

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 419**

51 Int. Cl.:

B60B 5/02 (2006.01)
B60B 37/06 (2006.01)
B60B 35/02 (2006.01)
B60B 35/04 (2006.01)
F16C 3/02 (2006.01)
B61F 9/00 (2006.01)
B60B 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.01.2015 PCT/EP2015/000026**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.07.2015 WO15106958**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.01.2015 E 15700085 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 3094499**

54 Título: **Árbol de eje montado y eje montado así como procedimiento para su fabricación**

30 Prioridad:

16.01.2014 DE 102014000641

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

14.11.2018

73 Titular/es:

**INNOTECH LIGHTWEIGHT ENGINEERING &
POLYMER TECHNOLOGY GMBH (100.0%)
Marienburger Strasse 20
38642 Goslar, DE**

72 Inventor/es:

HUFENBACH, WERNER

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 689 419 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 eje montado y eje montado así como procedimiento para su fabricación

5 Las ruedas de los vehículos ferroviarios se componen, normalmente, de acero, pudiendo ser su estructura diferente en función del uso. Se sujetan por un árbol de eje montado (a continuación también designado en parte de manera abreviada como "árbol") dispuesto transversalmente a la dirección de la marcha, el cual está montado en el tren de rodaje del vehículo ferroviario. En función de la aplicación están previstos sobre este árbol equipos de freno, en particular discos de freno, y ruedas motrices, en particular ruedas dentadas. La unidad completa, compuesta por ruedas, árbol y, dado el caso, frenos y similares, se denomina eje montado.

10 Puesto que el eje montado establece la unión entre el tren de rodaje del vehículo ferroviario y el carril, está sujeto a cargas muy altas, que son resultado, en particular, de las fuerzas de apoyo verticales, las fuerzas de guiado laterales, pero también de los momentos de accionamiento y frenado. El fallo de un eje montado puede conducir –en particular en vehículos ferroviarios que circulan a altas velocidades– a accidentes sumamente graves. Por lo tanto, al diseño constructivo de los ejes montados se le ha dedicado, desde siempre, una gran atención.

15 Los árboles de eje montado convencionales se componen, normalmente, de un árbol de acero macizo o perforado hueco, sobre el que están dispuestas zonas de alojamiento, sobre las que están dispuestos por medio de una unión en arrastre de forma y/o en arrastre de fuerza las ruedas, discos de freno, cojinetes y ruedas motrices.

Los ejes montados y los sistemas de unión, que sirven para la unión en arrastre de forma y/o en arrastre de fuerza con las ruedas, los discos de freno, etc., se diseñan actualmente en Europa en particular según las normas EN 13103 y EN 13104.

20 Tal como muestran las experiencias de los últimos años, los estados de sollicitación descritos en estas normas se adecuan a las cargas que realmente se producen en el funcionamiento en marcha, en particular en trenes de alta velocidad, aunque no siempre.

25 Esto se debe a que en los árboles de eje montado de estos trenes de alta velocidad se producen considerables cargas de flexión rotativa, que inducen vibraciones de torsión de alta frecuencia. Como consecuencia de estas cargas, muchos ejes montados, y en particular en los mismos los árboles de eje montado, no satisfacen el criterio de la resistencia a la fatiga. Por el término "resistencia a la fatiga" se entiende aquí –como es habitual– la carga que puede soportar el material del eje montado o en particular el árbol de eje montado a lo largo de un periodo de tiempo prolongado sin que aparezcan signos de fatiga.

30 Un diseño no resistente a la fatiga de los árboles de eje montado hace que en las zonas sometidas a altas cargas se formen inicialmente pequeñas grietas, que se agrandan y pueden conducir finalmente al fallo total del árbol o del eje montado. Puesto que el fallo total de un eje montado, tal como se mencionó al principio, puede conducir a accidentes importantes, los ejes montados o los árboles de eje montado tienen que revisarse cada poco tiempo para comprobar la formación de grietas. Los procedimientos de medición requeridos para ello, normalmente procedimientos por ultrasonidos o rayos X, llevan mucho tiempo y dan lugar a tiempos de parada prolongados de los vehículos ferroviarios, lo que disminuye notablemente su rentabilidad.

Por lo tanto, los árboles arboles de eje montado o ejes montados utilizados actualmente tienen que inspeccionarse y someterse a mantenimiento con frecuencia debido a su alta relevancia en la seguridad. Esta supervisión del estado "discontinua" es costosa y requiere numerosos procedimientos de comprobación que tardan tiempo y conllevan costes.

40 Lo primero en que se piensa ante tal situación es en aumentar la resistencia a la fatiga mediante un dimensionamiento correspondientemente mayor de los ejes montados. Sin embargo, en contra de esto resulta que, debido a ello, no sólo se incrementa el consumo de materiales, sino que, en particular, aumentan las masas no suspendidas, lo que conduce a su vez a un mayor desgaste en el carril y el eje montado y disminuye a su vez, debido a ello, la seguridad de funcionamiento.

45 Un posible enfoque de solución consiste en la supervisión permanente del estado del eje montado mediante sistemas sensores y actuadores. Enfoques como los descritos en los documentos DE 10 2004 033 432, DE 10 2006 001 540 83 y DE 10 2009 053 801 parten, sin embargo, ya de un daño macroscópico del eje montado, al evaluarse una vibración mecánica, inducida por el comportamiento de rodadura irregular de la llanta.

50 Por el documento JP S57 -209402 A se conoce, además, un árbol de eje montado para un vehículo ferroviario con un núcleo de metal, que está recubierto con un material en el que se han laminado fibras de carbono. Mediante el mismo se mejorará la capacidad de absorción de vibraciones y se reducirá la fatiga de materiales.

La presente invención se basa en el objetivo de crear un eje montado mejorado para vehículos ferroviarios; un eje montado, que está equipado con este árbol de eje montado; un procedimiento para fabricar un árbol de eje montado de este tipo; así como un procedimiento para supervisar el árbol de eje montado.

Este objetivo se consigue de acuerdo con la invención mediante un árbol de eje montado de acuerdo con la reivindicación 1. Un eje montado con un árbol de eje montado de este tipo es el objeto de la reivindicación 12. Un procedimiento para fabricar un árbol de eje montado de este tipo es el objeto de la reivindicación 13. Un procedimiento para supervisar el eje montado es el objeto de la reivindicación 14.

5 Perfeccionamientos preferentes de la invención son objeto de las reivindicaciones dependientes.

10 La invención describe una nueva manera de diseñar ejes montados para vehículos ferroviarios. En lugar del árbol de eje montado de acero habitual hasta la fecha se propone ahora un árbol de eje montado de un material reforzado con fibras, en particular un material de plástico reforzado con fibras, que esté diseñado de tal manera también soporte las más altas sollicitaciones de manera resistente a la fatiga y que además –en una correspondiente configuración de la invención, tal como se describe en las reivindicaciones dependientes y en la descripción– también ofrezca la posibilidad de identificar las cargas que se producen, pero también posibles daños en el árbol de eje montado o en el eje montado de manera fiable.

15 De este modo pueden prolongarse considerablemente los intervalos de inspección con respecto a los habituales hoy en día en árboles de eje montado de acero, sin que vuelva a disminuir por ello la seguridad de funcionamiento, aumentada mediante la invención, del vehículo ferroviario.

La invención, mediante la utilización del material reforzado con fibras en asociación con capas funcionales incrustadas en el mismo para la supervisión del estado, ofrece posibilidades para una supervisión permanente del estado y/o para una supervisión discontinua del estado simplificada mediante el cambio a procedimientos de comprobación alternativos eficaces en cuanto a tiempo y costes.

20 El árbol de eje montado de acuerdo con la invención o el eje montado de acuerdo con la invención ofrece además, en una correspondiente configuración, la posibilidad de reducir el peso del eje montado con respecto a los ejes montados convencionales, con lo cual mejora la dinámica de la marcha, disminuye el desgaste de la rueda para carril y el carril así como se reduce el consumo de energía.

25 Conviene subrayar, además, que el eje montado de acuerdo con la invención puede conducir, en una correspondiente configuración, también a una emisión de sonido notablemente inferior y por tanto a una menor carga de ruido de lo que el caso en los ejes montados convencionales con un árbol de eje montado de acero.

Además, las fibras del segundo material contribuyen, con una orientación elegida de manera correspondiente, también a amortiguar las vibraciones.

30 Un eje montado en el sentido de la invención es un subconjunto que presenta, aunque no necesariamente de manera exclusiva, un árbol y al menos dos ruedas, sirviendo el subconjunto, por un lado, para entrar en contacto con una superficie de rodadura, en particular un tramo de vía, y pudiendo fijarse, por otro lado, a un vehículo ferroviario. La invención se describe a continuación con ayuda de un eje montado con exactamente dos ruedas, no debiendo considerarse esto, sin embargo, como una limitación.

35 El árbol está montado de manera que puede girar con respecto al vehículo alrededor de su eje longitudinal. El árbol sirve para la unión resistente al giro, en particular en arrastre de fuerza, en arrastre de forma y/o por unión de materiales, y dado el caso también eléctricamente conductora, con las ruedas. Las ruedas sirven para rodar sobre una superficie de rodadura, en particular sobre un carril. Preferiblemente, las ruedas también sirven para la conducción de corriente entre el árbol y la superficie de rodadura, en particular el carril.

40 En el caso de vehículos ferroviarios accionados eléctricamente puede estar previsto que, al menos temporalmente, fluya una corriente eléctrica desde el vehículo a través de un disco de freno al árbol, a través del árbol en dirección a al menos una de estas ruedas y a través de esta rueda a uno de los raíles, en particular, para establecer un circuito cerrado de corriente para la corriente de tracción que recibe el vehículo ferroviario en general a través de una catenaria. Con este fin, preferiblemente al menos una de estas ruedas, de manera especialmente preferible ambas ruedas, está o están unidas de manera eléctricamente conductora con el árbol, en particular con uno de estos cuerpos de árbol.

45 Por cuerpo de árbol en el sentido de la invención se entiende un subconjunto del árbol, aunque también todo el árbol. El cuerpo de árbol se extiende a lo largo de un eje longitudinal, en particular a lo largo del eje longitudinal del árbol, que coincide en general con el eje de rotación del árbol. El cuerpo de árbol está previsto para estar unido en el eje montado con al menos uno de estos componentes funcionales, en particular con una de las ruedas, en particular en arrastre de fuerza, en arrastre de forma y/o por unión de materiales y dado el caso también de manera eléctricamente conductora.

50 De acuerdo con la invención, el cuerpo de árbol se compone al menos parcialmente de al menos un primer material, en particular endurecible, en el que están al menos parcialmente incrustadas al menos parcialmente fibras de un segundo material esencialmente no metálico.

55

5 El primer material sirve, en particular, para la cohesión del segundo material. Preferiblemente, el primer material se toma de un grupo de materiales que presenta: polímeros, poliéterétercetona, sulfuro de polifenileno, polisulfona, poliéterimida, politetrafluoreteno, resina epoxídica, resina de poliéster insaturada, resina de éster de vinilo, resina de fenol-formaldeído, resina de ftalato de dialilo, resina de metacrilato, poliuretano, resina amino, resina de melamina, resina de urea, metales no féreos y materiales cerámicos con óxido.

Preferiblemente, el primer material es endurecible a temperatura aumentada, de manera especialmente preferible a una temperatura por encima de la temperatura máxima prevista para el funcionamiento del árbol. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de una resistencia a la temperatura mejorada y una mayor estabilidad del primer material.

10 De acuerdo con la invención, el primer material presenta al menos parcialmente fibras de un segundo material esencialmente no metálico. Estas fibras sirven, en particular, para la transmisión de fuerzas. Preferiblemente, estas fibras están configuradas como fibras de carbono, fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras cerámicas y/o fibras de basalto.

A continuación se describen configuraciones preferentes o formas de realización de la invención.

15 Preferiblemente, las fibras están configuradas como malla trenzada, en particular en forma de tubo flexible, tejido o como material no tejido. Preferiblemente, la pared de cuerpo del cuerpo de árbol presenta, por zonas, varias capas o un número variable de capas con fibras. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de una mayor estabilidad, resistencia o resistencia a la flexión de la pared de cuerpo.

20 Por pared de cuerpo en el sentido de la invención se entiende la pared o la zona de pared del cuerpo de árbol, que sirve en particular para absorber fuerzas y/o momentos de giro procedentes de las ruedas y/o de la masa del vehículo. Preferiblemente, la pared de cuerpo a lo largo del eje longitudinal del árbol o del cuerpo de árbol, que coincide en general con su eje de rotación, está adaptada a las fuerzas o momentos de giro que se producen local y/o temporalmente por medio de grosores de pared localmente diferentes.

25 En una realización especialmente preferida de la invención, este cuerpo de árbol está diseñado con simetría de revolución con respecto a su eje longitudinal y presenta una pared de cuerpo que rodea un espacio hueco preferiblemente lleno de aire.

30 Por sección longitudinal en el sentido de la invención se entiende una sección esencialmente cilíndrica y preferiblemente cilíndrica hueca del cuerpo de árbol. La sección longitudinal sirve, en particular, para la transmisión de una fuerza o de un momento de giros entre dos de estas secciones de acoplamiento de carga. Preferiblemente, el grosor de pared de la sección longitudinal es de forma esencialmente constante a lo largo del eje longitudinal del cuerpo de árbol. El diámetro exterior de la sección longitudinal se llama también, en el presente documento, primer diámetro exterior. Preferiblemente, el cuerpo de árbol presenta varias de estas secciones longitudinales.

35 Por sección de acoplamiento de carga en el sentido de la invención se entiende, en particular, una sección del cuerpo de árbol que sirve para introducir y/o extraer una fuerza y/o un momento de giro en o de un componente funcional. La sección de acoplamiento de carga está unida con este fin con el componente funcional no perteneciente al cuerpo de árbol. El diámetro exterior de la sección de acoplamiento de carga se llama también, en el presente documento, segundo diámetro exterior. Preferiblemente, el segundo diámetro exterior está adaptado a un círculo de agujeros o a un diámetro interior de uno de estos componentes funcionales. Preferiblemente, el cuerpo de árbol presenta varias secciones de acoplamiento de carga.

40 Preferiblemente, este cuerpo de árbol presenta al menos una sección longitudinal, siendo el primer diámetro exterior de la sección longitudinal esencialmente constante y presentando esta primera sección de acoplamiento de carga un segundo diámetro exterior distinto, preferiblemente mayor, que esta sección longitudinal.

45 Por componente funcional en el sentido de la invención se entiende un equipo que sirve, en particular, para la transmisión de momentos de giro o fuerzas al árbol o a sus cuerpos de árbol, en particular la desacelerar y/o acelerar el cuerpo de árbol o el vehículo. De acuerdo con una configuración preferida, un componente funcional está configurado como un componente de un equipo de freno, en particular como un disco de un freno de disco, que sirve en particular para reducir el número de revoluciones del cuerpo de árbol. Además, el disco de freno sirve para la puesta en contacto eléctrica del árbol. De acuerdo con otra configuración preferida, un componente funcional está configurado como elemento de introducción de carga, que sirve en particular para aumentar el número de revoluciones del cuerpo de árbol, es decir un equipo de accionamiento, en particular un equipo de rueda dentada motriz. Otra configuración preferida de un componente funcional es un cojinete de árbol de eje montado. También una rueda para carril es un componente funcional en el sentido del presente documento.

55 Preferiblemente, el cuerpo de árbol presenta además una segunda sección de acoplamiento de carga. Además, el cuerpo de árbol presenta un primer extremo y un segundo extremo, opuesto a este primer extremo. También esta segunda sección de acoplamiento de carga sirve para la unión con un componente funcional, en particular con una rueda. Preferiblemente, la primera sección de acoplamiento de carga está dispuesta en la zona del primer extremo y la segunda sección de acoplamiento de carga está dispuesta en la zona del segundo extremo del cuerpo de árbol.

Preferiblemente, el cuerpo de árbol presenta varias, preferiblemente tres, cuatro o cinco de estas secciones de acoplamiento de carga, que están dispuestas en distintas posiciones a lo largo del eje longitudinal del cuerpo de árbol.

5 Preferiblemente, la primera sección de acoplamiento de carga sirve para la unión con una primera rueda y la segunda sección de acoplamiento de carga para la unión con una segunda rueda. Preferiblemente, la distancia entre la primera y la segunda sección de acoplamiento de carga corresponde, a este respecto, esencialmente al ancho de vía de un tramo de vía.

10 Preferiblemente, entre la primera y la segunda sección de acoplamiento de carga está dispuesta al menos una tercera sección de acoplamiento de carga. Preferiblemente, la tercera sección de acoplamiento de carga sirve para la unión con un componente funcional. Preferiblemente, este componente funcional está configurado como elemento de introducción de carga, como disco de freno o como cojinete de árbol de montaje.

Preferiblemente, cada sección de acoplamiento de carga sirve para la unión con un respectivo componente funcional.

Preferiblemente, el árbol de eje montado presenta al menos dos cuerpos de árbol, que están dispuestos uno junto a otro en la dirección axial del árbol de eje montado.

15 De manera especialmente preferible, en esta realización, para cada par de un primer y un segundo cuerpo de árbol, que están dispuestos de manera axialmente adyacente entre sí y que presentan en cada caso un primer extremo y un segundo extremo puesto al primer extremo, entre el primer y el segundo cuerpo de árbol está dispuesta una sección de acoplamiento de carga de tal manera que esta sección de acoplamiento de carga está dispuesta en la zona del segundo extremo del primer cuerpo de árbol y en la zona del primer extremo del segundo cuerpo de árbol.

20 Preferiblemente, el cuerpo de árbol, en particular la pared de cuerpo del cuerpo de árbol, presenta al menos un equipo funcional. Al menos uno de estos equipos funcionales es apto para detectar uno o varios parámetros de funcionamiento de este árbol de eje montado, al menos de uno de estos cuerpos de árbol, al menos de una de estas ruedas o de este eje montado.

25 Por parámetros de funcionamiento en el sentido de la invención se entiende un parámetro que permite concluir un estado de funcionamiento, en particular uno normal, uno imprevisto y/o uno no deseado, del árbol, al menos de uno de estos cuerpos de árbol, al menos de una de estas ruedas o de este eje montado.

Un parámetro de funcionamiento puede establecerse, preferiblemente, mediante uno o varios captadores, sensores o detectores, poniendo el captador a disposición al menos temporalmente una señal, preferiblemente una tensión eléctrica o una corriente eléctrica.

30 Además, un parámetro de funcionamiento puede procesarse preferiblemente por un equipo de control y, en particular, relacionarse con un valor temporal, en particular con otro parámetro de funcionamiento detectado.

Son parámetros de funcionamiento, por ejemplo, el número de revoluciones, la aceleración angular, la vibración, la temperatura, la humedad, la elongación, la contracción, la flexión, la torsión, la elasticidad o la ausencia de grietas del árbol, de un cuerpo de árbol, de una rueda o del eje montado.

35 Un determinado valor o un intervalo de valores de un parámetro de funcionamiento puede hacer necesaria, o que parezca razonable, un paso del árbol, de un cuerpo de árbol, de una rueda o del eje montado a otro estado de funcionamiento.

40 Preferiblemente, la pared de cuerpo presenta al menos uno o varios equipos de soporte. Un equipo de soporte está previsto para soportar al menos uno de estos equipos funcionales. Además, un equipo de soporte sirve para absorber fuerzas procedentes de al menos una de estas ruedas y/o de la masa del vehículo. Un equipo de soporte presenta este primer material así como al menos parcialmente fibras de este segundo material. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que mejora la cohesión o la durabilidad del equipo funcional, en particular frente a vibraciones provenientes del funcionamiento del cuerpo de árbol o eje montado.

45 Por "soportar" en el sentido de la invención se entiende que el equipo de soporte contrarresta un movimiento relativo no deseado del equipo funcional con respecto a las demás partes del cuerpo de árbol o del árbol, preferiblemente por medio de una unión por unión de materiales entre el equipo de soporte y el equipo funcional.

50 Preferiblemente, la pared de cuerpo presenta al menos dos de estos equipos de soporte, estando dispuesto el al menos un equipo funcional entre estos equipos de soporte. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que se mejora la cohesión del equipo funcional o su durabilidad en particular en caso de vibraciones provenientes del funcionamiento del cuerpo de árbol.

Preferiblemente, la pared de cuerpo presenta una zona con una capa funcional en particular metálica, que está configurada, por ejemplo, como componente de inserción. Esta capa funcional o este componente de inserción sirve en particular:

- el aumento de la capacidad de carga mecánica de la pared de cuerpo, en particular de la presión superficial admisible de la pared de cuerpo, y/o
 - la puesta en contacto eléctrica de una de estas ruedas o de uno de estos componentes funcionales y/o
 - la puesta en contacto eléctrica de un equipo funcional de los alrededores del árbol y/o •
- 5
- la unión eléctrica de un equipo funcional con uno de estos componentes funcionales o una de estas ruedas y/o
 - la protección del equipo de soporte frente a la sollicitación mecánica proveniente de los alrededores del árbol.
- 10
- Preferiblemente, esta capa funcional o este componente de inserción forma parte de uno de estos equipos de soporte. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que aumenta la resistencia o la rigidez de este equipo de soporte.
- 15
- Preferiblemente, el componente de inserción está configurado como protección frente al desgaste, superficie de apoyo, superficie de contacto eléctrico, entrante, saliente, elemento de enchufe macho o elemento de enchufe hembra. Preferiblemente, el componente de inserción del equipo de soporte se suministra antes del endurecimiento del primer material, de manera especialmente preferible se introduce en el equipo de soporte. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que el equipo de soporte puede cumplir funciones adicionales para el correcto funcionamiento del vehículo.
- 20
- Preferiblemente, una de estas o ambas ruedas presentan, respectivamente, un denominado disco de rueda. Los discos de rueda están unidos con el árbol o uno de estos cuerpos de árbol, en particular por unión de materiales, en arrastre de fuerza, en arrastre de forma y/o de manera eléctricamente conductora.
- Por disco de rueda en el sentido de la invención se entiende un elemento con simetría de revolución y unido con uno de estos cuerpos de árbol, en particular con una de sus secciones de acoplamiento de carga, en particular por unión de materiales, en arrastre de fuerza y/o en arrastre de forma, el cual sirve, en particular,
- para absorber fuerzas provenientes de la masa o del movimiento del vehículo,
- 25
- para soportar uno de estos aros de rueda y para distanciar este aro de rueda de este cuerpo de árbol,
 - dado el caso, para la unión eléctrica con el árbol o sus cuerpos de árbol.
- Preferiblemente, una de estas o ambas ruedas presentan, respectivamente, un aro de rueda, en particular metálico. Los aros de rueda sirven para rodar sobre una superficie de rodadura, en particular sobre un carril. Los aros de rueda sirven, dado el caso, además, para la conducción de corriente entre el árbol y un carril.
- 30
- Preferiblemente, este disco de rueda presenta una superficie de contacto para uno de estos aros de rueda. Esta superficie de contacto sirve para la unión, en particular en arrastre de fuerza y dado el caso eléctrica, de este disco de rueda con este aro de rueda. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que pueden transmitirse fuerzas, momentos de giro y, dado el caso, una corriente eléctrica del disco de rueda al aro de rueda o en sentido inverso.
- 35
- Preferiblemente, este disco de rueda presente este primer material así como fibras de este segundo material. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que el peso de una rueda con este disco de rueda se reduce en particular con respecto a una rueda de acero o una aleación de hierro.
- 40
- Preferiblemente, el disco de rueda presenta al menos un elemento de inserción de disco, en particular metálico. Este elemento de inserción de disco sirve, en particular, para rigidizar el disco de rueda o aumentar su capacidad portante así como para la conducción eléctrica entre uno de estos aros de rueda y uno de estos cuerpos de árbol. Preferiblemente, este elemento de inserción de disco se extiende en dirección radial, en particular entre este cuerpo de árbol y esta superficie de contacto. Preferiblemente, el disco de rueda presenta varios de estos elementos de inserción de disco, que se extienden en direcciones radiales diferentes. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que el disco de rueda, además de su función portante, también pueda conducir corriente eléctrica y de que el grosor de pared de este disco de rueda pueda elegirse inferior a cuando el disco de rueda se configura sin elemento de inserción de disco.
- 45
- De acuerdo con un perfeccionamiento preferido, el disco de rueda presenta una zona de unión que está prevista para la unión con una de estas secciones de acoplamiento de carga. Preferiblemente, esta zona de unión y esta sección de acoplamiento de carga presentan bridas y/o círculos de agujeros adaptados mutuamente. Preferiblemente, el disco de rueda está dispuesto entre dos de estos cuerpos de árbol y unido con este cuerpo de árbol en particular en arrastre de fuerza y/o en arrastre de forma, de manera especialmente preferible atornillado. Este perfeccionamiento preferido ofrece la ventaja de que el disco de rueda pueda soltarse del árbol o de uno de estos cuerpos de árbol.
- 50

De acuerdo con un segundo perfeccionamiento preferido, uno de estos cuerpos de árbol y uno de estos discos de rueda están configurados de una sola pieza entre sí. Este perfeccionamiento preferido ofrece la ventaja de un peso global inferior del cuerpo de árbol o el árbol y el disco de rueda.

5 Preferiblemente, el cuerpo de árbol presenta al menos una zona de transición. Esta zona de transición está dispuesta entre una de estas secciones longitudinales y una de estas secciones de acoplamiento de carga. El diámetro exterior de la zona de transición aumenta preferiblemente a lo largo del eje longitudinal de este cuerpo de árbol desde esta sección longitudinal en dirección a esta sección de acoplamiento de carga, en particular uniforme, es decir sin salto de diámetro. Con esta configuración del cuerpo de árbol se reduce el efecto de entalla, que puede producirse por el primer y segundo diámetro exterior de dimensiones distintas.

10 Preferiblemente, esta zona de transición, esta sección longitudinal y esta sección de acoplamiento de carga están configuradas de una sola pieza entre sí. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que mejora la durabilidad del cuerpo de árbol.

Preferiblemente, al menos una de estas secciones de acoplamiento de carga está configurada como brida o como collar y/o presenta al menos una perforación.

15 Preferiblemente, esta sección de acoplamiento de carga está configurada como brida. Esta brida sirve para la unión en particular en arrastre de fuerza del cuerpo de árbol con un componente funcional, en particular con una rueda para carril, un disco de freno o un elemento de introducción de carga. Preferiblemente, esta brida presenta al menos una superficie de contacto en particular anular para este componente funcional.

20 De manera especialmente preferible, esta sección de acoplamiento de carga presenta, en particular en esta superficie de contacto, una o varias perforaciones, en particular en un círculo de agujeros, para medios de unión, en particular para tornillos o clavos. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de una unión más sencilla de este cuerpo de árbol con este componente funcional.

25 Preferiblemente, esta sección de acoplamiento de carga está configurada como collar. Este collar sirve, en particular, para el contacto con un cojinete. De manera especialmente preferible, este collar presenta una superficie de contacto en particular anular o, en su perímetro exterior, una superficie de deslizamiento para este cojinete. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que se simplifica el montaje del cojinete.

30 Preferiblemente, la pared de cuerpo de este cuerpo de árbol presenta un revestimiento, en particular elástico. Este sirve, preferiblemente, para proteger el primer y/o el segundo material frente a influencias meteorológicas tales como calor, humedad o una acción mecánica por cuerpos extraños, en particular como protección frente al impacto de piedras, y/o como amortiguación de ruido al impedir la propagación de ondas sonoras generadas por el cuerpo de árbol.

35 Preferiblemente, el equipo funcional presenta uno o varios elementos funcionales. El al menos un elemento funcional sirve, en particular, para el correcto funcionamiento del vehículo o del árbol. Preferiblemente, el equipo funcional presenta varios elementos funcionales de distinto tipo, que interactúan para un correcto funcionamiento del vehículo. De manera especialmente preferible, uno o varios de estos elementos funcionales están configurados como módulos electrónicos.

40 Preferiblemente, al menos uno de estos elementos funcionales está configurado como captador. Este al menos un captador sirve para detectar al menos uno de estos parámetros de funcionamiento. Además, el captador sirve para poner a disposición del equipo de control un valor de medición correspondiente, junto con un valor, que es representativo del momento de la detección del valor de medición.

De manera especialmente preferible, el captador está configurado como un equipo de medición de fuerza, un equipo de medición de presión, un equipo de medición de elongación, un equipo de medición de ángulo de torsión, un equipo de medición de recorrido de desplazamiento, un equipo de medición de frecuencia de giro, un equipo de medición de velocidad, un equipo de medición óptico o un equipo de medición de temperatura.

45 Preferiblemente, al menos uno de estos elementos funcionales está configurado como equipo de control que sirve para el control o la supervisión de al menos otro de estos elementos funcionales, de este árbol, de uno de estos cuerpos de árbol, de uno de estos componentes funcionales, en particular de una rueda para carril, y/o de uno de estos discos de rueda. Además, el equipo de control sirve para el intercambio de información o de señales con al menos uno de estos captadores y/o con este equipo de comunicación. Además, el equipo de control sirve para evaluar los valores de medición detectados. Además, el equipo de control sirve para proporcionar datos de funcionamiento.

55 Por datos de funcionamiento en el sentido de la invención se entienden: valores de medición detectados, valores de medición evaluados, transcurros temporales de valores de medición, comparaciones de valores de medición detectados con valores objetivo de parámetros de funcionamiento, comparaciones de transcurros temporales de valores de medición detectados con transcurros previstos de parámetros de funcionamiento, en donde los transcurros previstos de parámetros de funcionamiento se llaman en el presente documento transcurros objetivo,

resultados de relaciones de al menos dos valores de medición detectados.

Preferiblemente, al menos uno de estos elementos funcionales está configurado como equipo de alimentación de energía, que sirve para la alimentación, en particular eléctrica, al menos de otro de estos elementos funcionales.

5 De acuerdo con un primer perfeccionamiento preferido, el equipo de alimentación de energía está configurado con un convertidor de tensión. El convertidor de tensión sirve para poner a disposición una tensión de funcionamiento para al menos otro de estos elementos funcionales, en particular cuando al equipo de alimentación de energía se suministra una corriente alterna. Este perfeccionamiento preferido ofrece la ventaja de que puede prescindirse de un convertidor de tensión central del vehículo o de que este equipo funcional no suponga carga adicional alguna para el convertidor de tensión central del vehículo.

10 De acuerdo con un segundo perfeccionamiento preferido, el equipo de alimentación de energía está configurado con una bobina, en particular para la recepción inalámbrica o por inducción de energía, en particular desde una bobina del vehículo. Preferiblemente, la bobina está dispuesta en una de estas paredes de cuerpo, de manera especialmente preferible en una de estas secciones de acoplamiento de carga. Este perfeccionamiento preferido ofrece la ventaja de que puede prescindirse de contactos por rozamiento para la transmisión de energía al equipo de alimentación de energía. Este perfeccionamiento preferido puede combinarse con el primer perfeccionamiento preferido.

15 De acuerdo con un tercer perfeccionamiento preferido, el equipo de alimentación de energía está configurado con una batería, dado el caso recargable. La batería sirve como acumulador intermedio para energía, en particular para el caso de que la recepción de energía en particular desde el vehículo esté temporalmente interrumpida. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de una mayor disponibilidad del equipo funcional. Este perfeccionamiento preferido puede combinarse con el primer y/o el segundo perfeccionamiento preferido.

20 Preferentemente, al menos uno de estos elementos funcionales está configurado como equipo de almacenamiento de datos, que sirve para almacenar en particular estos valores objetivo, transcurros objetivo y/o datos de funcionamiento. Además, el equipo de almacenamiento de datos sirve para almacenar software. Además, el equipo de almacenamiento de datos sirve para poner a disposición del equipo de control y/o de este equipo de comunicación datos almacenados.

25 Preferentemente, al menos uno de estos elementos funcionales está configurado como equipo de comunicación, en particular por cable o inalámbrico, que sirve en particular para intercambiar datos o información con este equipo de control y/o con un equipo de comunicación externo, no perteneciente al árbol. El equipo de comunicación externo pertenece, en particular, al vehículo o a un equipo de mantenimiento o de comprobación fuera del vehículo. El equipo de comunicación sirve, en particular:

- para comunicar con un estado de funcionamiento deseado o no deseado del eje montado, del árbol, de uno de estos discos de rueda, de uno de estos cuerpos de árbol y/o de uno de estos componentes funcionales y/o
- 35 • para comunicar datos de funcionamiento.

Preferiblemente, el equipo de comunicación está configurado como bobina, antena, busca, diodo emisor de luz, interfaz de infrarrojos, módulo GSM, equipo de comunicación en campo cercano o transpondedor. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que puede omitirse una puesta en contacto eléctrica para la comunicación de estados de funcionamiento o datos de funcionamiento.

40 Preferiblemente, al menos uno de estos elementos funcionales está configurado como equipo de conducción de corriente, que sirve para la unión eléctrica con otro de estos elementos funcionales, con uno de estos componentes funcionales, con una de estas ruedas y/o con uno de estos discos de rueda. El equipo de conducción de corriente sirve, en particular, para la unión eléctrica del vehículo con la superficie de rodadura.

45 De manera especialmente preferible, uno de estos equipos de conducción de corriente une uno de estos captadores con este equipo de control. De manera especialmente preferible, uno de estos equipos de conducción de corriente une este equipo de alimentación de energía con este equipo de control y/o con al menos uno de estos captadores. De manera especialmente preferible, el equipo de conducción de corriente une un disco de freno eléctricamente con un disco de rueda.

50 Una primera forma de realización preferida del equipo funcional presenta al menos uno de estos captadores, este equipo de control y este equipo de alimentación de energía. Esta forma de realización preferida sirve para detectar, en particular, solicitaciones mecánicas del cuerpo de árbol o del árbol. Esta forma de realización preferida está configurada para detectar al menos temporalmente, en particular de forma periódica, en particular por orden del equipo de control, un valor de medición para un parámetro de funcionamiento del eje montado, del árbol, del cuerpo de árbol correspondiente, de uno de estos discos de rueda, de una de estas ruedas y/o de uno de estos componentes funcionales. El al menos un captador, el equipo de control y este equipo de alimentación de energía están unidos eléctricamente entre sí, preferiblemente por medio de al menos uno de estos equipo de conducción de

corriente. Esta forma de realización preferida ofrece la ventaja de que la funcionalidad o la integridad del cuerpo de árbol o del árbol puede supervisarse durante el funcionamiento.

5 Un primer perfeccionamiento preferido de este equipo funcional presenta este equipo de almacenamiento de datos. El equipo de almacenamiento de datos está unido con el equipo de control para la recepción, en particular para el intercambio de datos, en particular a través de al menos uno de estos equipos de conducción de corriente. Los datos recibidos, en particular los valores de medición detectados para parámetros de funcionamiento u otros datos de funcionamiento pueden almacenarse en el equipo de almacenamiento de datos, preferiblemente junto con un valor que sea representativo del momento de la detección del valor de medición. Así puede generarse o almacenarse en el equipo de almacenamiento de datos un registro con parámetros de funcionamiento o datos de funcionamiento.
10 Este perfeccionamiento preferido ofrece la ventaja de que puede recurrirse a este registro en particular para actividades de mantenimiento y/o para desarrollos técnicos posteriores.

15 Un segundo perfeccionamiento preferido de este equipo funcional presenta este equipo de comunicación. Este equipo de comunicación está unido con el equipo de control y/o el equipo de almacenamiento de datos, en particular a través de al menos uno de estos equipos de conducción de corriente, de tal manera que pueden transmitirse valores de medición detectados y/o en particular datos de funcionamiento almacenados a un equipo de comunicación externo. Este perfeccionamiento preferido ofrece la ventaja de que un usuario del vehículo, personal de mantenimiento y/o un desarrollador puede acceder a los datos del equipo de almacenamiento de datos.

20 Preferiblemente, el equipo funcional está diseñado para poder pasar de un primer estado a un segundo estado. En el primer estado, el equipo funcional presenta una primera resistencia eléctrica R_{F1} en particular predeterminada. En el segundo estado, el equipo funcional presenta una segunda resistencia eléctrica R_{F2} en particular predeterminada. Preferiblemente, el equipo funcional está diseñado para adoptar su segundo estado cuando una carga en particular mecánica del cuerpo de árbol correspondiente supera una carga mínima predeterminada. De manera especialmente preferible, el equipo funcional está diseñado para adoptar, a medida que aumenta la carga por encima de esta carga mínima, también segundas resistencias superiores R_{F2} . Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que a partir de la segunda resistencia R_{F2} puede deducirse la carga en particular mecánica.
25

De acuerdo con un primer perfeccionamiento preferido, el equipo funcional está configurado como alambre metálico. A medida que aumenta la elongación plástica del alambre metálico se incrementa su resistencia eléctrica.

30 De acuerdo con un segundo perfeccionamiento preferido, este equipo funcional está configurado como lámina eléctricamente conductiva, en particular como lámina metálica. A medida que aumenta la elongación plástica de la lámina conductiva se incrementa su resistencia eléctrica. A medida que aumenta la elongación, la lámina conductiva se rasga por zonas, con lo cual se reduce la sección transversal efectiva para la conducción eléctrica.

De acuerdo con un tercer perfeccionamiento preferido, el equipo funcional presenta al menos uno de estos captadores, en particular para la resistencia eléctrica de este equipo funcional. Este perfeccionamiento preferido puede combinarse con el primer o segundo perfeccionamiento preferido.

35 Preferiblemente, el equipo funcional presenta un alargamiento a la rotura menor que al menos uno equipo de soporte adyacente de estos equipos de soporte del mismo cuerpo de árbol. Cuando el cuerpo de árbol se alarga cada vez más, como consecuencia de una carga en particular mecánica, y, a este respecto, se supera el alargamiento a la rotura del equipo funcional, entonces el equipo funcional se rasga o se rompe al menos por zonas. Examinando este equipo funcional puede concluirse, a partir de sus defectos locales, el comportamiento de elongación. Preferiblemente, este examen se realiza por medio de termografía.
40

45 Preferiblemente, el árbol presenta al menos una primera disposición formada por al menos dos de estos cuerpos de árbol y uno de estos componentes funcionales en particular metálicos, no pertenecientes al árbol o a estos cuerpos de árbol. El componente funcional está dispuesto entre estos dos cuerpos de árbol. Preferiblemente, el componente funcional está configurado como disco de freno metálico o como elemento de introducción de carga metálico. Preferiblemente, al menos uno de estos cuerpos de árbol y el componente funcional están unidos entre sí, en particular en arrastre de fuerza y/o de manera separable. De manera especialmente preferible, al menos uno de estos cuerpos de árbol está eléctricamente unido con este componente funcional. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que los componentes funcionales metálicos contribuyen a una mayor resistencia o rigidez de esta primera disposición y de que, en el caso de un defecto de uno de estos cuerpos de árbol, se producen menos fallos, ya que solo tiene que sustituirse el cuerpo de árbol defectuoso, pero no todo el árbol.
50

Preferiblemente, la pared de cuerpo de al menos uno de estos cuerpos de árbol presenta varias capas, que preferiblemente están dispuestas de manera concéntrica al eje longitudinal del cuerpo de árbol. Cada capa se compone de al menos una capa de fibras, aunque preferiblemente de varias capas de fibras. Las capas son, en particular, capas de soporte y capas funcionales.

55 Por capas de soporte se entienden, a este respecto, aquellas capas que sirven para la estabilización mecánica estructural del árbol de eje montado y que, por tanto, soportarán las fuerzas y momentos de giro que se producen durante el funcionamiento del árbol de eje montado, es decir capas que sirven para una función de soporte. Las capas de soporte están fabricadas preferiblemente del primer y del segundo material.

Por capas funcionales se entienden aquellas capas que no tienen esencialmente función de soporte, sino que presentan al menos un elemento funcional. Las capas funcionales no están fabricadas, en general, ni del primer ni del segundo material, sino que en función del elemento funcionales, están fabricadas de otros materiales, metálicos o no metálicos.

5 La formación de la pared de cuerpo de un cuerpo de árbol a partir de varias capas, en particular varias capas de soporte, tiene la ventaja de que el cuerpo de árbol y por tanto el árbol y el eje montado, debido a la curva característica de propiedades anisotrópicas del primer y el segundo material, es decir del material compuesto de fibras, en particular debido a la elasticidad, que depende de la dirección, del segundo material, pueden configurarse de manera optimizada al caso de carga predominante en cada caso. Por tanto se consigue una gran flexibilidad en
10 cuanto al número, el espesor y la estructura de las capas individuales y, por tanto, una buena adaptabilidad al respectivo caso de aplicación.

Preferiblemente, cada capa de soporte presenta un determinado ángulo de fibra. Por ángulo de fibra se entiende en este caso el ángulo entre las fibras –o, puesto que las fibras en general están curvadas debido a la forma con simetría de revolución del cuerpo de árbol, su tangente– y el eje longitudinal del cuerpo de árbol en dirección angular
15 positiva matemáticamente hablando. El ángulo de fibra en el interior de una capa de soporte es preferiblemente constante o casi constante, en particular cuando la capa de soporte se fabrica mediante arrollado de las fibras con un ángulo constante alrededor de un mandril de arrollado o alrededor de la última capa arrollada, es decir la adyacente radialmente hacia dentro.

Ángulos de fibra preferidos son, en este caso, 0°, 22,5°, 30°, 45°, 60° y 90°. Un ángulo de fibra de 0° corresponde a una orientación de fibra axial, que preferiblemente no se genera mediante arrollado de las fibras, sino envolviendo una estera o similar con fibras axialmente orientadas alrededor del mandril de arrollado o alrededor de la última capa arrollada. Un ángulo de fibra de 90° corresponde a una orientación de fibra en la dirección circunferencial, que en la práctica en general solo se genera de manera aproximada mediante arrollado de las fibras con un ángulo de fibra muy grande, que asciende a aproximadamente 90°.

25 Las capas de soporte con determinados ángulos de fibra son en este caso especialmente muy adecuadas para absorber un determinado estado de carga mecánica, la denominada "carga preferente", en particular presión, flexión o torsión. Por ejemplo se ha mostrado que la carga preferente de una capa de soporte con un ángulo de fibra de aproximadamente 0° es una carga de flexión, la carga preferente de una capa de soporte con un ángulo de fibra de aproximadamente 45° es una carga de torsión y la carga preferente de una capa de soporte con un ángulo de fibra de aproximadamente 90° es una carga de presión.
30

Los ángulos de fibra situados entre los ángulos mencionados presentan cargas preferentes que se componen de varios estados de carga: Por ejemplo, la carga preferente de una capa de soporte con un ángulo de fibra de 22,5° es una carga de torsión y flexión en una proporción de 1:1, y la carga preferente de una capa de soporte con un ángulo de fibra de 30° es una carga de torsión y flexión en una proporción de 2:1.

35 Es especialmente preferible que las fibras de este cuerpo de árbol formen, al menos por zonas, un ángulo inferior a 10 grados, preferiblemente inferior a 5 grados, más preferiblemente de 0 grados o, al menos por zonas, un ángulo entre 20 y 40 grados, preferiblemente entre 25 y 35 grados, más preferiblemente de 30 grados o, al menos por zonas, un ángulo superior a 80 grados, preferiblemente superior a 85 grados, más preferiblemente de 90 grados, con el eje longitudinal de este cuerpo de árbol.

40 De acuerdo con la invención, este cuerpo de árbol presenta al menos dos, preferiblemente al menos tres, capas de fibras dispuestas a una distancia radial diferente con respecto a su eje longitudinal, y al menos dos capas de fibras presentan al menos por zonas diferentes propiedades mecánicas y, en particular, un comportamiento de elongación diferente.

Además es especialmente preferible que al menos una capa de fibras esté configurada de tal manera que, en la misma, al menos una fibra se deforme permanentemente al superarse un determinado valor umbral de la carga y que esté previsto al menos un equipo funcional para detectar esta deformación permanente.

Por deformación permanente se entiende en particular una elongación irreversible, una elongación excesiva o también un rasgado de las fibras. En particular, cuando se trata de fibras eléctricamente conductoras, su rasgado puede detectarse fácilmente, sometiendo a prueba la capacidad de conducción de corriente de las fibras.

50 De esta manera pueden descubrirse, de manera temprana y fiable, estados de funcionamiento no deseados del cuerpo de árbol, del árbol o del eje montado. Esta forma de realización es especialmente apropiada cuando el estado de funcionamiento así detectado hace necesario, en cualquier caso, una sustitución del cuerpo de árbol, porque entonces es irrelevante que la detección mediante la deformación permanente de las fibras solo pueda efectuarse una sola vez.

55 También es especialmente preferible que, en cada capa de fibras, las fibras presenten un determinado ángulo de fibra, constante dentro de la capa y que el cuerpo de árbol solo presente capas de fibras con exactamente dos ángulos de fibra diferentes. Esto simplifica notablemente el procedimiento de fabricación para el cuerpo de árbol.

5 Preferiblemente, en este caso dos capas de fibras entre las cuales no se encuentran otras capas de fibras, presentan, respectivamente, diferentes ángulos de fibra, es decir que las capas de fibras presentan de manera alterna los dos ángulos de fibra (únicamente presentes). Dado el caso, las capas funcionales situadas entre las capas de fibras, que no son capas de fibras, no se tienen en cuenta en este caso, ya que, en general, son relativamente delgadas y apenas influyen en las propiedades mecánicas estructurales del cuerpo de árbol.

Preferiblemente, las capas de fibras presentan, a este respecto, de manera alterna, un primer ángulo de fibra entre 20 y 40 grados, preferiblemente entre 25 y 35 grados, más preferiblemente de 30 grados, y un segundo ángulo de fibra superior a 80 grados, preferiblemente superior a 85 grados, más preferiblemente de 90 grados.

10 Otras ventajas de determinadas disposiciones de capas de soporte son una reducida propensión al agrietado así como un alto contenido en volumen de fibras. Al establecer la estructura de capas de la pared de cuerpo del cuerpo de árbol ha de sopesarse, en cada caso individual, una estructura sencilla con un reducido número de capas frente a estas y otras ventajas, ya mencionadas.

15 Preferiblemente, capas adyacentes tienen diferente ángulo de fibra y, dado el caso, diferentes espesores, con lo cual las propiedades de estabilidad mecánicas estructurales del cuerpo de árbol se ajustan muy bien y pueden mejorarse adicionalmente con ayuda de conocimientos teóricos y experimentales.

Preferiblemente, las hebras de fibra cargadas a tracción y a presión, debido a una sollicitación a flexión, se disponen con los correspondientes ángulos de fibra lo más lejos posible radialmente por fuera, para garantizar un aprovechamiento de material especialmente grande.

Un eje montado de acuerdo con la invención para vehículos ferroviarios presenta, al menos:

- 20
- este árbol con un cuerpo de árbol, preferiblemente dos o más de estos cuerpos de árbol, presentando este cuerpo de árbol al menos dos, preferiblemente al menos tres de estas secciones de acoplamiento de carga,
 - uno o varios de estos componentes funcionales, preferiblemente configurado como disco de freno o elemento de introducción de carga, estando previsto y configurado este componente funcional para la unión con una de estas secciones de acoplamiento de carga de uno de estos cuerpos de árbol.

25 Preferiblemente, este eje montado presenta un equipo funcional de acuerdo con su primera forma de realización preferida con un captador, un equipo de control y un equipo de alimentación de energía. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que el eje montado puede supervisarse durante su funcionamiento.

30 Un eje montado de acuerdo con la invención con un equipo funcional según su primer perfeccionamiento preferido con un equipo de almacenamiento de datos ofrece la ventaja de que del equipo de almacenamiento de datos pueden tomarse de manera continua datos de funcionamiento. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que el eje montado puede comunicar estados de funcionamiento, en particular no deseados.

35 Preferiblemente, el eje montado presenta varios de estos discos de freno. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que la corriente eléctrica entre el vehículo, en particular el vehículo ferroviario, y la superficie de rodadura, en particular un carril, puede distribuirse entre varios discos de freno. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que se forman varios trayectos de corriente redundantes.

De acuerdo con un primer perfeccionamiento preferido, este eje montado presenta dos de estas ruedas. Estas ruedas están unidas con varias de estas secciones de acoplamiento de carga, en particular en arrastre de fuerza y/o de manera eléctricamente conductora. Este perfeccionamiento preferido ofrece la ventaja de que el peso de este eje montado se reduce con respecto a un eje montado habitual con árbol metálico.

40 De acuerdo con un segundo perfeccionamiento preferido, este eje montado presenta dos de estos discos de rueda. Estos discos de rueda están unidos, respectivamente, con al menos uno de estos cuerpos de árbol en particular en arrastre de fuerza, unidos preferiblemente de manera eléctricamente conductora y configurados de manera especialmente preferible de una sola pieza con el cuerpo de árbol. Este eje montado presenta, además, dos de estos aros de rueda, en particular metálicos. Estos aros de rueda están unidos en arrastre de fuerza y/o

45 eléctricamente con cada una de estas superficies de contacto. Al menos dos de estas secciones de acoplamiento de carga están previstas para soportar cojinetes, en particular configurados como rodamientos o cojinetes lisos. Estos cojinetes sirven para absorber fuerzas procedentes de la masa del vehículo. Estos cojinetes también sirven para sostener el eje montado en movimiento rotacional con respecto al vehículo. Preferiblemente, al menos uno de estos discos de rueda está unido con uno de estos cuerpos de árbol de manera eléctricamente conductora. De manera

50 especialmente preferible está formado un trayecto de corriente a partir de uno de estos discos de freno, uno de estos cuerpos de árbol, uno de estos discos de rueda así como uno de estos aros de rueda. Para ello, este cuerpo de árbol y este disco de rueda presentan, respectivamente, al menos un equipo de conducción de corriente y/o al menos un elemento de inserción metálico. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que puede fluir corriente eléctrica entre el vehículo, en particular el vehículo ferroviario y la superficie de rodadura, en particular un carril.

55 Un procedimiento para fabricar uno de estos cuerpos de árbol del árbol prevé las siguientes etapas:

- 5 (S1) preparar un material de fibras o este segundo material como malla trenzada, en particular en forma de tubo flexible, como tejido o como material no tejido, preparándose, en particular, por ejemplo, para grandes números de piezas de cuerpos de árbol que van a fabricarse, el material de fibras como malla trenzada en forma de tubo flexible, en el presente documento también llamado tubo flexible de malla trenzada, o, por ejemplo para números de piezas bajos de cuerpos de árbol que van a fabricarse, colocando unas sobre otras varias capas en forma de banda del material de fibras con orientación diferente de las fibras para dar lugar a una denominada banda de capas de fibras,
- 10 (S2) disponer el material de fibras alrededor de una pieza de molde, en particular con simetría de revolución, con lo cual se forma una pieza en bruto de cuerpo de árbol, colocándose en particular, por ejemplo para grandes números de piezas de cuerpos de árbol que van a fabricarse, un tubo flexible de malla trenzada sobre una pieza de molde esencialmente con simetría de revolución, o, por ejemplo, para números de piezas bajos de cuerpos de árbol que van a fabricarse, arrollándose una banda de capas de fibras alrededor de esta pieza de molde esencialmente con simetría de revolución,
- 15 (S3) disponer material de fibras en particular en forma de banda, en particular alrededor de la pieza en bruto de cuerpo de árbol en la zona de una de estas secciones de acoplamiento de carga del posterior cuerpo de árbol, sirviendo el material de fibras para aumentar, por zonas, el grosor de pared de la pared de cuerpo, en particular para la configuración de una de estas secciones de acoplamiento de carga o de una de estas zonas de transición,
- 20 (S4) disponer al menos un equipo funcional, al menos una pieza de molde metálica o no metálica y/o al menos un componente de inserción en particular metálico en o contra la pieza en bruto de cuerpo de árbol,
- 25 (S5) añadir un primer material, en particular endurecible, a la pieza en bruto de cuerpo de árbol o al material de fibras, guiándose en particular, por ejemplo para números de piezas bajos de cuerpos de árbol que van a fabricarse, la banda de capas de fibras por un baño del primer material, antes de arrollar la banda de capas de fibras alrededor de la pieza de molde (es decir, que la etapa S5 se realiza en este caso antes que la etapa S2), o, por ejemplo para grandes números de piezas de cuerpos de árbol que van a fabricarse, empapándose con el primer material el tubo flexible de malla trenzada, dispuesto en un molde separable alrededor de la pieza de molde, e inyectándose el primer material con sobrepresión en este molde separable,
- 30 (S6) endurecer el primer material, en particular aumentando la temperatura del primer material,
- (S7) colocar un revestimiento sobre una zona del cuerpo de árbol.

35 La pieza de molde se extiende partiendo de una superficie de base en particular con simetría especular, con simetría puntual o con simetría de revolución a lo largo de su eje longitudinal. En la forma de realización en la que la pared de cuerpo de este cuerpo de árbol rodea un espacio hueco preferiblemente lleno de aire, la pieza de molde corresponde preferiblemente, en esencia a este espacio hueco. Además, la pieza de molde o el espacio hueco se asemeja al contorno exterior del cuerpo de árbol.

40 Preferiblemente, la pieza de molde está configurada en varias piezas, en particular en dos piezas, pudiendo separarse las piezas individuales unas de otras, en particular tras el acabado de la pieza en bruto de cuerpo de árbol. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que el cuerpo de árbol, una vez acabado, puede separarse fácilmente de la pieza de molde.

Preferiblemente, la pieza de molde presenta superficies de contacto de manera correspondiente a las secciones de acoplamiento de carga o a las secciones longitudinales del cuerpo de árbol. Esta configuración preferida ofrece la ventaja de que al disponer el material de fibras alrededor de la pieza de molde se predefine la geometría para el cuerpo de árbol al menos por zonas.

45 De acuerdo con un primer perfeccionamiento preferido del procedimiento, el cuerpo de árbol se fabrica con las etapas S1, S2, preferiblemente S3, preferiblemente S4, S5, S6 y preferiblemente S7.

50 De acuerdo con un segundo perfeccionamiento preferido del procedimiento, el cuerpo de árbol se produce tras el denominado procedimiento de arrollado, en particular, pero no sólo, para números de piezas bajos de cuerpos de árbol que van a fabricarse. A este respecto, en primer se colocan unas sobre otras varias capas en forma de banda del material de fibras con diferentes orientaciones de las fibras de acuerdo con la etapa S1 para dar lugar a una denominada banda de capas de fibras. La banda de capas de fibras se guía, de acuerdo con la etapa S5, por un baño del primer material, inmediatamente antes de arrollar la banda de capas de fibras de acuerdo con la etapa S2 alrededor de la pieza de molde. Preferiblemente, en particular en una zona de la banda de capas de fibras, que corresponde a una de estas secciones de acoplamiento de carga, se dispone de acuerdo con la etapa S3 al menos una capa de un material de fibras, en particular en forma de banda. Preferiblemente, al menos uno de estos equipos funcionales y/o al menos uno de estos componentes de inserción se envuelven de acuerdo con la etapa S4 entre dos capas de fibras de la pieza en bruto de cuerpo de árbol. A continuación se endurece el primer material de

55

acuerdo con la etapa S6.

Un tercer perfeccionamiento preferido del procedimiento representa una combinación de un procedimiento de trenzado y un denominado procedimiento de "Resin Transfer Moulding" (RTM). En este caso, el material de fibras se prepara en primer lugar, de acuerdo con la etapa S1, como tubo flexible de malla trenzada y se proporciona de acuerdo con la etapa S2 alrededor de esta pieza de molde en un molde separable. Preferiblemente, la etapa S2 se realiza varias veces para un grosor de pared grande de la pared de cuerpo, de modo que quedan dispuestos unos sobre otros varios tubos flexibles de malla trenzada. Durante la etapa S2, el tubo flexible de malla trenzada se elonga al menos por zonas conforme al diseño del cuerpo de árbol. Preferiblemente, en particular en una zona de la pieza de molde que corresponde a una de estas secciones de acoplamiento de carga, se dispone de acuerdo con la etapa S3 al menos una capa de un material de fibras en particular en forma de banda. Preferiblemente, de acuerdo con la etapa S4 se dispone uno de estos equipos funcionales y/o un componente de inserción entre dos de estos tubos flexibles de malla trenzada. A continuación se aporta de acuerdo con la etapa S5 el primer material a presión en este molde. Entonces se endurece el segundo material de acuerdo con la etapa S7. A continuación se abre el molde y se extrae el cuerpo de árbol.

Al preparar el material de fibras para dar lugar al tubo flexible de malla trenzada de acuerdo con la etapa S1 se trenzan preferiblemente fibras o hebras de fibra con ángulos originales predeterminados con respecto al eje longitudinal del tubo flexible de malla trenzada. En la etapa S2 se coloca el tubo flexible de malla trenzada sobre la pieza de molde. A este respecto, el tubo flexible de malla trenzada se elonga al menos por zonas y se adapta al diseño de la pieza de molde. A este respecto se modifican las orientaciones y con ello el ángulo de las fibras o hebras de fibra individuales, en particular en la zona de las posteriores secciones de acoplamiento de carga, en particular como consecuencia de la elongación del tubo flexible de malla trenzada en estas posteriores secciones de acoplamiento de carga debido a la geometría de la pieza de molde. A continuación de la etapa S2, los ángulos de fibra correctos, modificados, de las fibras o hebras de fibra con respecto al eje longitudinal de la pieza de molde o del posterior cuerpo de árbol son superiores a sus ángulos originales con respecto al eje longitudinal del tubo flexible de malla trenzada.

Preferiblemente, las fibras o hebras de fibra se orientan en al menos una posterior sección de acoplamiento de carga esencialmente en perpendicular al eje longitudinal de la pieza de molde.

Un procedimiento para fabricar un eje montado prevé las siguientes etapas:

- (S11) proporcionar al menos uno de estos cuerpos de árbol, presentando el cuerpo de árbol al menos una de estas secciones de acoplamiento de carga,
- (S12) añadir al menos uno de estos componentes funcionales a uno de estos cuerpos de árbol,
- (S13) unir, en particular en arrastre de fuerza y/o eléctricamente, uno de estos componentes funcionales con uno de estos cuerpos de árbol, en particular con una de estas secciones de acoplamiento de carga,
- (S14) añadir una de estas ruedas,
- (S14') añadir uno de estos discos de rueda, que presenta una superficie de contacto,
- (S15) unir, en particular en arrastre de fuerza y/o eléctricamente, una de estas ruedas con uno de estos cuerpos de árbol, en particular con una de estas secciones de acoplamiento de carga de este cuerpo de árbol,
- (S15') unir, en particular en arrastre de fuerza y/o eléctricamente, uno de estos discos de rueda con uno de estos cuerpos de árbol, en particular con una de estas secciones de acoplamiento de carga de este cuerpo de árbol,
- (S16) añadir uno de estos, aros de rueda, en particular metálicos, sobre una de estas superficies de contacto de uno de estos discos de rueda,
- (S17) unir, en particular en arrastre de fuerza y/o eléctricamente, al menos uno de estos aros de rueda con una de estas superficies de contacto.

De acuerdo con un primer perfeccionamiento preferido de esta configuración preferida del procedimiento, el eje montado se fabrica mediante las etapas S11, S12, S13, S14, S15, realizándose las etapas S14 y S15 dos veces cada una –para cada rueda para carril–.

De acuerdo con un segundo perfeccionamiento preferido de esta configuración preferida del procedimiento, el eje montado se fabrica mediante las etapas S11, S12, S13, S14', S15', S16, S17, realizándose las etapas S14', S15', S16, S17 dos veces cada una –para cada rueda para carril–. Este perfeccionamiento preferido ofrece la ventaja de que el eje montado fabricado presenta menos peso que el eje montado fabricado según el primer perfeccionamiento preferido, en particular cuando los discos de rueda están producidos a partir del mismo material que el al menos un cuerpo de árbol.

De acuerdo con un tercer perfeccionamiento preferido, las etapas S12 y S13 se realizan en cada caso varias veces. A este respecto, varios de estos componentes funcionales se unen con el cuerpo de árbol. Este perfeccionamiento preferido puede combinarse con el primer o el segundo perfeccionamiento preferido. Este perfeccionamiento preferido ofrece la ventaja de que el eje montado fabricado presenta al mismo tiempo varios de estos componentes funcionales.

De acuerdo con un cuarto perfeccionamiento preferido, la etapa S11 se realiza varias veces. A este respecto se fabrica un árbol con varios de estos cuerpos de árbol. Este perfeccionamiento preferido puede combinarse con el primer, el segundo o el tercer perfeccionamiento preferido. Este perfeccionamiento preferido ofrece la ventaja de que la reparación del eje montado fabricado en caso de un defecto de uno de estos cuerpos de árbol lleva asociados menos residuos, ya que solo tiene que sustituirse este cuerpo de árbol y no todo el árbol.

Un procedimiento para supervisar uno de estos árboles, estando previsto al menos un equipo de control así como un equipo de almacenamiento de datos, un equipo de alimentación de energía, al menos un captador para detectar al menos un parámetro de funcionamiento y un equipo de comunicación, que está conectado mediante señales en cada caso con el equipo de control, prevé las siguientes etapas:

- (S21) suministrar energía a este equipo de control mediante un equipo de alimentación de energía, en particular de manera inalámbrica, en particular por inducción,
- (S22) detectar al menos un valor de medición para un parámetro de funcionamiento del árbol mediante uno de estos captadores, en particular por orden del equipo de control,
- (S23) proporcionar este al menos un valor de medición por el captador a este equipo de control,
- (S24) evaluar este al menos un valor de medición por este equipo de control, con lo cual se obtiene al menos un valor para este parámetro de funcionamiento, a este respecto en particular relacionar este valor de medición con al menos un valor temporal o con al menos otro de estos valores de medición para dar lugar a un resultado de relación,
- (S25) almacenar este al menos un valor de medición y dado el caso este resultado de relación en este equipo de almacenamiento de datos, en particular junto con un valor que sea representativo del momento de la detección del valor de medición,
- (S26) transmitir este al menos un valor de medición y dado el caso este resultado de relación por este equipo de comunicación a un receptor fuera del eje montado, en particular por orden de este receptor,
- (S27) transmitir una primera señal predeterminada, que indica en particular un valor no deseado para este parámetro de funcionamiento, por este equipo de comunicación, en particular por orden del equipo de control, en particular a un receptor fuera del eje montado,
- (S28) transmitir datos de funcionamiento y/o valores para parámetros de funcionamiento mediante este equipo de comunicación, en particular por orden del equipo de control o por orden de un receptor fuera del eje montado, a este receptor.

Un primer perfeccionamiento preferido del procedimiento se caracteriza por las etapas: S21, S22, S23, S24, S25, realizándose preferiblemente las etapas S22, S23, S24, S25 varias veces, de manera especialmente preferible de manera controlada por eventos o de forma periódica. Este perfeccionamiento preferido ofrece la ventaja de que en el equipo de almacenamiento de datos se genera un registro de datos de funcionamiento.

Un segundo perfeccionamiento preferido del procedimiento se caracteriza por la etapa S26, realizándose esta etapa preferiblemente varias veces, de manera especialmente preferible de manera controlada por eventos o de forma periódica. Preferiblemente la etapa S26 es ordenada, a este respecto, por un dispositivo receptor estacionario, en particular dispuesto próximo a o en la vía, en particular por una denominada baliza, mientras pasa el tren por el dispositivo de recepción. Este perfeccionamiento preferido ofrece la ventaja de que el personal de mantenimiento o un técnico puede conocer uno de estos valores de medición y usarlo para su actividad y de que un tren con este eje montado no tiene que detenerse dado el caso para la comprobación del eje montado, cuando el tren pasa por el dispositivo de recepción estacionario.

Este perfeccionamiento preferido puede combinarse con el primer perfeccionamiento preferido.

Un tercer perfeccionamiento preferido del procedimiento se caracteriza por la etapa S27, realizándose preferiblemente esta etapa de manera controlada por eventos. Preferiblemente, el dispositivo de recepción es, de nuevo, un dispositivo de recepción estacionario. Este perfeccionamiento preferido ofrece la ventaja de que se indica al personal de mantenimiento, a un usuario o a un técnico un estado de funcionamiento no deseado. Este perfeccionamiento preferido ofrece la ventaja de que un tren con este eje montado no tiene que pararse dado el caso para la comprobación del eje montado, cuando el tren pasa por el dispositivo de recepción estacionario. Este perfeccionamiento preferido puede combinarse con el primer y/o el segundo perfeccionamiento preferido.

- Un cuarto perfeccionamiento preferido del procedimiento se caracteriza por la etapa S28, realizándose preferiblemente esta etapa de manera controlada por eventos. Preferiblemente, el dispositivo de recepción es, de nuevo, un dispositivo de recepción estacionario. Este perfeccionamiento preferido ofrece la ventaja de que el personal de mantenimiento o un técnico leen datos de funcionamiento o parámetros de funcionamiento y pueden usarlos para su actividad y de que un tren con este eje montado no tiene que pararse dado el caso para la comprobación del eje montado, cuando el tren pasa por el dispositivo de recepción estacionario. Este perfeccionamiento preferido puede combinarse con el primer, el segundo y/o el tercer perfeccionamiento preferido.
- De acuerdo con la invención, uno de estos ejes montados o un eje montado fabricado según uno de estos procedimientos se usa para un vehículo, en particular para un vehículo ferroviario. A este respecto, el eje montado está montado preferiblemente de manera que puede moverse en rotación con respecto al vehículo. Preferiblemente, el vehículo ferroviario puede ponerse en circulación ferroviaria a velocidades de más de 100 km/h, de manera especialmente preferible de más de 200 km/h. La invención puede utilizarse de manera especialmente preferible en un tren de alta velocidad.
- Otras ventajas, características y posibilidades de aplicación de la presente invención se desprenden de la siguiente descripción en relación con las figuras. Muestran:
- la figura 1 esquemáticamente, un cuerpo de árbol de acuerdo con la invención con una sección de acoplamiento de carga, una sección longitudinal y una zona de transición, también representado en sección y en perspectiva,
 - la figura 2 esquemáticamente, un cuerpo de árbol con dos secciones de acoplamiento de carga con el mismo segundo diámetro exterior, una sección longitudinal y dos zonas de transición, también representado en sección y en perspectiva,
 - la figura 3 esquemáticamente, un cuerpo de árbol con dos secciones de acoplamiento de carga, presentando las dos secciones de acoplamiento de carga diferentes diámetros exteriores, con una sección longitudinal y dos zona de transición, también representado en sección y en perspectiva,
 - la figura 4 esquemáticamente, un cuerpo de árbol con cuatro secciones de acoplamiento de carga con el mismo segundo diámetro exterior, con varias secciones longitudinales y con varias zonas de transición, también representado en sección y en perspectiva,
 - la figura 5 esquemáticamente, un cuerpo de árbol con siete secciones de acoplamiento de carga, que están configuradas como collar, con secciones longitudinales, también representado en sección y en perspectiva,
 - la figura 6 esquemáticamente, un eje montado con varios cuerpos de árbol según la figura 2 o la figura 3, con varios componentes funcionales y con dos ruedas unidas en arrastre de fuerza, también representado en sección y en perspectiva,
 - la figura 7 esquemáticamente, otra forma de realización de un eje montado con varios cuerpos de árbol, varios componentes funcionales y dos ruedas unidas por unión de materiales, también representado en sección y en perspectiva,
 - la figura 8 esquemáticamente, otra forma de realización de un eje montado con solo un cuerpo de árbol según la figura 5, con varias secciones de acoplamiento de carga, varios componentes funcionales y dos ruedas, también representado en sección y en perspectiva,
 - la figura 9 esquemáticamente, dos paredes de cuerpo con diferente estructura de capas en sección
 - la figura 10 una representación en perspectiva de un cuerpo de árbol con una pared de cuerpo con un mayor número de capas,
 - la figura 11 una representación en sección de detalle de la pared de cuerpo del cuerpo de árbol según la figura 10 con representación del ángulo de fibra en las capas de soporte individuales.
- La figura 1 muestra esquemáticamente un cuerpo de árbol 5 de acuerdo con la invención con una sección de acoplamiento de carga 3, una sección longitudinal 1 y una zona de transición 2, y, en concreto, en la figura 1a) desde un lado (en paralelo al eje longitudinal), en la figura 1b) desde el lado frontal derecho, en la figura 1c) en sección longitudinal (AS-AS) y en la figura 1d) en una representación oblicua en perspectiva; vistas correspondientes para otros cuerpos de árbol de acuerdo con la invención están representadas en las figuras 2 y 3.
- La pared de cuerpo del cuerpo de árbol 5 está configurada a partir de un material endurecible reforzado con fibras. El grosor de pared de la pared de cuerpo es uniforme. La sección de acoplamiento de carga 3 está configurada como brida. La zona de transición 2 está dispuesta entre la sección de acoplamiento de carga 3 y la sección longitudinal 1.

- 5 La figura 2 muestra esquemáticamente otro cuerpo de árbol 5 que, a diferencia del cuerpo de árbol según la figura 1, está configurado con dos secciones de acoplamiento de carga 3a, 3b y dos zonas de transición 2a, 2b. El grosor de pared de la pared de cuerpo es uniforme. Las secciones de acoplamiento de carga 3a, 3b presentan el mismo segundo diámetro exterior y están configuradas como bridas para la unión con componentes funcionales. Las bridas presentan, respectivamente, una disposición de perforaciones 4 en paralelo al eje longitudinal del cuerpo de árbol, formando las perforaciones 4 dos círculos de agujeros con respectivamente doce perforaciones 4 con distancias angulares constantes entre cada dos perforaciones 4 adyacentes.
- 10 La figura 3 muestra esquemáticamente otro cuerpo de árbol 5, cuyas secciones de acoplamiento de carga 3a, 3b presentan, a diferencia del cuerpo de árbol según la figura 2, diámetros exteriores diferentes. El grosor de pared de la pared de cuerpo es uniforme. También estas secciones de acoplamiento de carga 3a, 3b están configuradas como bridas para la unión con componentes funcionales o ruedas. La primera sección de acoplamiento de carga 3a está prevista para la unión con un disco de freno. La segunda sección de acoplamiento de carga 3b está prevista para la unión con una rueda. Las bridas presentan respectivamente una disposición von perforaciones 4 en paralelo al eje longitudinal del cuerpo de árbol 5, formando las perforaciones 4 dos círculos de agujeros con respectivamente doce perforaciones 4 con distancias angulares constantes entre cada dos perforaciones 4 adyacentes.
- 15 La figura 4 muestra esquemáticamente un cuerpo de árbol 5 con cuatro secciones de acoplamiento de carga 3a, 3b, 3c, 3d con el mismo segundo diámetro exterior, con tres secciones longitudinales 1a, 1b, 1c y con varias zonas de transición 2a, 2b, 2c, 2d, y, en concreto, en la figura 4a) desde un lado (en paralelo al eje longitudinal), en la figura 4b) en una representación oblicua en perspectiva y en la figura 4c) en sección longitudinal (DS-DS); correspondientes vistas para otros cuerpos de árbol o ejes montados de acuerdo con la invención están representadas en las figuras 5 a 8.
- 20 El grosor de pared de la pared de cuerpo del cuerpo de árbol 5 es mayor en la zona de dos secciones de acoplamiento de carga 3b, 3c que en las secciones longitudinales 1a, 1b, 1c.
- 25 Estas dos secciones de acoplamiento de carga 3b, 3c están previstas para la unión con un disco de freno respectivamente, mientras que las otras dos secciones de acoplamiento de carga 3a, 3d están previstas para la unión con respectivamente una rueda. Las bridas presentan, de manera análoga a las figuras 1 a 3, respectivamente una disposición de perforaciones 4.
- 30 La figura 5 muestra esquemáticamente un cuerpo de árbol 5 con varias secciones de acoplamiento de carga 3a-3g, que están configuradas como collares, y con secciones longitudinales 1a-1f. El grosor de pared de la pared de cuerpo es mayor en las secciones de acoplamiento de carga 3a-3g que en las secciones longitudinales 1a-1f.
- 35 La figura 6 muestra esquemáticamente un eje montado con varios cuerpos de árbol 5a-5f según la figura 2 o la figura 3, con varios componentes funcionales, en particular discos de freno, 6a, 6b, 6c y con dos ruedas 7a, 7b unidas o atornilladas en arrastre de fuerza. En este caso, los cuerpos de árbol 5c y 5d son cuerpos de árbol según la figura 2 y los cuerpos de árbol 5a, 5b, 5e y 5f son cuerpos de árbol según la figura 3. Estos componentes funcionales 6a, 6b, 6c están unidos o atornillados en arrastre de fuerza con respectivamente dos de estos cuerpos de árbol 5b/5c, 5c/5d, 5d/5e. Para la unión en arrastre de fuerza con las ruedas 7a, 7b, las correspondientes secciones de acoplamiento de carga 5a/5b, 5e/5f presentan diámetros exteriores más grandes. Cada cuerpo de árbol 5a-5f presenta (conforme a las figuras 2 y 3 y por tanto no especificadas en la figura 6 en detalle) una sección longitudinal, dos secciones de acoplamiento de carga y dos zonas de transición.
- 40 La figura 7 muestra esquemáticamente otra forma de realización de un eje montado con varios cuerpos de árbol 5a, 5b, 5c, varios componentes funcionales, concretamente discos de freno, 6a, 6b, 6c, y dos ruedas 7a, 7b unidas por unión de materiales. Las ruedas 7a, 7b están configuradas con discos de rueda 8a, 8b y aros de rueda 9a, 9b metálicos. El cuerpo de árbol 5b presenta, en total, cinco secciones de acoplamiento de carga, mientras que los cuerpos de árbol 5a y 5c presentan en cada caso dos secciones de acoplamiento de carga (no especificadas en detalle). Los discos de rueda 8a, 8b están unidos por unión de materiales con las secciones de acoplamiento de carga exteriores del cuerpo de árbol 5b y presentan el mismo primer material endurecible reforzado con fibras que la pared de cuerpo del cuerpo de árbol 5b.
- 45 La figura 8 muestra esquemáticamente otra forma de realización de un eje montado con solo un cuerpo de árbol 5 según la figura 5 con siete secciones de acoplamiento de carga (en la figura 8 no especificadas en detalle), con tres componentes funcionales, en particular discos de freno, 6a, 6b, 6c, y con dos ruedas 7a, 7b.
- 50 La figura 9 muestra una estructura a modo de ejemplo de la pared de cuerpo de un cuerpo de árbol de acuerdo con la invención con seis capas aproximadamente del mismo espesor (figura 9a)) o tres capas de espesores parcialmente diferentes (figura 9b)), en particular para la representación de la división de la estructura en capas funcionales y capas de soporte.
- 55 En la estructura de capas mostrada en la figura 9a), las capas 10, 11 más externas son capas funcionales, que presentan por ejemplo captadores o que se componen de un material metálico y sirven para el transporte de energía, y las capas 12, 13, 14, 15 situadas por dentro son capas de soporte de un primer material, por ejemplo resina epoxidica, en el que están incrustadas fibras de un segundo material, por ejemplo carbono.

La estructura de capas mostrada en la figura 9b) presenta, a su vez, las capas funcionales 10, 11, pero solo una capa de soporte 16 correspondientemente de mayor espesor, de modo que el espesor total de las paredes de cuerpo en las figuras 9a) y b) es aproximadamente igual.

5 La figura 10 muestra esquemáticamente una representación en perspectiva de un cuerpo de árbol, que se ha seccionado a lo largo de su eje longitudinal y estando representadas las capas cortadas de forma escalonada. La estructura del cuerpo de árbol corresponde al cuerpo de árbol representado en la figura 1 con una sección longitudinal 1, una zona de transición 2 y una sección de acoplamiento de carga 3.

10 El cuerpo de árbol presenta una pared de cuerpo con 23 capas, concretamente tres capas funcionales F01, F02, F03 así como 20 capas de soporte L01 - L20. En este caso, por motivos de claridad, en la figura 10 están representadas en cada caso dos capas de soporte y dos capas de soporte, respectivamente, y una capa funcional de manera gráficamente conjunta como una capa. El cuerpo de árbol presenta simetría de revolución con respecto a su eje longitudinal A01.

15 Las capas individuales forman, en la zona de la sección longitudinal 1, superficies de envolvente cilíndrica concéntricas alrededor del eje longitudinal A01, se ensanchan en la zona de transición 2 radialmente hacia fuera y discurren en la sección de acoplamiento de carga 3 como discos en forma de anillo circular en perpendicular al eje longitudinal A01.

20 La figura 11 muestra esquemáticamente una sección transversal, no a escala, a través de la pared de cuerpo del cuerpo de árbol según la figura 10 en la zona de la sección longitudinal 1, encontrándose el lado radialmente interior (capa F01) en la representación a la izquierda y el lado radialmente exterior (capa L20) en la representación a la derecha.

25 Las capas funcionales están dispuestas (vistas de dentro hacia fuera) como primera capa F01, duodécima capa F02 y vigesimosegunda capa F03. Entre las capas funcionales F01 y F02 están dispuestas diez capas de soporte L01 - L10 y entre las capas funcionales F02 y F03 están dispuestas nueve capas de soporte L11 - L19. La capa funcional F03 está cubierta por la capa de soporte L20 más externa, que forma al mismo tiempo una capa protectora, en particular elástica.

Dejando a un lado las capas funcionales F01 - F03, la sucesión de capas de soporte L01 - L20 se compone, de manera alterna, de en cada caso una capa de 3,5 mm de espesor L01, L03, ..., L19 con un ángulo de fibra de 30° así como en cada caso una capa de 0,5 mm de espesor L02, L04, ..., L20 con un ángulo de fibra de casi 90°.

30 Los ángulos de fibra indicados solo se aplican, en este caso, en la zona de la sección longitudinal 1. En la zona de transición 2 y en la sección de acoplamiento de carga 3, la orientación de fibra se modifica conforme al teorema de Clairaut (válido para la línea geodésica, es decir, sin tener en cuenta el rozamiento) de la siguiente manera:

$$\text{sen } \alpha \cdot r = C_c(r, \alpha) = \text{const.},$$

en donde α designa el ángulo de fibra, r el radio del mandril de arrollado y $C_c(r, \alpha)$ la constante de Clairaut.

35 Por lo tanto, por ejemplo en el caso de un ángulo de fibra de 30°, un diámetro D_1 de la sección longitudinal 1 de 200 mm y un diámetro D_2 de la sección de acoplamiento de carga 3 de 1 000 mm se establece un ángulo de fibra de aproximadamente 5,8°. La orientación de fibra puede modificarse "aprovechando" el rozamiento entre fibras y sustrato en un margen de aproximadamente +/- 15 %.

40 Sin embargo, para un diseño optimizado de la sección de acoplamiento de carga 3 es deseable un ángulo de fibra próximo a 90°. Para ello se configura la sección de acoplamiento de carga 3 preferiblemente utilizando otros productos semiacabados de fibras, por ejemplo en un proceso de preconformado. A este respecto pueden disponerse por ejemplo productos semiacabados trenzados en un molde y, a continuación, infiltrarse por medio de una masa fundida metálica.

La estructura de capas representada en la figura 11 con un espesor total de las capas de soporte de 40 mm se caracteriza por una estructura sencilla, una baja propensión al agrietado y un alto contenido en volumen de fibras.

45 Las capas de soporte L01 - L20 sirven, como ya se ha explicado, para la estabilización mecánica estructural del cuerpo de árbol.

Las capas funcionales F01 - F03 presentan elementos funcionales, que no tienen esencialmente ninguna función de soporte.

50 Puede tratarse, por un lado, de elementos constructivos para la supervisión del estado ("Online Condition Monitoring") de las capas de soporte y del árbol de eje montado o del eje montado 5, en particular tejidos de cobre ("malla"), fibras de vidrio ópticas (red de Bragg), elementos piezocerámicos o elementos de conducción tubulares. Estos elementos funcionales se conectan entre sí de manera eléctrica, optoelectrónica o hidráulica, para cumplir su función respectiva. En este caso puede realizarse la transmisión de energía o de datos tanto por cable como no por cable ("wireless").

5 En el caso de las capas funcionales para la supervisión del estado es en particular también posible que estas solo se aplican parcialmente sobre el cuerpo de árbol, teniendo que realizarse también la disposición dentro de la estructura de capas de manera específica para el problema. Así pues, hay elementos funcionales piezocerámicos preferiblemente solo de manera local y de forma variable en su disposición en capas, pero que detectan aun así vibraciones que son conducidas por todas las capas de soporte del componente. En cambio se aplica una red de Bragg preferiblemente por una gran parte de la superficie y como capa marginal externa sobre el cuerpo de árbol, para garantizar una elongación suficientemente alta.

10 En el caso de las capas funcionales puede tratarse, por otro lado, también de capas que sirven para el transporte de información o energía. Estas capas funcionales se disponen preferiblemente como capa más interna o como capa más externa. Como capa más exterior sirven, además, para una producción eficiente, por ejemplo como mandril desechable. Como capa más exterior cumplen funciones de protección adicionales, por ejemplo como protección frente al impacto de piedras. Las funciones mencionadas también pueden combinarse entre sí.

15 Las capas funcionales para el transporte de energía sirven, en particular, para derivar la corriente de tracción, que el vehículo ferroviario recibe a través de una catenaria, o para la puesta a tierra del vehículo ferroviario. Para ello, las capas funcionales pueden estar configuradas como conductos de cobre macizos o capas de cobre, que están configuradas en sí mismas como elementos de conducción tubulares o son adyacentes a los mismos. Por los elementos de conducción tubulares fluye después, durante el funcionamiento del vehículo ferroviario, un refrigerante, para refrigerar las capas funcionales conductoras de corriente.

20 En la siguiente tabla 1 están representadas diferentes variantes de estructuras de capas de un cuerpo de árbol de acuerdo con la invención.

Tabla 1

Variante	Arquitectura ¹	Ángulo de fibra ²	Carga preferente	Observaciones
1	capa 1: 40 mm	45°	torsión	estructura sencilla, propenso al agrietado, bajo contenido en volumen de fibras
2	capa 1: 30 mm capa 2: 10 mm	45° 90°	torsión y presión de manera proporcional a los espesores de capa	estructura sencilla, propenso al agrietado, alto contenido en volumen de fibras
3	capa 1: 30 mm capa 2: 5 mm capa 3: 5 mm	45° 0° 90°	torsión flexión presión de manera proporcional a los espesores de capa	propenso al agrietado, bajo contenido en volumen de fibras
4	capa 1: 40 mm	30°	torsión y flexión en una proporción de 2:1	estructura sencilla, propenso al agrietado, bajo contenido en volumen de fibras
5	capa 1: 40 mm	22,5°	torsión y flexión en una proporción de 1:1	estructura sencilla, propenso al agrietado, bajo contenido en volumen de fibras
6	capa 1: 3,5 mm capa 2: 0,5 mm repetido 9 veces hasta que se alcancen 40 mm de grosor de laminado	30° 90°	torsión y flexión presión	alto contenido en volumen de fibras

En la siguiente tabla 2 se exponen otras variantes de estructuras de capas de un cuerpo de árbol de acuerdo con la invención, correspondiendo la estructura de capas de acuerdo con las figuras 10 y 11 a la variante 3 en la tabla 2.

Tabla 2

Variante	Arquitectura ³	Ángulo de fibra ⁴	Carga preferente	Observaciones
1	capa 1: 22 mm capa 2: 2 mm capa 3: 14 mm capa 4: 2 mm	45° 90° 0° 90°	torsión presión flexión presión	estructura sencilla, propenso al agrietado
2	capa 1: 3,5 mm capa 2: 0,5 mm capa 3: 3,5 mm capa 4: 0,5 mm capa 5: 3,5 mm capa 6: 0,5 mm capa 7: 3,5 mm capa 8: 0,5 mm capa 9: 3,5 mm capa 10: 0,5 mm capa 11: 3,5 mm capa 12: 0,5 mm capa 13: 3,5 mm capa 14: 0,5 mm capa 15: 3,5 mm capa 16: 0,5 mm capa 17: 3,5 mm capa 18: 0,5 mm capa 19: 3,5 mm capa 20: 0,5 mm	45° 90° 45° 90° 45° 90° 45° 90° 45° 90° 45° 90° 0° 90° 0° 90° 0° 90° 0° 90°	torsión presión torsión presión torsión presión torsión presión torsión presión torsión presión flexión presión flexión presión flexión presión flexión presión	apenas propenso al agrietado, alto contenido en volumen de fibras
3	capa 1: 3,5 mm capa 2: 0,5 mm capa 3: 3,5 mm capa 4: 0,5 mm capa 5: 3,5 mm capa 6: 0,5 mm capa 7: 3,5 mm capa 8: 0,5 mm capa 9: 3,5 mm capa 10: 0,5 mm capa 11: 3,5 mm capa 12: 0,5 mm capa 13: 3,5 mm capa 14: 0,5 mm capa 15: 3,5 mm capa 16: 0,5 mm capa 17: 3,5 mm capa 18: 0,5 mm capa 19: 3,5 mm capa 20: 0,5 mm	30° 90° 30° 90° 30° 90° 30° 90° 30° 90° 30° 90° 30° 90° 30° 90° 30° 90° 30° 90°	torsión presión torsión presión torsión presión torsión presión torsión presión torsión presión flexión presión flexión presión flexión presión flexión presión	estructura sencilla, apenas propenso al agrietado, alto contenido en volumen de fibras

Lista de referencias

- 5 1 sección longitudinal
- 2 zona de transición
- 3 sección de acoplamiento de carga
- 4 perforación
- 5 cuerpo de árbol
- 10 6 componente funcional
- 7 rueda
- 8 disco de rueda
- 9 aro de rueda
- 10, 11 capa funcional
- 15 12 - 16 capa de soporte
- F01 - F03 capa funcional
- L01 - L20 capa de soporte
- A01 eje longitudinal del cuerpo de árbol

REIVINDICACIONES

1. Árbol de eje montado para el eje montado de un vehículo ferroviario,
que presenta al menos un cuerpo de árbol (5), que se extiende esencialmente a lo largo de un eje longitudinal (A01),
5 presentando este cuerpo de árbol (5) al menos una primera sección de acoplamiento de carga (3), que sirve para introducir y/o extraer una fuerza y/o un momento de giro en o de un componente funcional (6),
estando compuesto este cuerpo de árbol (5) al menos parcialmente por al menos un primer material, en el que están al menos parcialmente incrustadas al menos parcialmente fibras de un segundo material esencialmente no metálico, caracterizado por que
este cuerpo de árbol (5) presenta al menos dos, preferiblemente al menos tres, capas de fibras (L01 - L20)
10 dispuestas a una distancia radial diferente con respecto al eje longitudinal (A01) y por que al menos dos capas de fibras (L01 - L20) presentan al menos por zonas propiedades mecánicas diferentes y, en particular, un comportamiento de elongación diferente.
2. Árbol de eje montado de acuerdo con la reivindicación 1,
caracterizado por que
15 este cuerpo de árbol (5) está diseñado esencialmente con simetría de revolución con respecto a su eje longitudinal (A01) y presenta una pared de cuerpo que rodea un espacio hueco preferiblemente lleno de aire.
3. Árbol de eje montado de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que
20 cada una de estas secciones de acoplamiento de carga (3) sirve para la unión con un respectivo componente funcional (6), tomándose cada uno de estos componentes funcionales (6) de un grupo que contiene un componente de un equipo de freno, en particular un disco de un freno de disco, una rueda para carril (7), un cojinete de árbol de eje montado o un equipo de accionamiento, en particular un equipo de rueda dentada motriz.
4. Árbol de eje montado de acuerdo con al menos una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que
25 este árbol de eje montado presenta al menos dos cuerpos de árbol (5), que están dispuestos uno junto a otro en la dirección axial del árbol de eje montado.
5. Árbol de eje montado de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que
30 el cuerpo de árbol presenta al menos un equipo funcional que es adecuado, en particular, para detectar uno o varios parámetros de funcionamiento de este árbol de eje montado, al menos de uno de estos cuerpos de árbol, al menos de una de estas ruedas o de este eje montado.
6. Árbol de eje montado de acuerdo con la reivindicación 5,
caracterizado por que
35 este equipo funcional presenta uno o varios elementos funcionales, que se toman de un grupo que contiene un equipo de conducción de corriente, un captador, un equipo de control, un equipo de almacenamiento de datos, un equipo de alimentación de energía y/o un equipo de comunicación, en particular por cable o inalámbrico.
7. Árbol de eje montado de acuerdo con la reivindicación 6,
caracterizado por que
40 este elemento funcional es un captador y por que este captador se toma de un grupo que contiene un equipo de medición de fuerza, un equipo de medición de presión, un equipo de medición de elongación, un equipo de medición de ángulo de torsión, un equipo de medición de recorrido de desplazamiento, un equipo de medición de frecuencia de giro, un equipo de medición de velocidad, un equipo de medición óptico y un equipo de medición de temperatura.
8. Árbol de eje montado de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
caracterizado por que
45 las fibras de este cuerpo de árbol (5) forman, al menos por zonas, un ángulo inferior a 10 grados, preferiblemente

inferior a 5 grados, más preferiblemente de 0 grados o, al menos por zonas, un ángulo entre 20 y 40 grados, preferiblemente entre 25 y 35 grados, más preferiblemente de 30 grados o, al menos por zonas, un ángulo superior a 80 grados, preferiblemente superior a 85 grados, más preferiblemente de 90 grados, con este eje longitudinal (A01) de este cuerpo de árbol (5).

5 9. Árbol de eje montado según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que

al menos una capa de fibras (L01 - L20) está diseñada de tal manera que, en la misma, al menos una fibra se deforma permanentemente al superarse un determinado valor umbral de carga y por que está previsto al menos un equipo funcional para detectar esta deformación permanente.

10 10. Árbol de eje montado según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que

en cada capa de fibras (L01 - L20) las fibras presentan un determinado ángulo de fibra constante en el interior de la capa y por que el cuerpo de árbol (5) solo presenta capas de fibras (L01 - L20) con exactamente dos ángulos de fibra distintos.

15 11. Árbol de eje montado según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que

respectivamente dos capas de fibras (L01 - L20), entre las cuales no se encuentran otras capas de fibras, presentan diversos ángulos de fibra.

20 12. Eje montado para vehículos ferroviarios, con un árbol de eje montado de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores.

13. Procedimiento para fabricar un árbol de eje montado de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11 con las siguientes etapas:

(S1) preparar un material de fibras como malla trenzada, en particular en forma de tubo flexible, como tejido o material no tejido,

25 (S2) disponer el material de fibras alrededor de una pieza de molde, en particular con simetría de revolución, con lo cual se forma una pieza en bruto de cuerpo de árbol,

(S3) disponer material de fibras en la zona de una de estas secciones de acoplamiento de carga (3) del posterior cuerpo de árbol (5) para aumentar por zonas el grosor de pared de la pared de cuerpo,

30 (S4) disponer al menos un equipo funcional, al menos una pieza de molde metálica o no metálica y/o al menos un componente de inserción en particular metálico en o contra la pieza en bruto de cuerpo de árbol,

(S5) añadir un primer material, en particular endurecible, al material de fibras,

(S6) endurecer el primer material, en particular aumentando la temperatura del primer material,

(S7) colocar un revestimiento sobre una zona del cuerpo de árbol (5).

35 14. Procedimiento para supervisar un eje montado de acuerdo con la reivindicación 12 o un árbol de eje montado de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11,

caracterizado por que

están previstos al menos un equipo de control así como un equipo de almacenamiento de datos, un equipo de alimentación de energía, al menos un captador para la detección de al menos un parámetro de funcionamiento y un equipo de comunicación, los cuales están conectados mediante señales en cada caso con el equipo de control,

40 caracterizado además por

las siguientes etapas:

(S21) suministrar energía a este equipo de control mediante este equipo de alimentación de energía, en particular de manera inalámbrica, en particular por inducción,

45

- 5
- (S22) detectar al menos un valor de medición para un parámetro de funcionamiento de este árbol de eje montado mediante un captador, en particular por orden del equipo de control,
 - (S23) proporcionar el al menos un valor de medición por el captador a este equipo de control,
 - (S24) evaluar este al menos un valor de medición por este equipo de control, con lo cual se obtiene al menos un valor para este parámetro de funcionamiento,
 - (S25) almacenar este al menos un valor de medición en este equipo de almacenamiento de datos, en particular junto con un valor que sea representativo del momento de la detección del valor de medición,
 - (S26) transmitir este al menos un valor por este equipo de comunicación a un receptor fuera del eje montado, en particular por orden de este receptor,
 - 10 (S27) transmitir una primera señal predeterminada, que indica en particular un valor no deseado para este parámetro de funcionamiento, por este equipo de comunicación, en particular por orden del equipo de control, en particular a un receptor fuera del eje montado,
 - 15 (S28) transmitir datos de funcionamiento y/o valores para parámetros de funcionamiento por este equipo de comunicación, en particular por orden por este equipo de control o por orden de un receptor fuera del eje montado, a este receptor.

15. Uso de un árbol de eje montado según una de las reivindicaciones 1 a 11 o de un eje montado según la reivindicación 12 o un árbol de eje montado fabricado según la reivindicación 13, para un vehículo ferroviario, en particular para un vehículo ferroviario que puede ponerse en circulación ferroviaria a velocidades de más de 100 km/h, de manera especialmente preferible de más de 200 km/h.

20

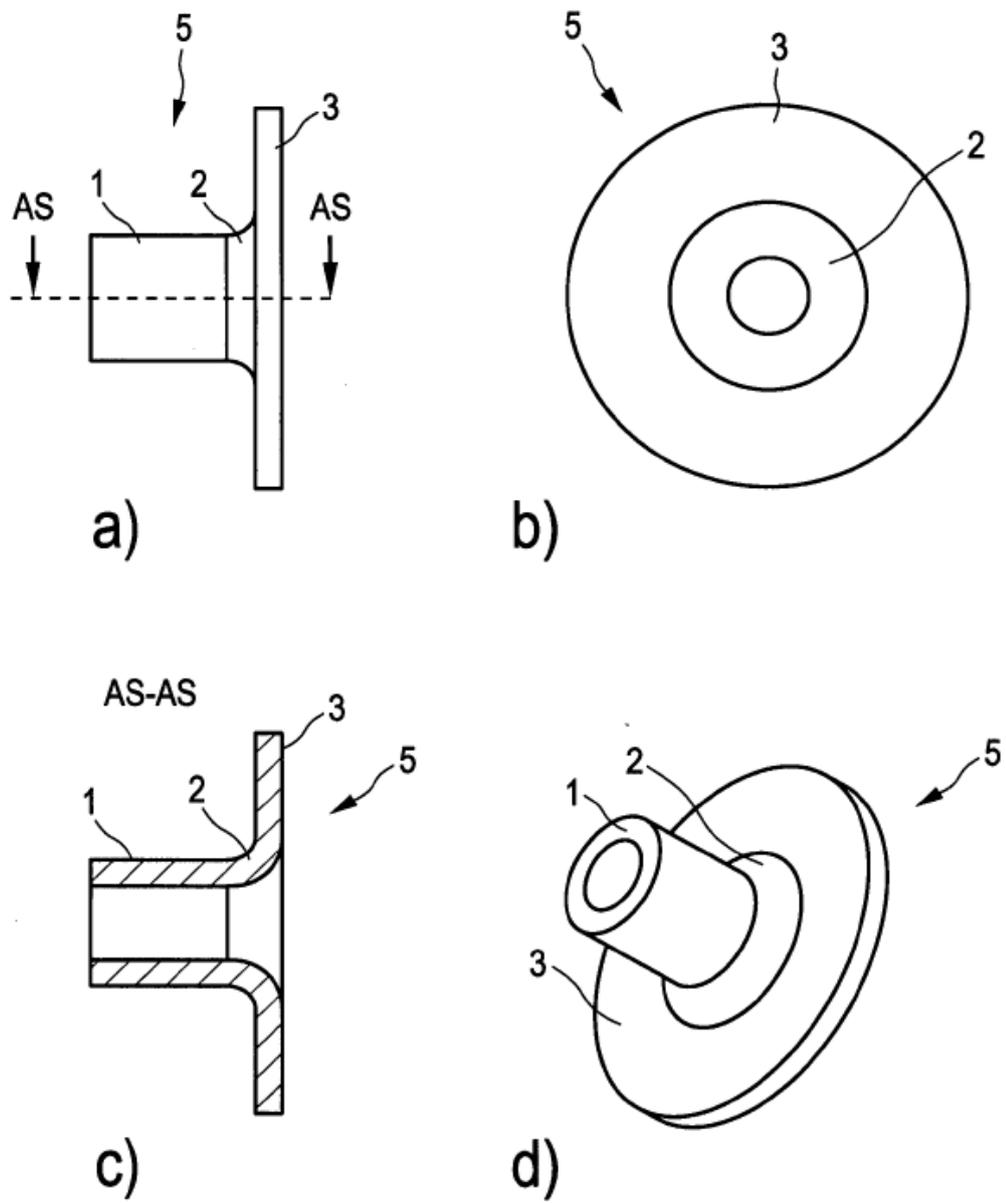


FIG. 1

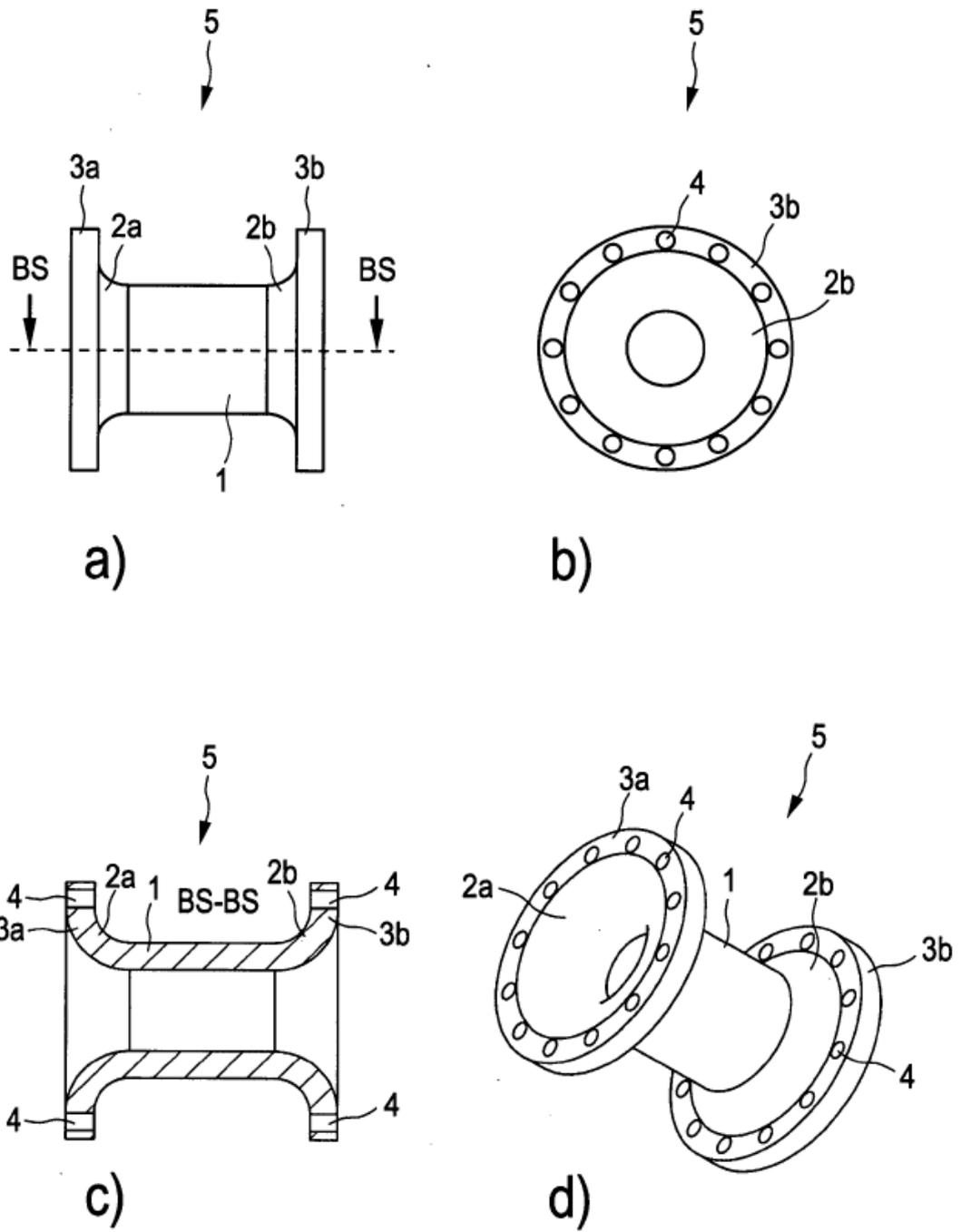


FIG. 2

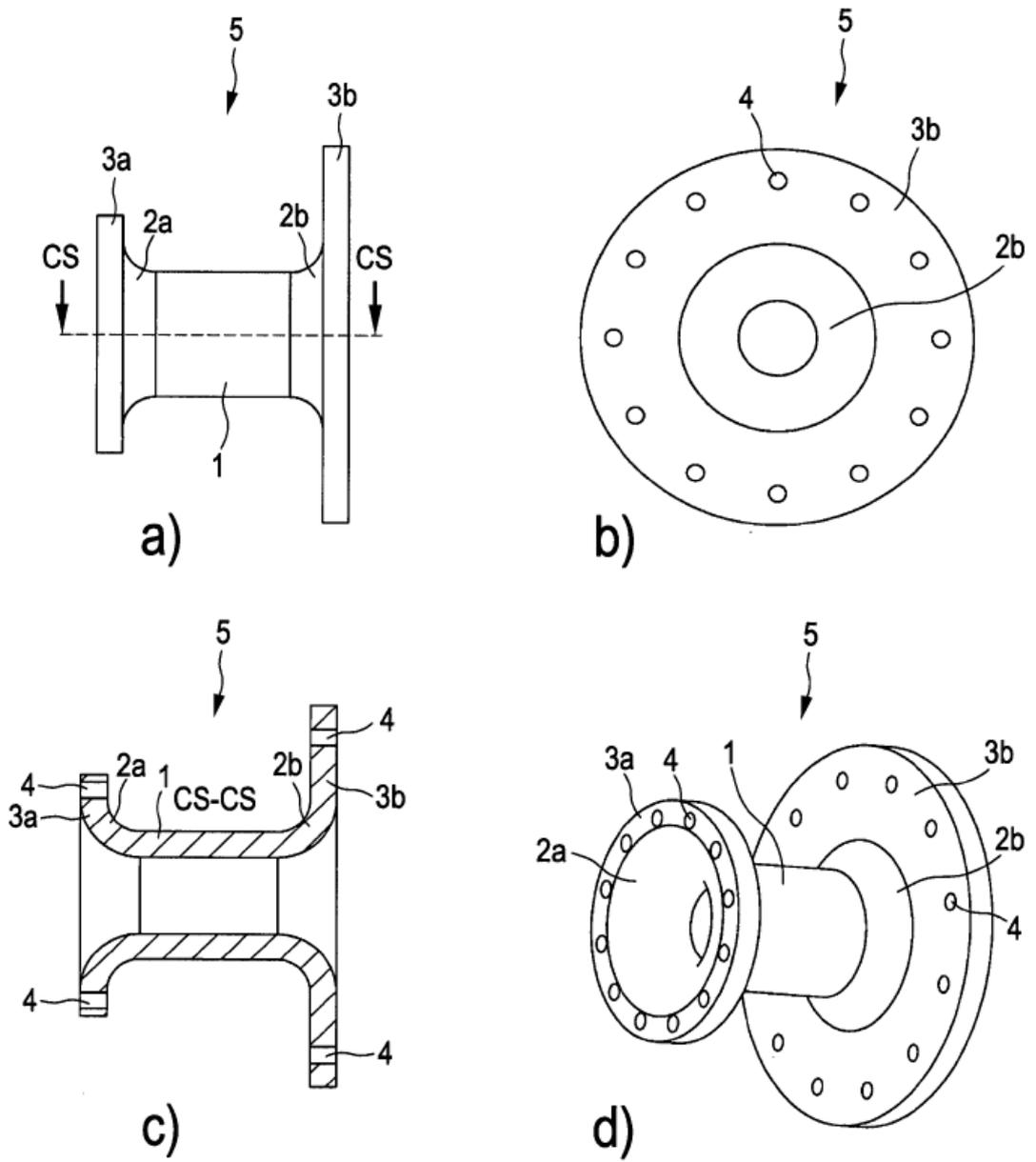


FIG. 3

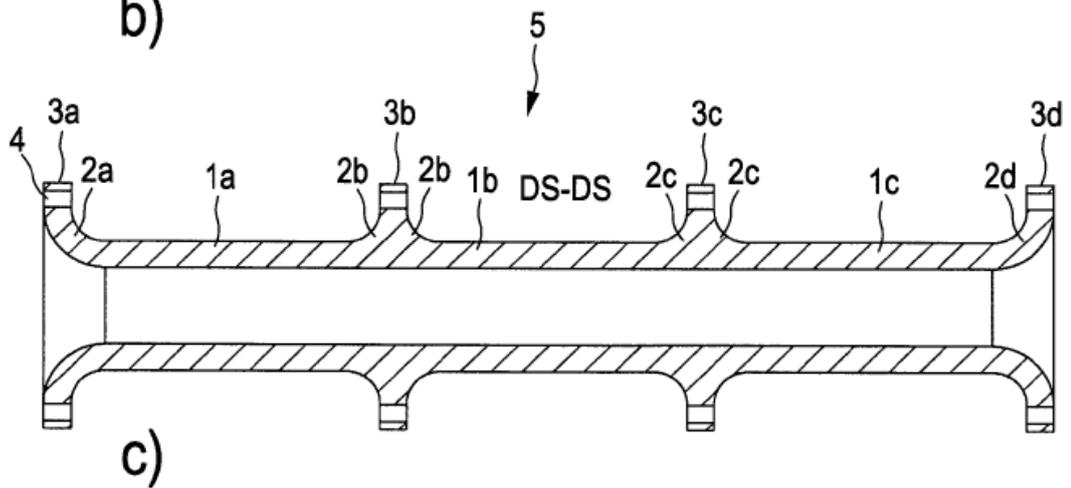
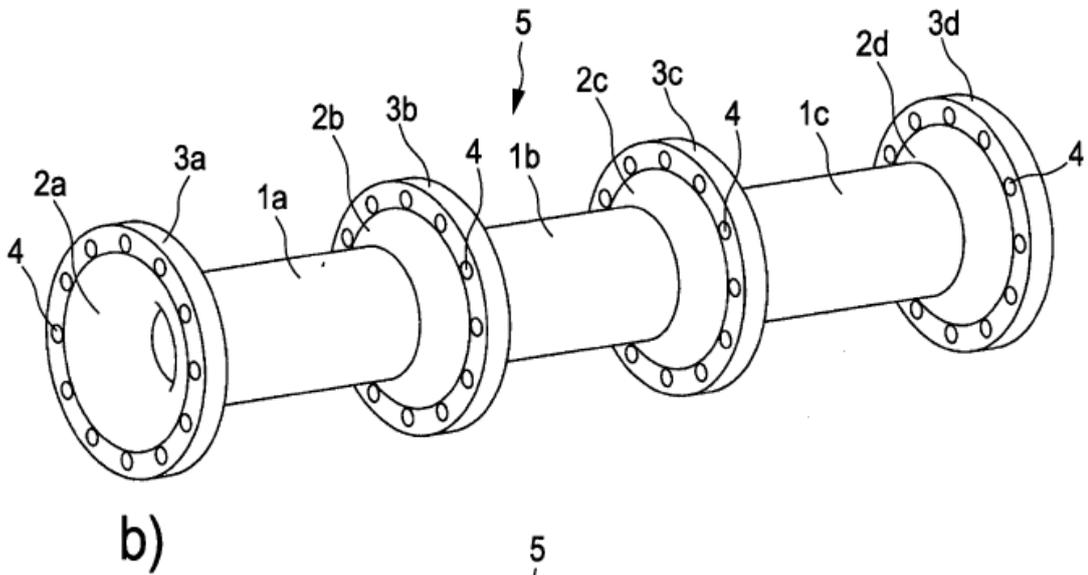
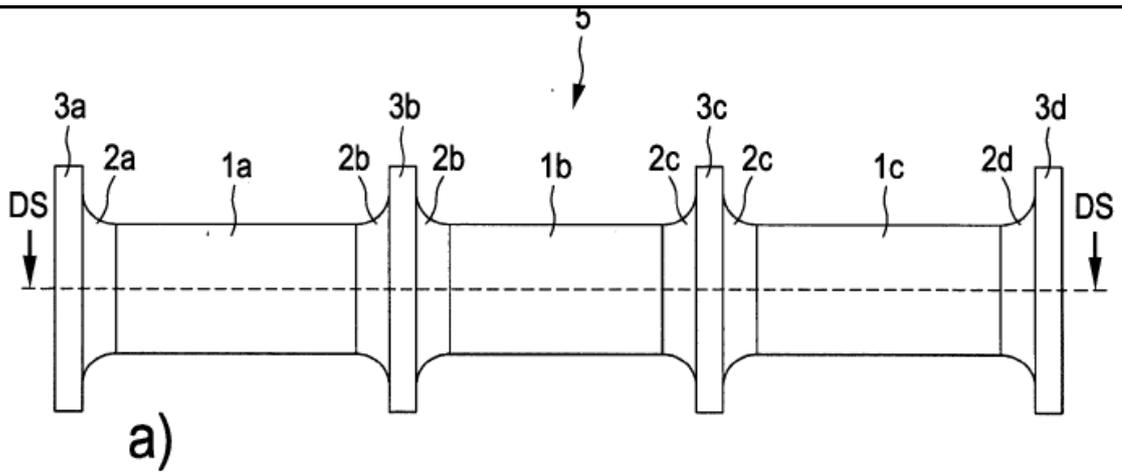


FIG. 4

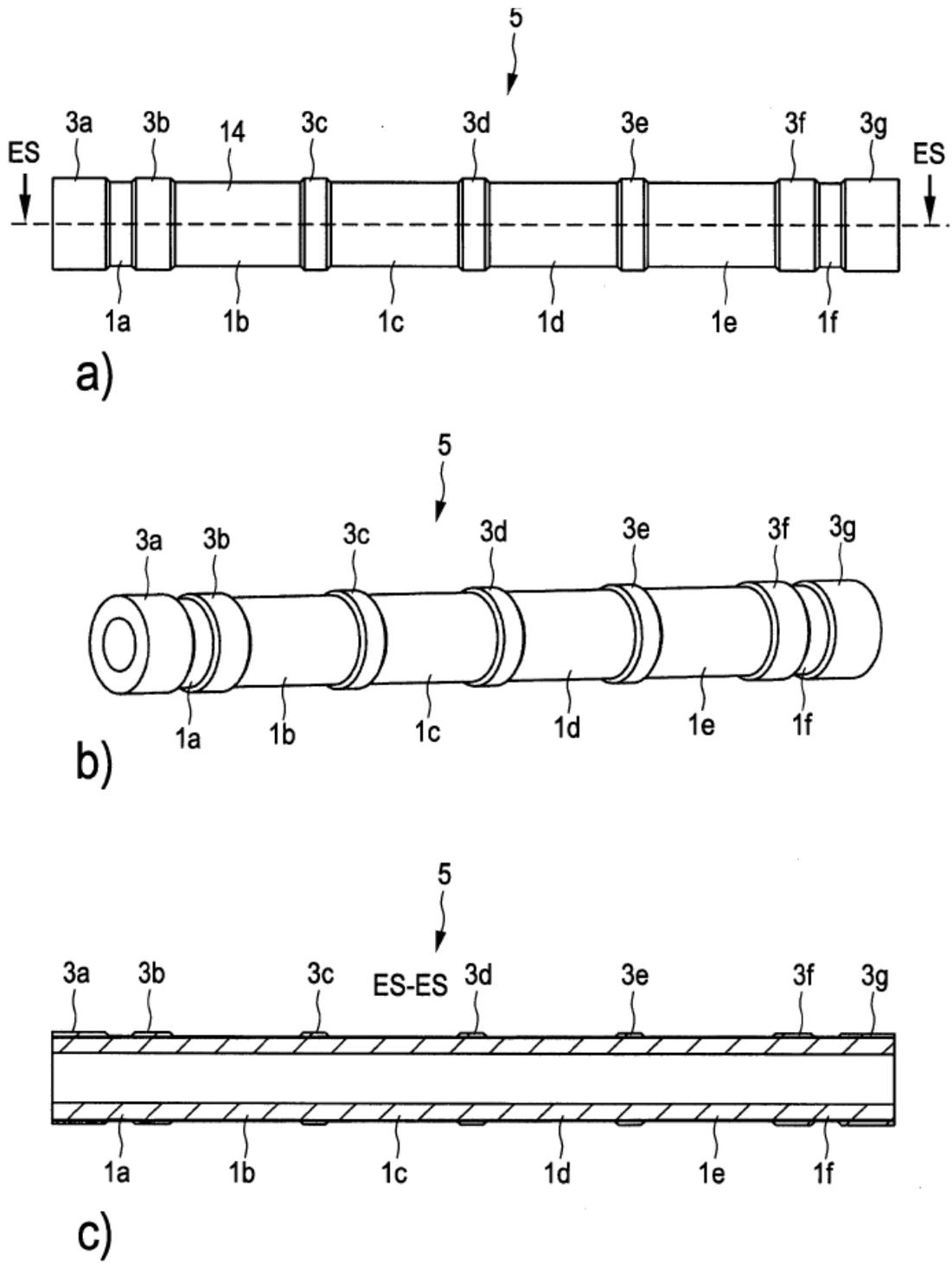


FIG. 5

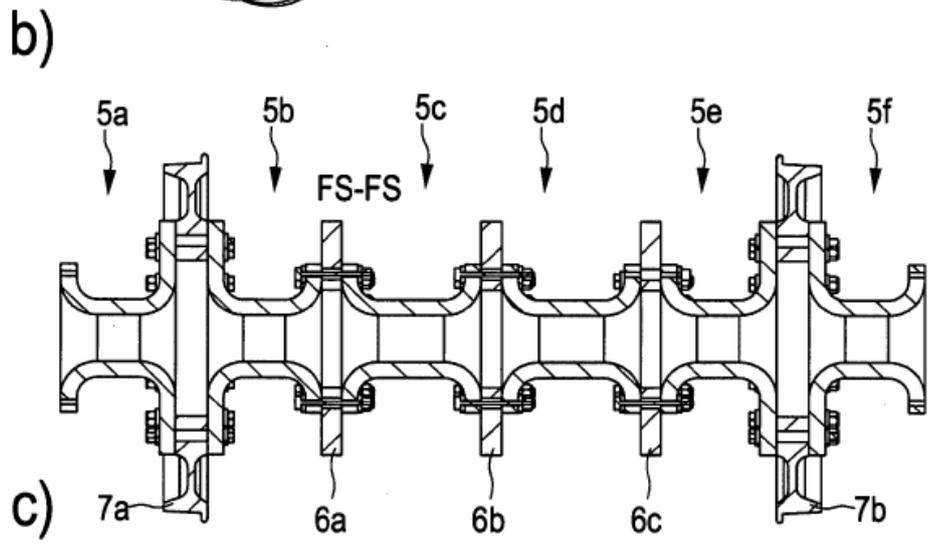
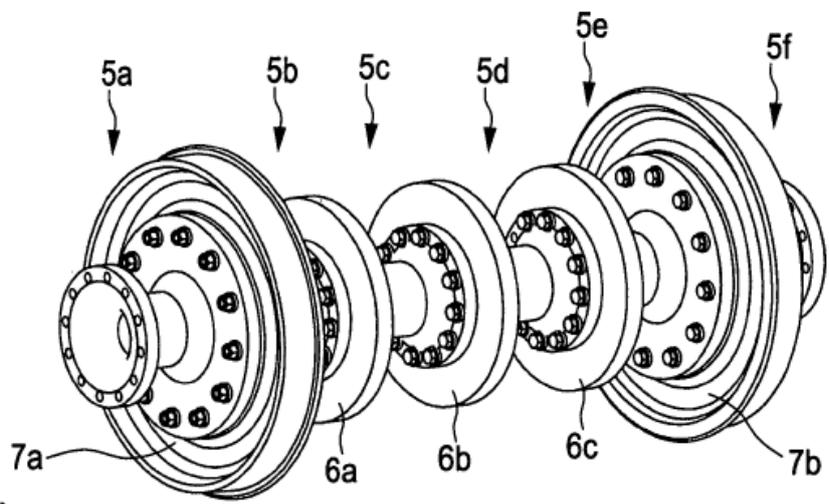
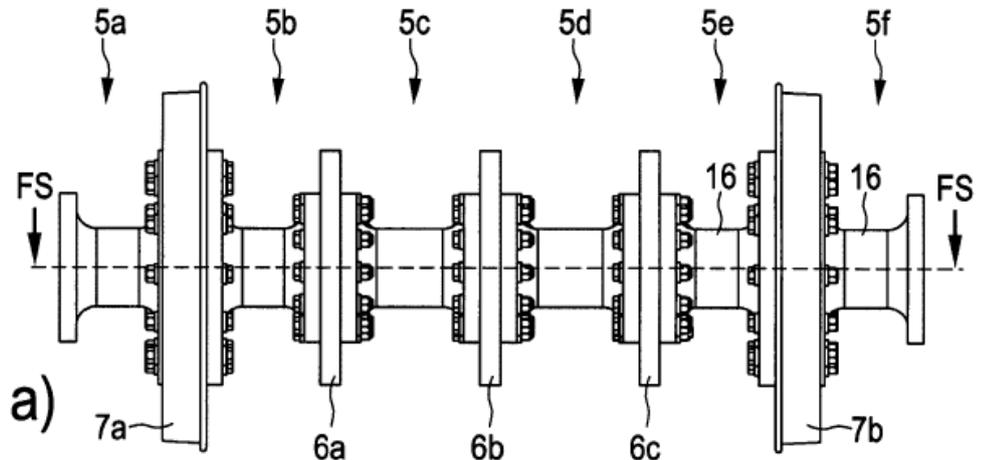


FIG. 6

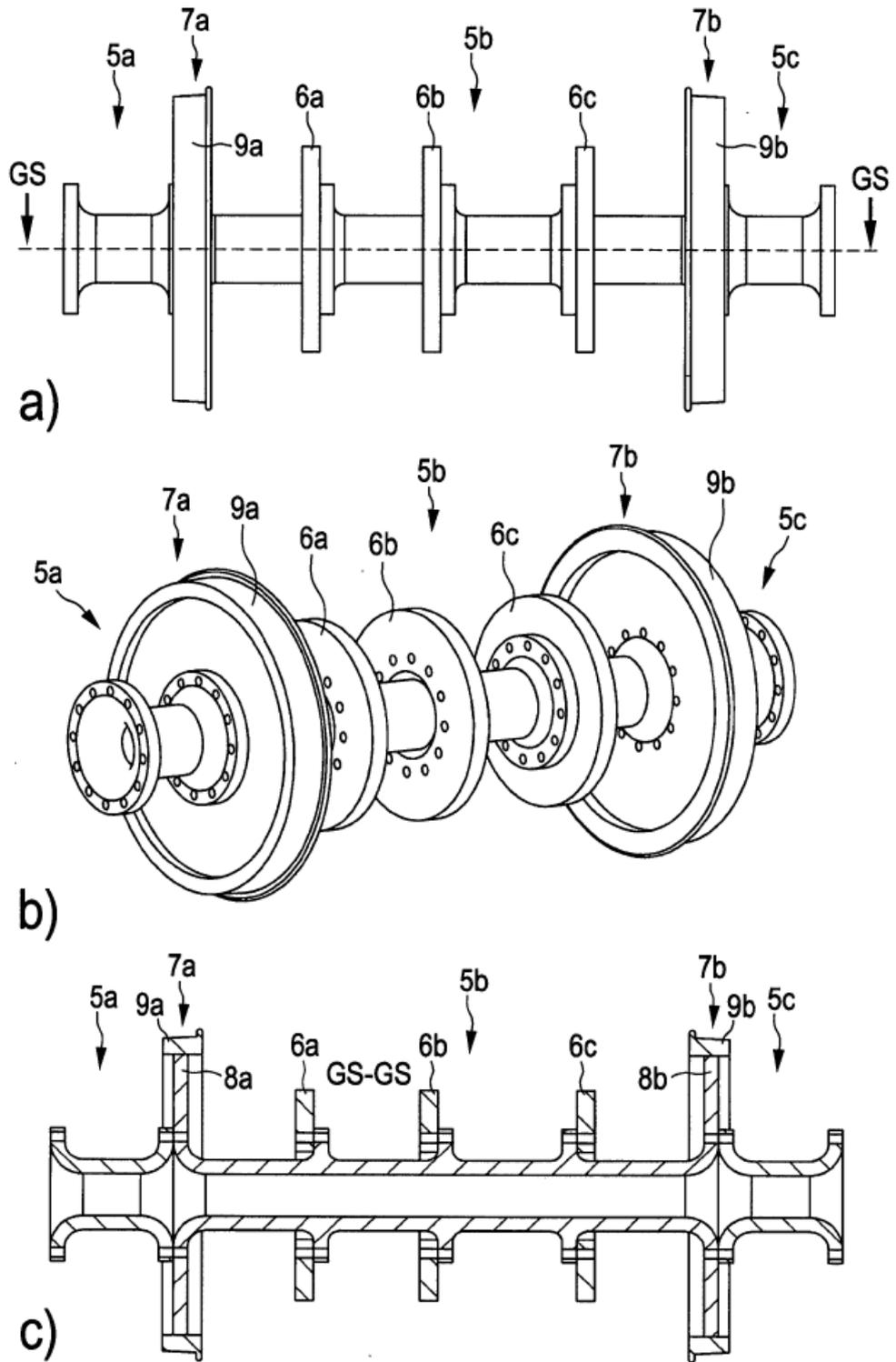


FIG. 7

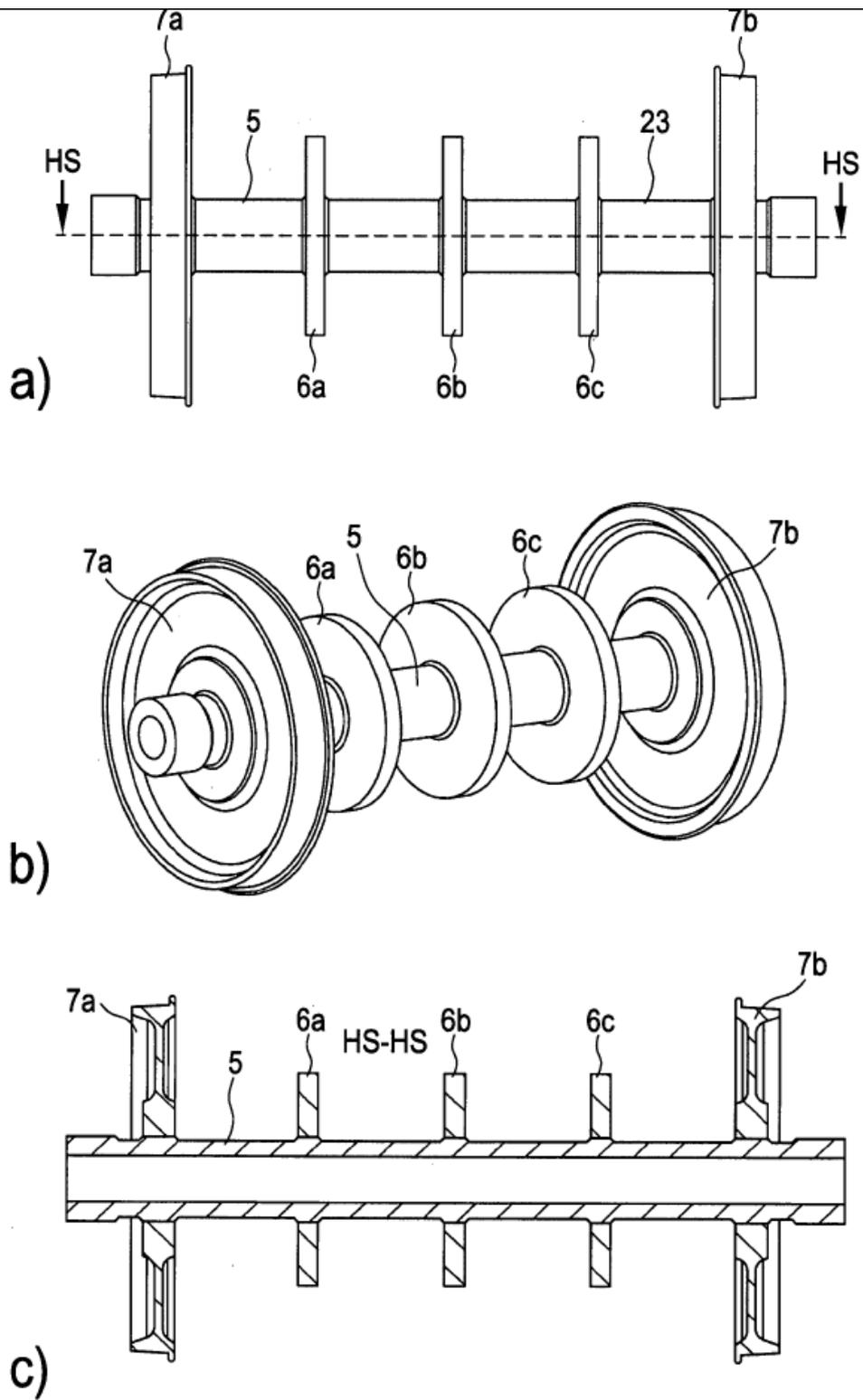


FIG. 8

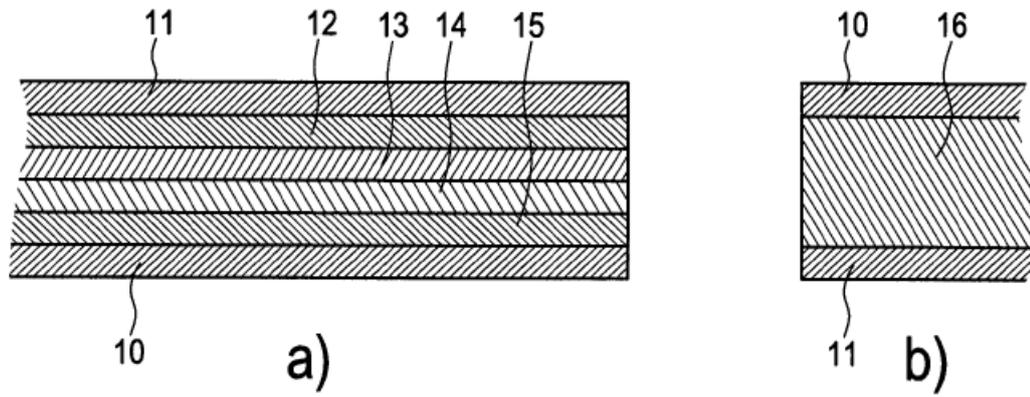


FIG. 9

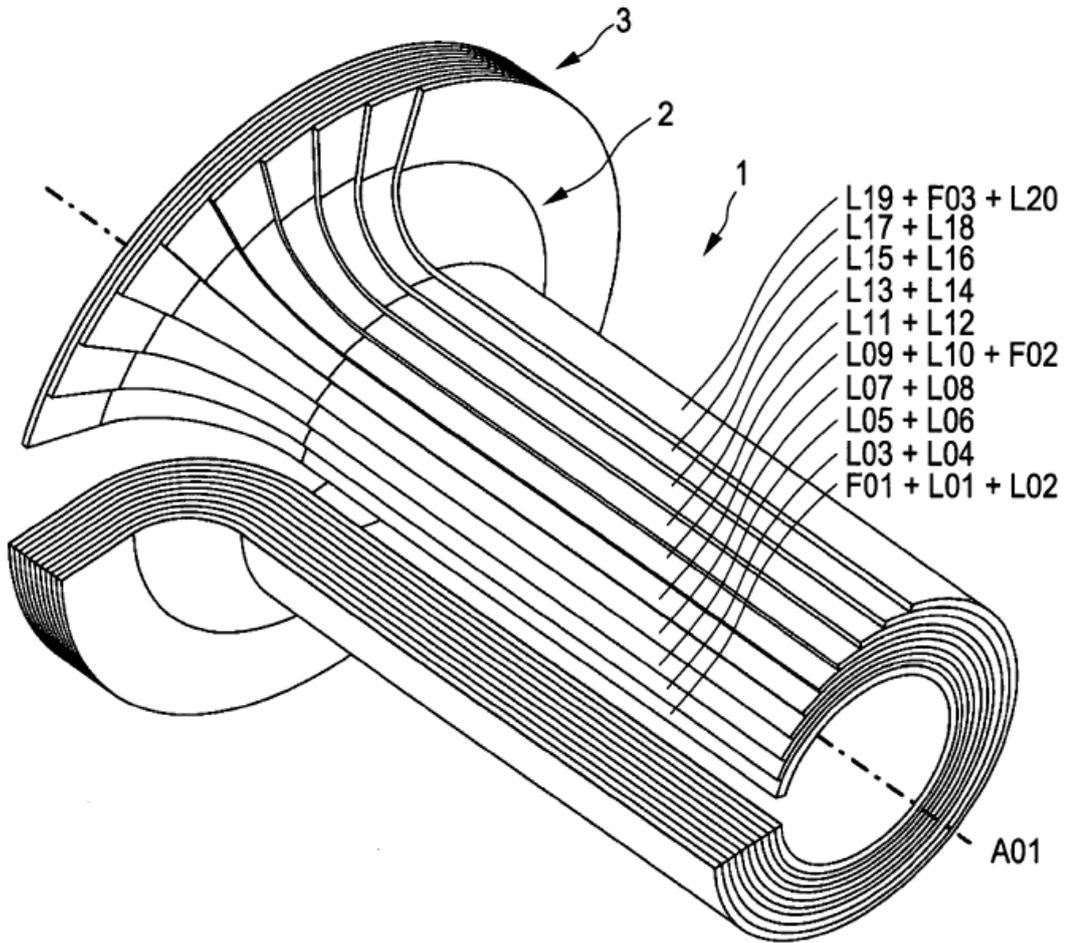


FIG. 10

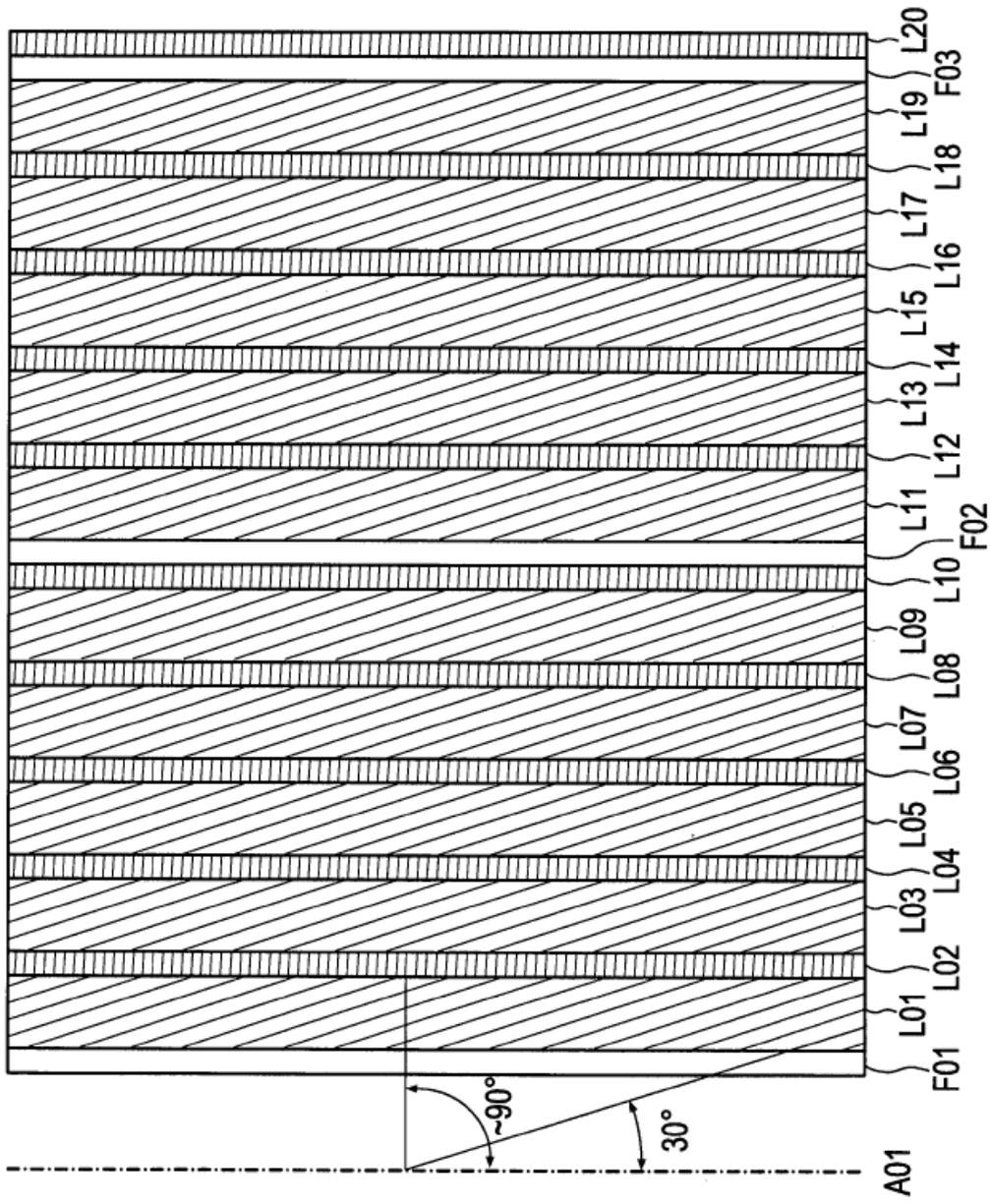


FIG. 11