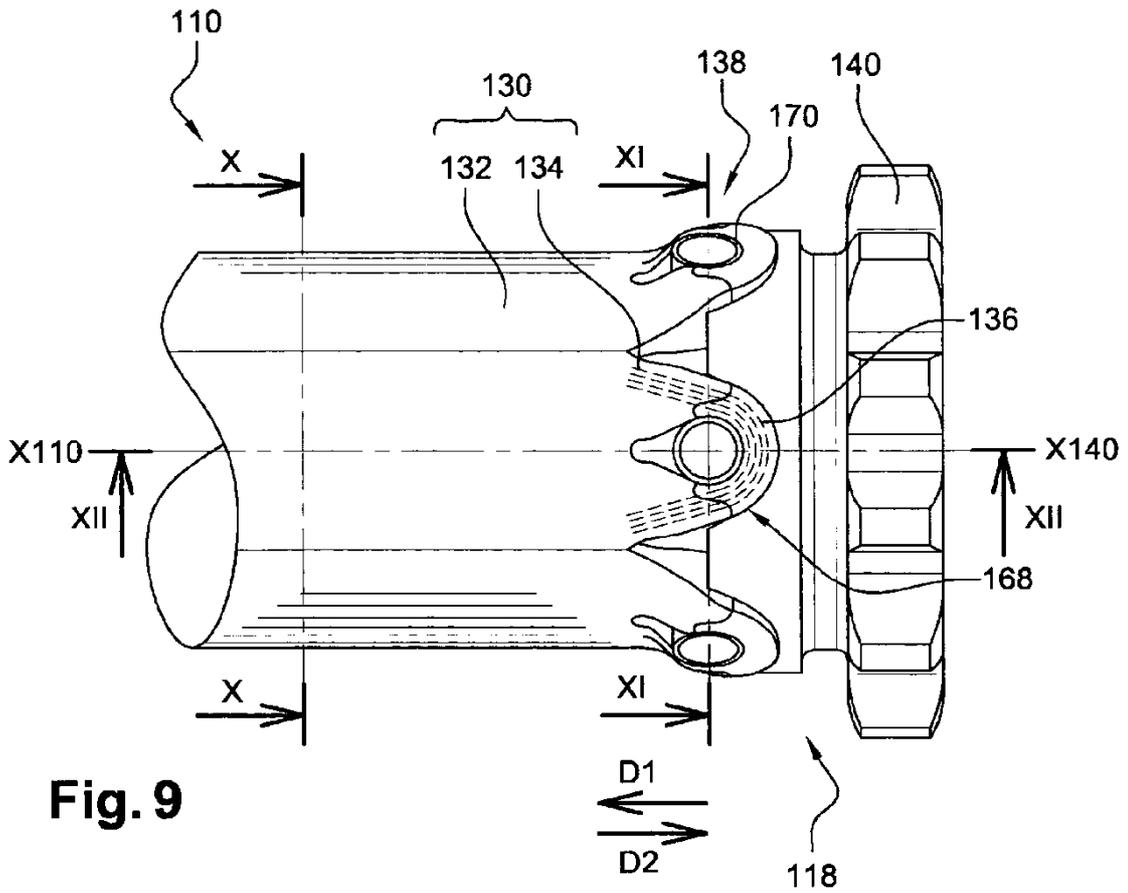


**Fig. 6**

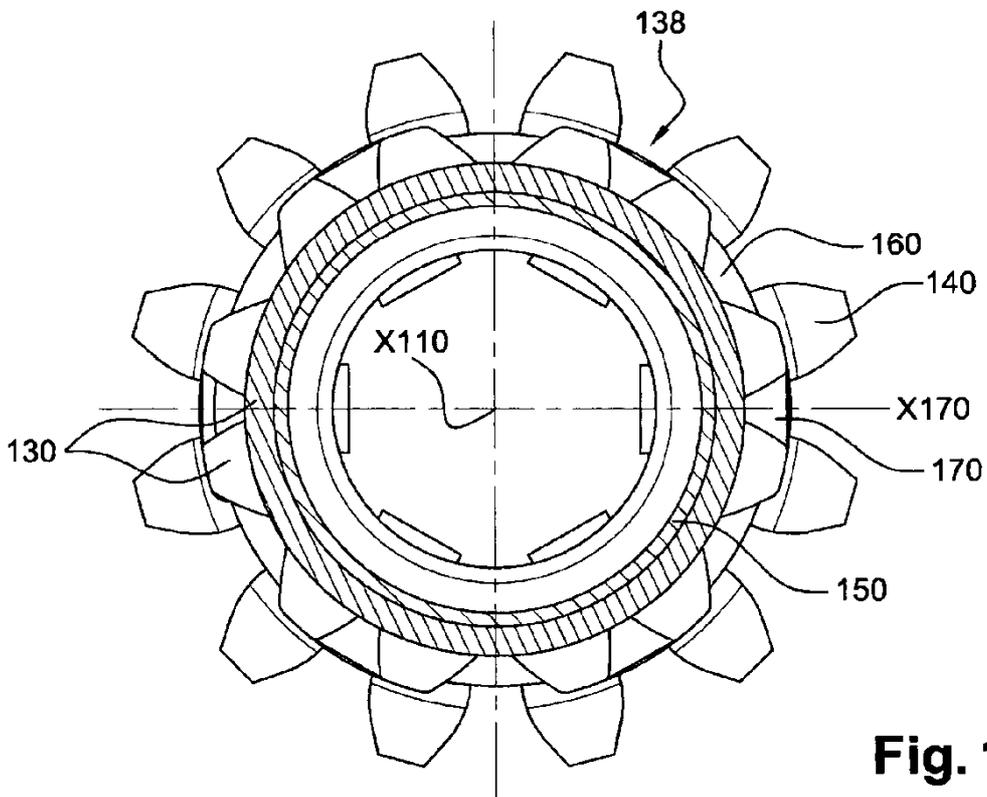


**Fig. 7**



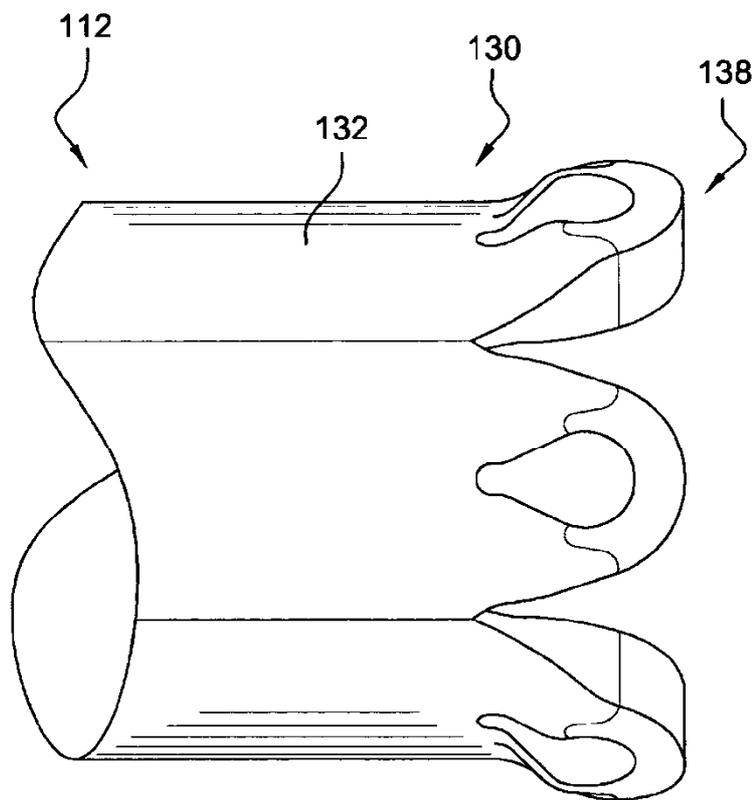
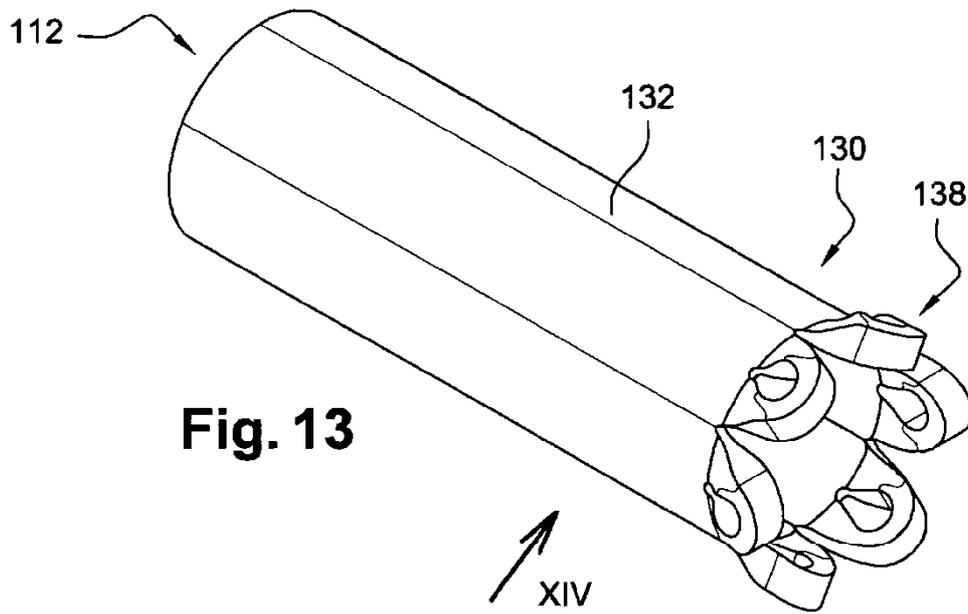


**Fig. 9**

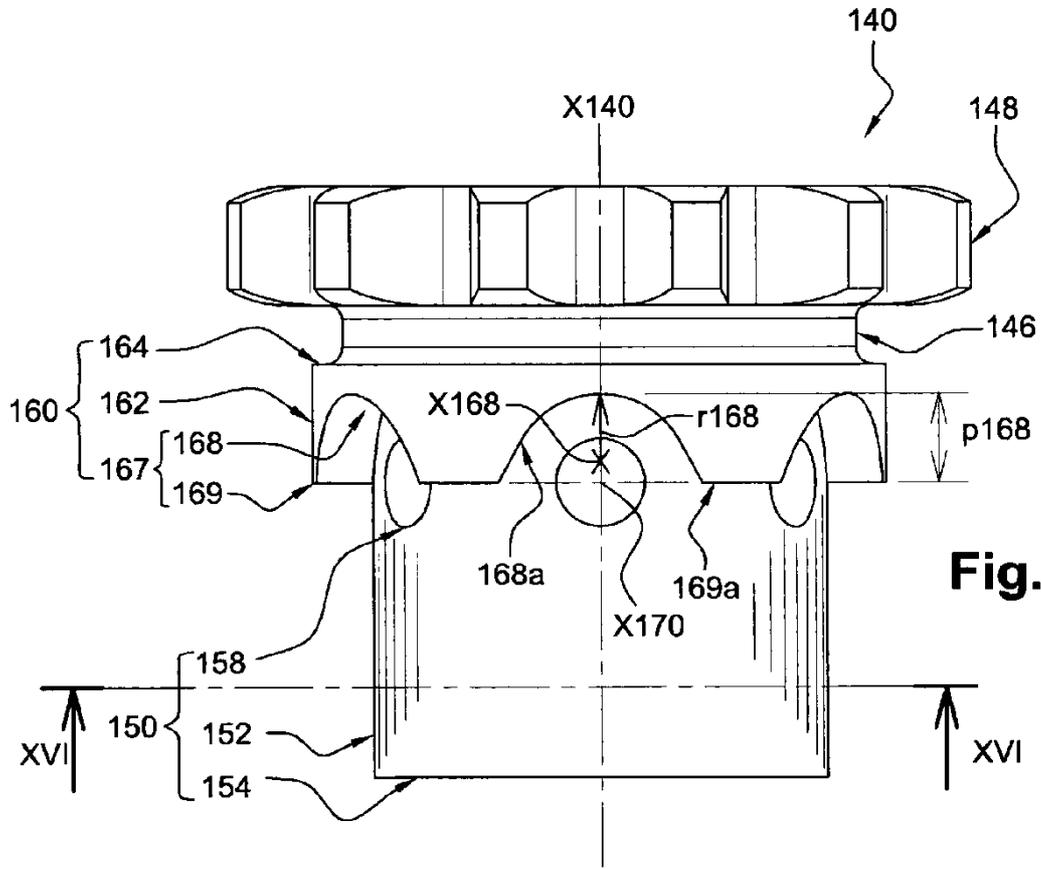


**Fig. 10**

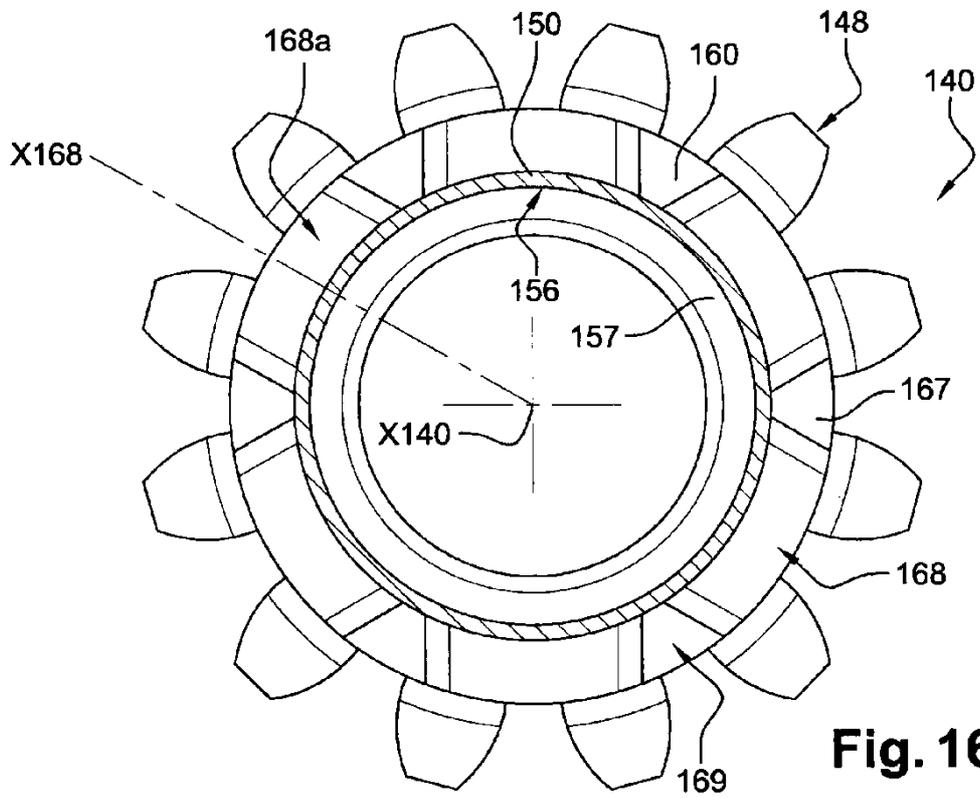




**Fig. 14**



**Fig. 15**



**Fig. 16**