

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 907 690**

51 Int. Cl.:

B64C 25/12 (2006.01)

B64C 25/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.12.2017** **E 17210957 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.02.2022** **EP 3342703**

54 Título: **Tren de aterrizaje con junta cardán sin rosca**

30 Prioridad:

30.12.2016 US 201615396195

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.04.2022

73 Titular/es:

SAFRAN LANDING SYSTEMS CANADA INC.
(100.0%)
574 Monarch Avenue
Ajax, Ontario L1S 2G8, CA

72 Inventor/es:

SCHMIDT, ROBERT KYLE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 907 690 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

Tren de aterrizaje con junta cardán sin rosca

Antecedentes

5 El diseño de ingeniería del tren de aterrizaje para aeronaves comerciales presenta muchos desafíos. El tren de aterrizaje está unido a la estructura principal de la aeronave y soporta todo el peso de la aeronave durante el aterrizaje y las operaciones en tierra. El tren de aterrizaje debe soportar las fuerzas transitorias recurrentes asociadas con el despegue y, en particular, con el aterrizaje. Es posible que se incurra en fuerzas muy altas en "aterrizajes bruscos", por ejemplo, cuando la aeronave se aproxima al suelo con una velocidad vertical superior a la planificada. Los aterrizajes bruscos pueden deberse a condiciones climáticas adversas, problemas mecánicos, errores del piloto o similares. Durante el vuelo, el tren de aterrizaje está sujeto a sacudidas y fuerzas vibratorias continuas. Durante las operaciones en tierra, el tren de aterrizaje también se puede acoplar para remolcar la aeronave hacia y desde ubicaciones en la terminal.

15 Para disminuir la resistencia y mejorar el rendimiento de una aeronave, el tren de aterrizaje en la mayoría de las aeronaves comerciales está articulado y configurado para retraerse en una bahía de tren de aterrizaje en el cuerpo o el ala de la aeronave durante el vuelo. El tren de aterrizaje retráctil debe poder retraerse fácilmente en la bahía del tren de aterrizaje y desplegarse de manera confiable a una posición bloqueada al acercarse al destino deseado. El tren de aterrizaje retráctil generalmente incluye uno o más soportes plegables (también llamados puntales) que pueden incluir actuadores de bloqueo descendente asociados. Los soportes se despliegan para bloquear de forma segura el tren de aterrizaje en la posición desplegada. Por ejemplo, un tirante lateral proporciona soporte contra cargas laterales. Un puntal de arrastre proporciona soporte contra las cargas delanteras y traseras.

20 El documento EP 2 669 193 A divulga un tren de aterrizaje para una aeronave. El tren de aterrizaje incluye un puntal principal que tiene un receptáculo y un tirante articulado que tiene un primer extremo. Un elemento de pasador cardán está unido de forma pivotante al primer extremo del tirante y comprende una porción de poste cilíndrica dispuesta de forma pivotante en el receptáculo del puntal principal.

25 Sumario

Este resumen se proporciona para presentar una selección de conceptos en una forma simplificada que se describen más adelante en la Descripción detallada. Este resumen no pretende identificar las características clave del objeto reivindicado, ni pretende ser utilizado como ayuda para determinar el ámbito del objeto reivindicado.

30 Un tren de aterrizaje para una aeronave incluye un puntal principal que tiene un receptáculo, un soporte articulado que tiene un primer extremo y un elemento de pasador cardán unido de forma pivotante al primer extremo del soporte. El elemento de pasador cardán tiene una porción de poste cilíndrica que puede pivotar en el receptáculo. La porción de poste cilíndrico define un primer rebaje anular que está ubicado debajo del receptáculo, de modo que el elemento de pasador cardán una de forma pivotante el puntal al puntal principal en una junta cardán. El poste cilíndrico no está roscado. Un retenedor en forma de anillo definido por dos elementos anulares semianulares se acopla de forma deslizante con el primer rebaje anular y define una superficie exterior que tiene una dimensión transversal máxima y define un segundo rebaje anular abierto hacia fuera. Un collarín de bloqueo anular que tiene un primer diámetro interior durante la instalación que es mayor que la dimensión transversal máxima se coloca sobre el segundo rebaje anular y está configurado para contraerse a un segundo diámetro interior que es menor que la dimensión transversal máxima por un cambio de temperatura, de modo que el collarín de bloqueo se acople al segundo rebaje anular, asegurando el retenedor en forma de anillo en el primer rebaje anular.

35 En una realización, el collarín de bloqueo está configurado para calentarse térmicamente a una temperatura suficiente para producir el primer diámetro interior, de modo que el segundo diámetro interior se contrae con el segundo diámetro interior para acoplarse con bloqueo al segundo rebaje anular al enfriarse.

45 En una realización, el collarín de bloqueo comprende una aleación de nitinol y está configurado para contraerse desde el primer diámetro interior hasta el segundo diámetro interior al calentar el collarín de bloqueo a una temperatura suficiente para inducir una transformación martensítica.

En una realización, el collarín de bloqueo anular está configurado para aplicar una fuerza de compresión sobre el primer y segundo elementos anulares semianulares durante el uso.

En una realización, el elemento de pasador cardán no tiene roscas ni estrías.

50 En una realización, el puntal principal es un puntal amortiguador.

En una realización, el puntal principal comprende un cilindro exterior configurado para acoplarse a la estructura primaria de una aeronave, y un cilindro interior que se acopla de forma deslizante con el cilindro exterior, en el que el cilindro interior está configurado para acoplarse a un camión bogie, y en el que los cilindros interior y exterior definen un volumen que contiene un gas y un aceite.

En una realización, el gas es nitrógeno y el aceite es un fluido hidráulico.

Descripción de los dibujos

Los aspectos anteriores y muchas de las ventajas concomitantes de esta invención se apreciarán más fácilmente a medida que se entiendan mejor con referencia a la siguiente descripción detallada, cuando se toma junto con los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 ilustra un tren de aterrizaje retráctil para una aeronave de acuerdo con la presente invención;

La figura 2 es una vista en perspectiva de un tirante para el tren de aterrizaje retráctil mostrado en la figura 1, con una junta cardán cerca de un extremo inferior del tirante, con el puntal principal indicado en línea discontinua;

La figura 3 es una vista detallada en despiece del poste para la junta cardán que se muestra en la figura 2, que incluye un conjunto retenedor de anillo dividido para bloquear pivotantemente el poste cardán en un receptáculo de montaje del puntal amortiguador (no mostrado);

La figura 4 es una vista detallada que muestra el extremo del poste que se muestra en la figura 3, con el retenedor de anillo partido instalado;

La figura 5 es una vista detallada en sección del poste que se muestra en la figura 4 a través de la sección 5-5 indicada en la figura 4;

La figura 6 es una vista detallada que muestra un ejemplo de un poste cardán y retenedor, que no forma parte de la invención;

La figura 7 es una vista detallada que muestra el extremo del poste cardán que se muestra en la figura 6;

La figura 8 es una vista de detalle en sección del poste a través de la sección 8-8 indicada en la figura 7.

Descripción detallada

Una primera realización de un tren de aterrizaje 100 (por ejemplo un tren de aterrizaje principal de dos ruedas) de acuerdo con la presente invención se muestra en una vista ambiental en la figura 1, ubicada debajo del ala 90 de una aeronave 80 (indicado esquemáticamente con línea discontinua), en el que no se muestran detalles que no son relevantes para aspectos novedosos de la presente invención, por claridad, por ejemplo, el actuador de retracción, las líneas hidráulicas y los componentes del sistema de control.

El tren de aterrizaje 100 incluye un puntal amortiguador principal 110 que tiene un extremo inferior 101 soportado sobre un eje 102 o un tren de aterrizaje con ruedas que monta una pluralidad de ruedas 92, y un extremo superior 103 que está conectado pivotantemente al fuselaje. Un camión bogie ejemplar se describe en la Patente US n.º 8.651.417 de Hilliard et al. El puntal amortiguador 110 ilustrado en la figura 1 puede ser un puntal amortiguador híbrido neumático e hidráulico 110, a veces denominado puntal oleo (o puntal oleo neumático) que se conoce en la técnica. El puntal oleo incluye una parte inferior que comprende un cilindro interior (también llamado pistón) 104 que está unido al eje 102 o al camión bogie que monta una o más ruedas 92, y una porción superior que comprende un cilindro exterior 106 que recibe el cilindro interior de forma deslizante 104. Los cilindros 104, 106 pueden mantenerse alineados con un conjunto de tijera o enlace de torsión 94.

Los cilindros 104, 106 están llenos de gas y aceite. Por lo general, el gas es nitrógeno, que es relativamente inerte, y el aceite es un fluido hidráulico. Una o más restricciones de flujo (no mostradas), por ejemplo, una placa transversal que tiene un pequeño orificio divide el volumen interior definido por los cilindros 104, 106 en dos cámaras. Cuando las ruedas 92 entran en contacto con el suelo durante los aterrizajes, el impulso y el peso de la aeronave fuerzan al cilindro inferior 104 a deslizarse más hacia arriba en el cilindro superior 106 comprimiendo el volumen cerrado. El gas nitrógeno actúa como un resorte, absorbiendo por compresión parte de la energía del aterrizaje. Además, el cilindro inferior 104 fuerza el aceite a través de la(s) restricción(es) de flujo, disipando así gran parte de la energía en forma de trabajo y calor, y reduciendo la tendencia de la aeronave 80 a rebotar durante los aterrizajes.

El tren de aterrizaje 100 que se muestra en la figura 1 incluye un soporte 120 que tiene un enlace superior 121 que está unido de forma pivotante a un enlace inferior 122. El soporte 120 se extiende durante el despliegue del tren de aterrizaje 100 y asegura el puntal amortiguador 110 en la posición desplegada. El extremo superior del tirante 120 está unido al fuselaje, y el extremo inferior del tirante 120 está unido cerca de un extremo inferior del cilindro superior 106 del montante amortiguador 110 en una junta de pasador cardán 150, como se explica con más detalle debajo.

También se muestra un soporte de bloqueo 130 e incluye un primer enlace 131 que está conectado de manera pivotante a un segundo enlace 132. Un extremo opuesto del primer enlace 131 está conectado de forma pivotante cerca de un extremo superior del cilindro superior 106, y un extremo opuesto del segundo enlace 132 está conectado de forma pivotante al enlace superior 121 del tirante 120, cerca de la conexión al tirante inferior enlace 122. Un actuador de enlace descendente 140 está conectado de forma pivotante cerca de un extremo superior del enlace superior 121 del tirante, y conectado de forma pivotante al segundo enlace 132 del tirante de bloqueo.

La junta de pasador cardán 150 comprende un elemento de pasador 151 que tiene una porción de extremo inferior cilíndrica o poste 152 y una porción superior en ángulo 153. La porción superior en ángulo 153 está configurada para conectarse de forma pivotante con el extremo inferior del enlace inferior 122 del tirante 120.

5 El poste cilíndrico 152 está dimensionado para insertarse en y a través de una abertura cilíndrica en un receptáculo 160 formado en el cilindro superior 106 del puntal amortiguador 110, de modo que el elemento de pasador 151 pueda pivotar en el receptáculo 160 alrededor de un eje que es generalmente paralelo al eje del puntal amortiguador 110.

10 En el tren de aterrizaje retráctil de la técnica anterior, el elemento de pasador de la junta de pasador cardán se asegura en el receptáculo usando una conexión roscada (por ejemplo, con una tuerca de retención). Debido a que la tuerca es el dispositivo de bloqueo en una junta giratoria, las buenas prácticas de diseño (y los estándares de certificación típicos) requieren un segundo dispositivo de bloqueo independiente. En los sistemas de la técnica anterior, una placa de bloqueo acanalada se desliza sobre las acanaladuras del pasador cardán y luego se bloquea en su lugar atornillando la placa de bloqueo a la tuerca de retención. Las roscas y estrías en la junta de pasador cardán de la técnica anterior son un factor limitante en el diseño del tren de aterrizaje.

15 Por lo general, los componentes de la junta están hechos de aceros de resistencia a la tracción ultra alta, y las roscas y las estrías se corroerán con el uso. La junta de pasador cardán convencional para el tren de aterrizaje requiere inspección y revisión/servicio regulares. Además, las roscas y estrías en la junta limitan la adopción de varias clases de materiales resistentes a la corrosión, como aceros resistentes a la corrosión y titanio, debido a que estos materiales se desgastan y se agrietan cuando se usan en arreglos roscados. Los intentos previos para
20 resolver este problema incluyen el uso de revestimientos preventivos de la corrosión, tales como cadmio o zinc-níquel, por ejemplo, y/o el uso de compuestos antiexcoriación o materiales diferentes para los materiales sensibles a la excoiación. Sin embargo, tales métodos no han sido efectivos. Se ha encontrado corrosión en servicio en juntas de pasadores cardán incluso cuando se han aplicado dichos revestimientos. Se cree que la corrosión es el resultado del desgaste de los revestimientos cuando se utilizan en características roscadas y/o estriadas. Además, aunque el
25 uso de materiales diferentes puede evitar la excoiación, también pueden provocar problemas de corrosión galvánica. También se apreciará que las características de roscas y estrías pueden dar como resultado una concentración de tensión no deseada en los componentes.

30 Como se ve en las figuras 1-5, el tren de aterrizaje 100 utiliza una nueva junta de pasador cardán sin rosca 150 que no requiere roscas ni estrías. En particular, el elemento de pasador cardán 151 tiene un poste cilíndrico 152 que incluye un canal anular exterior o rebaje 154 cerca de un extremo del poste cilíndrico 152. Un anillo partido (véanse las figuras 3-5) que comprende un par de anillos semianulares 155A, 155B está configurado para encajar en el rebaje anular 154. Los anillos semianulares 155A, 155B tienen un tamaño tal que cuando los extremos correspondientes de los anillos semianulares 155A, 155B se apoyan como se muestra en la figura 4, el diámetro interior definido por los anillos semianulares 155A, 155B contiguos es mayor que o igual al diámetro del rebaje
35 anular 154 y es menor que el diámetro de las porciones del poste 152 adyacentes al rebaje anular 154.

Los anillos semianulares 155A, 155B incluyen además canales relativamente estrechos o rebajes anulares 156 en su superficie exterior que conjuntamente definen un segundo rebaje anular 156. Un elemento de anillo o collarín de bloqueo 157 está configurado con un diámetro interior para enganchar con bloqueo el segundo rebaje anular 156.

40 El collarín de bloqueo 157 está formado por un material que puede procesarse térmicamente para encajar en el segundo rebaje anular 156. Por ejemplo, en una realización, el collarín de bloqueo está formado por una aleación de níquel titanio, a veces denominada nitinol, que tiene una propiedad de memoria de forma. En particular, las propiedades inusuales del nitinol se deben a una transformación martensítica reversible entre dos fases cristalinas de martensita diferentes. Para la presente aplicación, el collarín de bloqueo 157 puede formarse con un diámetro interior que permita que el collarín de bloqueo reciba los anillos semianulares contiguos 155A, 155B para posicionar
45 el collarín de bloqueo sobre el segundo rebaje anular 156. El collarín de bloqueo 157 puede luego calentarse para inducir una transformación de fase que hace que el collarín de bloqueo 157 se contraiga, reduciendo el diámetro de modo que el collarín de bloqueo 157 quede asegurado en el segundo rebaje anular 156. Por ejemplo, el material adecuado para el collarín de bloqueo 157 está disponible en Intrinsic Devices Incorporated, San Francisco, CA, comercializado bajo la marca UniLok™.

50 En otra realización, el collarín de bloqueo está formado por un metal más convencional que tiene un coeficiente de expansión térmica lo suficientemente grande como para que el collarín de bloqueo 157 pueda expandirse térmicamente hasta un diámetro interior mayor que el diámetro exterior de los anillos semianulares ensamblados 155A, 155B. Después de que el collarín de bloqueo calentado 157 se coloque en el segundo rebaje anular 156 y se permita que se enfríe de tal manera que el diámetro del collarín de bloqueo 157 vuelva a un diámetro previamente
55 expandido de modo que el collarín de bloqueo 157 quede capturado en el segundo rebaje anular 156.

En una realización, el collarín de bloqueo 157 está dimensionado con un diámetro interior tal que el collarín de bloqueo 157 aplica una fuerza de sujeción a los anillos semianulares contiguos 155A, 155B.

Aunque en la realización actual los anillos semianulares 155A, 155B tienen una superficie exterior circular, se contempla que la superficie exterior pueda ser alternativamente no circular. Para instalar el collarín de bloqueo 157 en el segundo rebaje anular 156, es preferible que el collarín de bloqueo esté configurado para expandirse térmicamente lo suficiente como para que el diámetro interior del collarín de bloqueo 157 tenga un diámetro que sea mayor que la dimensión transversal máxima conjuntamente definido por el primer y segundo anillos semianulares 155A, 155B.

El elemento de pasador cardán 151 se puede unir de forma pivotante al puntal principal 110 insertando el poste cilíndrico 152 del elemento de pasador 151 en el receptáculo del puntal principal 160 de manera que el rebaje anular 154 se extienda por debajo del receptáculo 160. Los anillos semianulares 155A, 155B luego se colocan en el rebaje 154. El collarín de bloqueo 157 se calienta lo suficiente, se coloca sobre el segundo rebaje anular 156 y se deja enfriar de modo que el collarín de bloqueo 157 se acople al segundo rebaje anular 156, de modo que los anillos semianulares 155A, 155B se bloqueen en el rebaje anular en el poste cilíndrico 152.

Una ventaja de este método de unión es que el collarín de bloqueo 157 puede diseñarse de manera óptima para proporcionar las tensiones circunferenciales deseadas para retener los anillos semianulares 155A, 155B en el rebaje 156. En particular, el collarín de bloqueo 157 no tiene que reaccionar a las fuerzas axiales relacionadas con la retención del poste cilíndrico 152 en el receptáculo 160 (estas fuerzas son manejadas por los anillos semianulares 155A, 155B).

Las figuras 6 a 8 ilustran el poste y la porción de retención para un ejemplo de un conjunto de tren de aterrizaje, que no forma parte de la invención. En este ejemplo, el conjunto del tren de aterrizaje es similar al conjunto del tren de aterrizaje 100 descrito anteriormente, excepto que el mecanismo para bloquear de manera pivotante el poste cilíndrico 152 del elemento de pasador 151 usa un solo elemento de anillo 255, en lugar de un anillo dividido con un collarín de bloqueo separado. Las descripciones de otros aspectos del tren de aterrizaje no se repetirán, por brevedad y claridad.

La figura 6 muestra una vista despiezada del poste cilíndrico 152 con el rebaje anular 154, la figura 7 muestra una vista ensamblada del ensamblaje del poste y la figura 8 muestra una vista en sección del ensamblaje del poste. En este ejemplo, el elemento de anillo anular 255 tiene un diámetro interior que es aproximadamente igual al diámetro del rebaje anular 154. El elemento anular 255 está formado por un material que tiene un coeficiente de expansión térmica lo suficientemente grande como para que el elemento anular 255 pueda expandirse térmicamente de manera que el diámetro interior sea mayor que el diámetro exterior del poste cilíndrico 152 distal del rebaje anular 154, o de un material con memoria de forma de nitinol y configurado de manera que el elemento anular 255 se contraerá desde el primer diámetro interior hasta el segundo diámetro interior al calentar el collarín de bloqueo a una temperatura suficiente para inducir una transformación martensítica.

En el ejemplo de expansión térmica, el elemento anular 255 se calienta para encajar sobre el extremo del poste 152 y se coloca en el rebaje anular 154. Se permite que el elemento anular 255 se enfríe, por lo que el elemento anular 255 queda atrapado en el rebaje anular 154. En una realización, el elemento anular 255 está dimensionado con un diámetro interior tal que cuando el elemento anular 255 y el poste 152 están a una temperatura de diseño, el elemento anular 255 aplica una fuerza de sujeción al poste 152.

En el ejemplo de nitinol, el elemento anular 255 se forma para encajar sobre el extremo del poste 152 y se coloca en el rebaje anular 154. Luego, el elemento anular 255 se calienta para inducir la transformación martensítica de modo que el elemento anular 255 se acople de manera segura al rebaje anular 154.

Aunque se han ilustrado y descrito realizaciones ilustrativas, se apreciará que se pueden realizar diversos cambios en las mismas sin apartarse del ámbito de la invención que se define en las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un tren de aterrizaje (100) para una aeronave (80), comprendiendo el tren de aterrizaje:
un puntal principal (110) que tiene un receptáculo (160);
un tirante articulado (120) que tiene un primer extremo; y
- 5 un elemento de pasador cardán (151) unido de forma pivotante al primer extremo del tirante articulado y que comprende además una porción de poste cilíndrica (152) dispuesta de forma pivotante en el receptáculo del puntal principal (160),
caracterizado por que la porción de poste cilíndrico define un primer rebaje anular (154) dispuesto debajo del receptáculo, de modo que el elemento de pasador cardán une de forma pivotante el puntal al puntal principal en una junta de pasador cardán (150), y
- 10 **por que** el tren de aterrizaje comprende, además:
un retenedor en forma de anillo que comprende un primer elemento anular semianular (155A) y un segundo elemento anular semianular (155B) de manera que el primer y el segundo elementos anulares semianulares se acoplan de manera deslizante con el primer rebaje anular definiendo cooperativamente una superficie radialmente exterior, teniendo el retenedor en forma de anillo una dimensión transversal máxima, en el que el retenedor en forma de anillo define un segundo rebaje anular abierto hacia afuera (156); y
- 15 un collarín de bloqueo anular (157) que tiene un primer diámetro interior que es mayor que la dimensión transversal máxima del retenedor en forma de anillo durante la instalación, de modo que el collarín de bloqueo anular se puede colocar sobre el segundo rebaje anular, y en el que el collarín de bloqueo anular es configurado para contraerse a un segundo diámetro interior que es menor que la dimensión transversal máxima del retenedor en forma de anillo por un cambio en la temperatura del collarín de bloqueo, de modo que el collarín de bloqueo anular se acopla con bloqueo al segundo rebaje anular.
- 20
- 25 2. El tren de aterrizaje de la reivindicación 1, en el que el collarín de bloqueo está configurado para calentarse térmicamente a una temperatura suficiente para producir el primer diámetro interior, en el que el collarín de bloqueo se contrae al segundo diámetro interior para acoplarse con bloqueo al segundo rebaje anular al enfriarse a temperatura ambiente.
3. El tren de aterrizaje de la reivindicación 1, en el que el collarín de bloqueo comprende una aleación de nitinol y está configurado para contraerse desde el primer diámetro interior al segundo diámetro interior al calentar el collarín de bloqueo a una temperatura suficiente para inducir una transformación martensítica.
- 30 4. El tren de aterrizaje de la reivindicación 1, en el que el collarín de bloqueo anular está configurado para aplicar una fuerza de compresión sobre el primer y el segundo elementos anulares semianulares durante el uso.
5. El tren de aterrizaje de la reivindicación 1, en el que el elemento de pasador cardán no tiene roscas.
6. El tren de aterrizaje de la reivindicación 5, en el que el elemento de pasador cardán no tiene ranuras.
- 35 7. El tren de aterrizaje de la reivindicación 1, en el que el puntal principal es un puntal amortiguador.
8. El tren de aterrizaje de la reivindicación 1, en el que el puntal principal comprende un cilindro exterior (106) configurado para acoplarse a la estructura principal de una aeronave, y un cilindro interior (104) que se acopla de forma deslizante con el cilindro exterior, en el que el cilindro interior está configurado para acoplarse a un camión bogie, y en el que los cilindros interior y exterior definen un volumen que contiene un gas y un aceite.
- 40 9. El tren de aterrizaje de la reivindicación 8, en el que el gas es nitrógeno y el aceite es un fluido hidráulico.
10. Un método para ensamblar un tren de aterrizaje (100) para una aeronave (80), comprendiendo el tren de aterrizaje: un puntal principal (110) que tiene un receptáculo (160), y un soporte articulado (120) que tiene un primer extremo, comprendiendo el método:
unir de forma pivotante un pasador cardán (151) al primer extremo del tirante articulado, en el que el elemento de pasador cardán comprende una porción de poste cilíndrica (152); y
- 45 insertar la porción de poste cilíndrica en el receptáculo del puntal principal de tal manera que el elemento del pasador cardán una de forma pivotante el tirante al puntal principal en una junta de pasador cardán, **caracterizado por que** la porción de poste cilíndrica define un primer rebaje anular (154) dispuesto debajo del receptáculo, y
- 50 **por que** el método comprende, además:

- 5 insertar de manera deslizable un retenedor en forma de anillo que comprende un primer elemento de anillo semianular (155A) y un segundo elemento de anillo semianular (155B) en el primer rebaje anular de manera que el primer y el segundo elementos de anillo semianular se acoplen de manera deslizable al primer elemento anular ahuecar y definir cooperativamente una superficie radialmente exterior, teniendo el retenedor en forma de anillo una dimensión transversal máxima; y
- 10 bloquear el retenedor en forma de anillo en el primer rebaje anular con un collarín de bloqueo anular (157) que tiene un primer diámetro interior que es mayor que la dimensión transversal máxima del retenedor en forma de anillo durante la instalación, de modo que el collarín de bloqueo anular se puede colocar sobre el segundo rebaje anular (156), y en el que el collarín de bloqueo anular está configurado para contraerse a un segundo diámetro interior que es menor que la dimensión transversal máxima del retenedor en forma de anillo por un cambio en la temperatura del collarín de bloqueo, de modo que el collarín de bloqueo anular se acopla con bloqueo al segundo rebaje anular.
- 15 11. El método de la reivindicación 10, en el que el collarín de bloqueo está configurado para calentarse térmicamente a una temperatura suficiente para producir el primer diámetro interior, en el que el collarín de bloqueo se contrae al segundo diámetro interior para encajar con bloqueo en el segundo rebaje anular al enfriarse a temperatura ambiente.
- 20 12. El método de la reivindicación 10, en el que el collarín de bloqueo comprende una aleación de nitinol y está configurado para contraerse desde el primer diámetro interior al segundo diámetro interior al calentar el collarín de bloqueo a una temperatura suficiente para inducir una transformación martensítica.

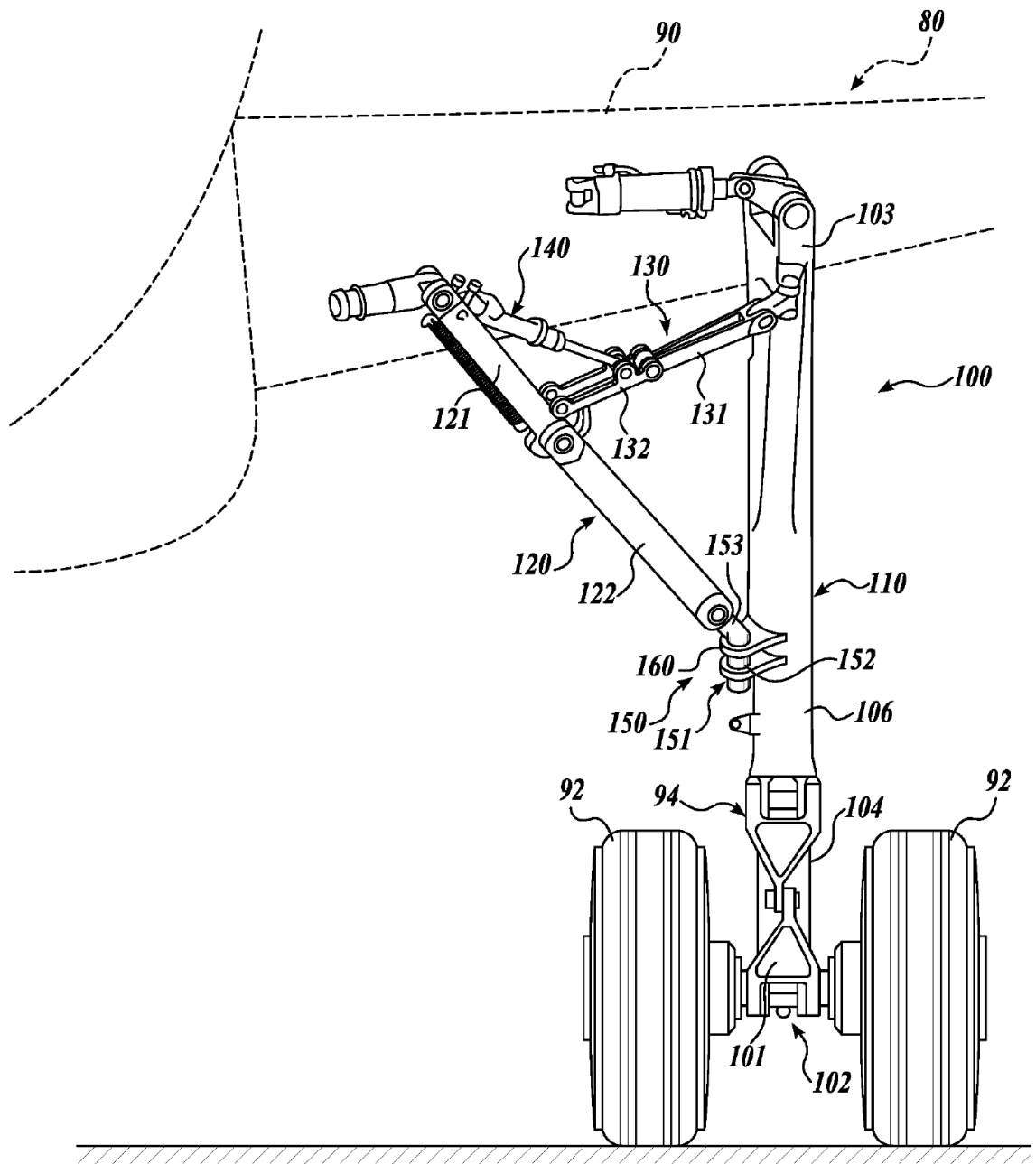


Fig. 1.

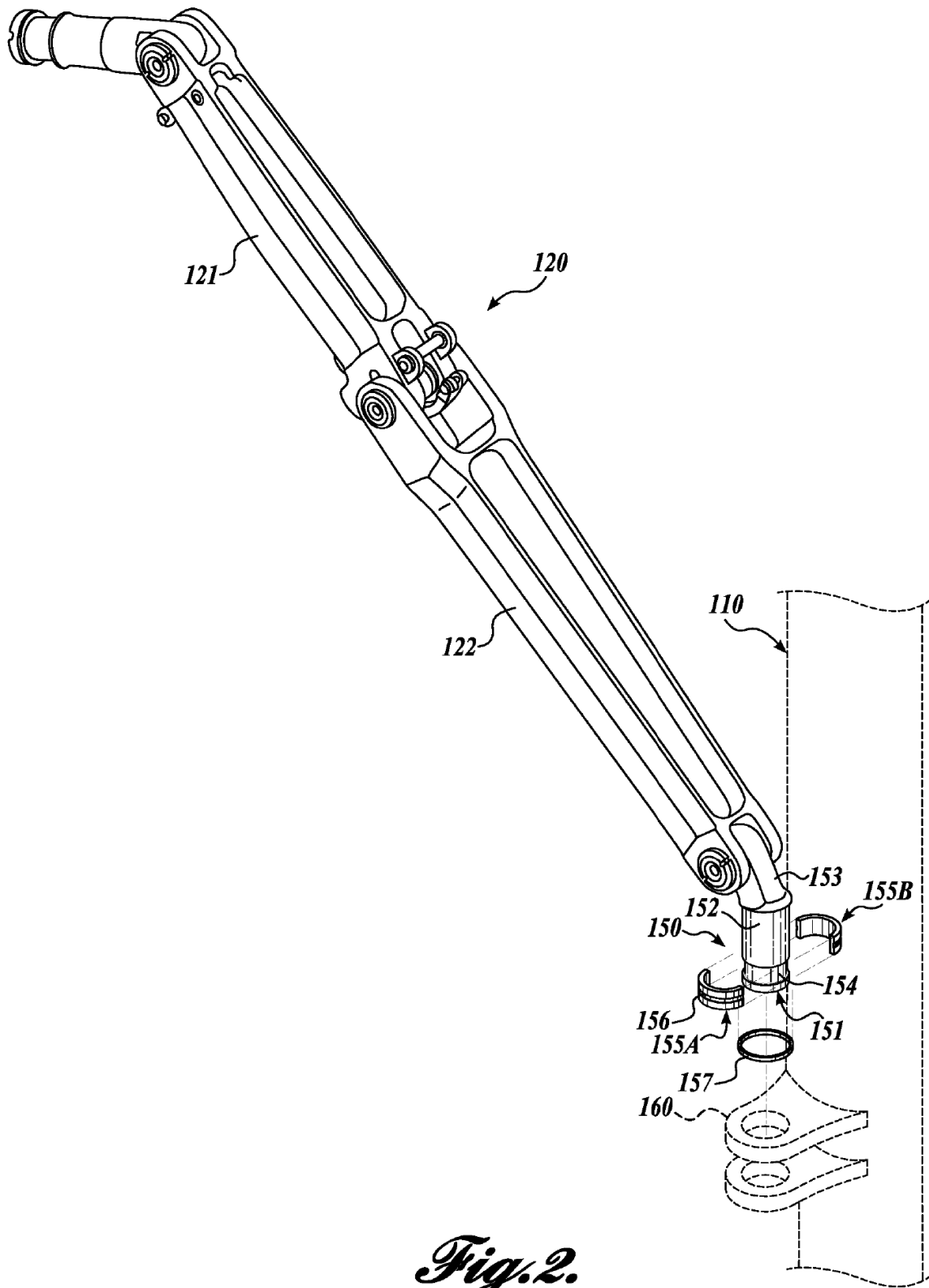


Fig. 2.

