(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 982 487**

(51) Int. Cl.:

C21D 9/00	(2006.01)	***C22C 38/24***	(2006.01)
B62D 55/205	(2006.01)	***C22C 38/26***	(2006.01)
C23C 8/26	(2006.01)	***C22C 38/28***	(2006.01)
C23C 8/38	(2006.01)	***C22C 38/34***	(2006.01)
C23C 8/50	(2006.01)	***C22C 38/38***	(2006.01)
C21D 1/18	(2006.01)	***C21D 1/06***	(2006.01)
C22C 38/02	(2006.01)	***B62D 55/21***	(2006.01)
C22C 38/04	(2006.01)		
C22C 38/06	(2006.01)		
C22C 38/22	(2006.01)		

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.09.2017 E 20169143 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2024 EP 3696289**

(54) Título: **Pasador de oruga nitrurado para conjunto de cadenas de oruga de una máquina, conjunto de cadenas de oruga y método de fabricación del pasador de oruga**

(30) Prioridad:

13.10.2016 US 201615292985

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.10.2024

(73) Titular/es:

CATERPILLAR INC. (100.0%)
100 N.E. Adams Street
Peoria, IL 61629, US

(72) Inventor/es:

BIERMAN, ROBERT;
MEYER, ROBERT y
BIRKY, ZACHARY S.

(74) Agente/Representante:

DEL VALLE VALIENTE, Sonia

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

Pasador de oruga nitrurado para conjunto de cadenas de oruga de una máquina, conjunto de cadenas de oruga y método de fabricación del pasador de oruga

Campo técnico

Esta descripción de patente se refiere de forma general a un conjunto de cadena de oruga para una máquina de tipo oruga y, más especialmente, a un pasador de oruga para su uso en un conjunto de cadena de oruga de la máquina.

Antecedentes

Las máquinas de tipo oruga tienen un uso extendido en la construcción, minería, silvicultura y otras industrias similares. El tren de rodaje de dichas máquinas de tipo oruga utiliza unidades de oruga, en lugar de ruedas, para obtener una propulsión en contacto con el terreno. Dichas unidades de oruga pueden ser preferidas en entornos en donde la creación de suficiente tracción es problemática, tal como los que se encuentran frecuentemente en las industrias identificadas anteriormente. De forma específica, en lugar de rodar a través de una superficie de trabajo sobre ruedas, las máquinas de tipo oruga utilizan uno o más conjuntos de oruga que incluyen un bucle sin fin de eslabones de oruga conectados, que definen unas superficies exteriores, que soportan unas zapatas de oruga en contacto con el terreno, y unas superficies interiores, que se desplazan alrededor de uno o más elementos giratorios en contacto con la oruga, tales como, por ejemplo, ruedas motrices, ruedas guía, tensores y rodillos.

Diseños típicos de conjuntos de cadena de oruga incluyen un pasador de oruga conectado de forma fija o giratoria a un par de eslabones de cadena y un casquillo situado de forma giratoria entre los eslabones y alrededor del pasador de oruga. Tales conjuntos de cadena de oruga pueden funcionar en ambientes extremadamente adversos en los que las juntas de oruga pueden estar expuestas a diversas mezclas abrasivas de agua, suciedad, arena, roca u otros elementos minerales o químicos. En la interfase de contacto entre el pasador de oruga y el casquillo pueden observarse altas tensiones de contacto que llevan a una avería por abrasión. La abrasión es el tipo de avería principal de los conjuntos de cadena de oruga y puede limitar la vida de los conjuntos de cadena de oruga en muchas aplicaciones.

Convencionalmente, los casquillos de oruga están hechos de acero al carbono o de acero de baja aleación que ha sido endurecido directamente o carburado y endurecido. Cuando se utiliza en combinación con este tipo de casquillo de oruga, cualquier pasador de acero sin pintar o carburado tiene una dureza limitada por la capacidad de endurecimiento del carbono en el acero. Las microestructuras superficiales de un pasador de oruga endurecido directamente o carburado pueden ser similares a las de los casquillos de acero; se cree que esta similitud limita el rendimiento.

Para tratar las averías por abrasión, se conoce el recubrimiento de pasadores con uno de varios tipos de recubrimientos duros, tal como mediante el uso de physical vapor deposition (deposición física en fase de vapor - PVD) o chemical vapor deposition (deposición química en fase de vapor - CVD). Estos recubrimientos se depositan sobre la superficie del material de sustrato, y pueden crear una nueva estructura que sea lo suficientemente distinta de la del casquillo. Estos recubrimientos pueden mejorar la resistencia a la abrasión. Desafortunadamente, la deposición de estos recubrimientos es costosa y la adherencia puede ser un problema.

Otro enfoque para tratar los fallos por abrasión es aumentar el área de contacto de la superficie entre los componentes en contacto, disminuyendo de este modo las tensiones de contacto y la propensión a la abrasión. Esta opción no es deseable porque los aumentos en el tamaño del pasador de oruga dan lugar a incrementos desproporcionados en los costes del sistema debido a que todos los demás componentes relacionados deben seguir también la escala y aumentar de forma correspondiente su tamaño.

La nitruración es un método existente de tratamiento térmico que puede crear capas finas muy duras en la superficie de aleaciones de nitruración. Sin embargo, la nitruración requiere temperaturas de procesamiento altas (más de 500 °C) que hacen que la mayoría de los aceros pierdan su resistencia. Esto hace que se tenga una capa dura en la parte superior de un sustrato mucho más blando, que puede no tener la resistencia para soportar las cargas de uso previstas del conjunto de cadena de oruga, incluyendo las cargas de cizalladura y fatiga en grandes máquinas de tipo oruga, especialmente grandes tractores de tipo oruga.

La patente US-7.604.304 tiene por título “Crawler, Crawler Pin, Crawler Bush, and Crawler Manufacturing Method” y describe una oruga con un pasador de oruga y un casquillo de oruga con lubricación entre el pasador de oruga y el casquillo de oruga sin reducir la fuerza de la oruga durante el funcionamiento, para de este modo impedir los chirridos o gripado que de otra forma podrían provocarse durante el funcionamiento. Puede disponerse un elemento deslizante metálico que tenga una excelente resistencia al desgaste en la holgura entre el casquillo de la oruga y el pasador de la oruga. El elemento deslizante metálico puede ser capaz de contener aceite lubricante y/o un lubricante. Además, el espacio libre entre el casquillo principal y el pasador de la oruga puede estar estrechado, de modo que la estructura resultante retenga la carga de desequilibrio tanto en el casquillo de la oruga como en el pasador de la oruga.

JP2002 293275 se refiere a una oruga para su uso en un vehículo con orugas, tal como una excavadora hidráulica o una grúa hidráulica.

En la técnica sigue existiendo la necesidad de proporcionar soluciones adicionales para un conjunto de cadena de oruga. Por ejemplo, sigue existiendo la necesidad de un pasador de oruga para un conjunto de cadena de oruga que no sólo sea lo suficientemente resistente como para soportar las cargas de uso para las cuales se ha diseñado, sino también extremadamente duradero para proporcionar una vida útil prolongada del conjunto de cadena de oruga.

Se apreciará que esta descripción de antecedentes ha sido realizada por los inventores para ayudar al lector, y no debe interpretarse como una indicación de que alguno de los problemas indicados fuera apreciado en la técnica. Aunque en algunos aspectos y realizaciones, los principios descritos pueden mitigar los problemas inherentes en otros sistemas, se entenderá que el ámbito de la innovación protegida viene definido por las reivindicaciones adjuntas y no por la capacidad de alguna característica descrita de resolver algún problema específico indicado en la presente memoria.

Sumario

En las reivindicaciones 1, 4 y 5, se definen, respectivamente, un pasador de oruga, un conjunto de cadena de oruga y un método para producir el pasador de oruga según la invención. Las realizaciones preferidas están definidas en las reivindicaciones dependientes. El pasador de oruga comprende un cuerpo hecho de una aleación de acero. La aleación de acero tiene una composición que comprende hierro, un elemento formador de nitruro, y silicio.

El cuerpo incluye una superficie nitrurada externa “capa blanca”. La composición de la aleación de acero comprende: entre 0,26 por ciento y 0,37 por ciento en peso de carbono, entre 0,5 por ciento y 1,0 por ciento en peso de manganeso, entre 1,0 por ciento y 3,0 por ciento en peso de silicio, entre 1,5 por ciento y 2,5 por ciento en peso de cromo, entre 0,3 por ciento y 1,0 por ciento en peso de molibdeno, entre 0,05 por ciento y 0,2 por ciento en peso de vanadio, entre 0,03 por ciento y 0,1 por ciento en peso de titanio, entre 0,01 por ciento y 0,03 por ciento en peso de aluminio, menos de 0,025 por ciento en peso de fósforo, menos de 0,025 por ciento en peso de azufre, entre 0,005 por ciento y 0,013 por ciento en peso de nitrógeno, y hierro en una cantidad de resto, en donde la cantidad de resto de hierro puede incluir cantidades residuales de elementos, tales como impurezas, que pueden estar presentes en cantidades pequeñas dentro de cantidades permitidas reconocidas comercialmente.

Según la invención, se proporciona un método para producir el pasador de oruga descrito anteriormente, comprendiendo el método: proporcionar la aleación de acero como se define anteriormente, deformar en caliente la aleación de acero mediante forjado o laminado en caliente, mecanizar en bruto la aleación de acero, enfriar y templar la aleación de acero hasta una dureza de núcleo específica, realizar un mecanizado de acabado de la aleación de acero para formar el pasador de oruga y nitrurar el pasador de oruga para formar la superficie nitrurada externa.

Según la invención, se proporciona un pasador de oruga para un conjunto de cadena de oruga que incluye un cuerpo hecho de una aleación de acero. La aleación de acero tiene una composición que comprende hierro y un elemento formador de nitruro. El cuerpo es cilíndrico con un interior sólido e incluye una superficie nitrurada externa.

Según la invención, se describe un conjunto de cadena de oruga que incluye un pasador y un casquillo de oruga. El pasador de oruga define un eje longitudinal. El pasador de oruga incluye un cuerpo que tiene una superficie nitrurada externa. El cuerpo está hecho de una aleación de acero. La aleación de acero tiene una composición que comprende hierro y un elemento formador de nitruro.

El casquillo incluye una superficie interior que define un orificio cilíndrico. El casquillo está posicionado coaxialmente alrededor del pasador de oruga de forma que el pasador de oruga se extienda a través del orificio cilíndrico del casquillo. El casquillo puede girar alrededor del eje longitudinal con respecto al pasador de oruga. La superficie interior del casquillo está hecha de un material de casquillo. El material de casquillo es diferente de la aleación de acero de la que se hace el cuerpo del pasador de oruga.

Los aspectos y características adicionales y alternativos de los principios descritos resultarán evidentes a partir de la descripción detallada que sigue y de los dibujos que la acompañan. Como podrá apreciarse, los principios relacionados con los pasadores de oruga y los conjuntos de cadena de oruga descritos en la presente memoria pueden llevarse a cabo en otras realizaciones distintas, y pueden modificarse en diversos aspectos. En consecuencia, se entenderá que la anterior descripción general y la descripción detallada que sigue son meramente ilustrativas y explicativas y no limitan el ámbito de las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es una vista lateral esquemática en alzado de una realización de una máquina de tipo oruga que incluye un tren de rodaje construido según los principios de la presente descripción.

La FIG. 2 es una vista en perspectiva incompleta de una parte de una realización de un conjunto de cadena de oruga construida según los principios de la presente descripción.

La FIG. 3 es una vista en sección en perspectiva de una realización de un conjunto de junta con pasador de oruga del conjunto de cadena de oruga de la FIG. 2.

La FIG. 4 es una vista en sección transversal longitudinal de una realización de un conjunto de cartucho de pasador construida según los principios de la presente descripción.

Debe entenderse que los dibujos no están necesariamente a escala y que las realizaciones descritas se ilustran en ocasiones esquemáticamente y en vistas parciales. En ciertos casos, los detalles que no son necesarios para la comprensión de esta descripción o que hacen que otros detalles sean difíciles de percibir se pueden haber omitido. Evidentemente, debe entenderse que esta descripción no se limita a las realizaciones particulares ilustradas en la presente descripción.

Descripción detallada

La presente descripción proporciona un pasador de oruga para un conjunto de cadena de oruga de una máquina de tipo oruga. Ejemplos de máquinas de tipo oruga incluyen máquinas utilizadas para la construcción, minería, silvicultura y otras industrias similares. En algunas realizaciones, la máquina puede ser una topadora niveladora, cargadora, excavadora o cualquier otro vehículo para carretera y todoterreno que tenga un tren de rodaje de tipo oruga. El tren de rodaje puede incluir unidades de cadena de oruga adaptadas para contactar con el terreno, u otra superficie, para propulsar la máquina de tipo oruga.

Un pasador de oruga construido según los principios de la presente descripción incluye un cuerpo hecho de una aleación de acero que comprende una aleación de nitruración resistente al temple, que pueda mantener resistencia del núcleo suficiente para su aplicación prevista incluso después del templado a alta temperatura. Ejemplos de una aleación adecuada incluyen las descritas en la patente US-5.131.965 y en la solicitud de patente US-14/933.467. La composición de la aleación utilizada en la presente invención se define en la reivindicación 1. Mediante la nitruración del cuerpo del pasador de oruga, una superficie externa del cuerpo se convierte en una capa nitrurada muy dura y el núcleo del cuerpo mantiene suficientemente su resistencia. El proceso de nitruración crea una capa de matriz de metal endurecido con una "capa blanca" cerámica. Esta "capa blanca" puede tener una estructura marcadamente distinta a la microestructura superficial del casquillo de oruga con el que está emparejado el pasador de oruga nitrurado. En las realizaciones, la combinación de la resistencia del núcleo del pasador de oruga nitrurado, la dureza de la superficie y la diferente microestructura (con relación al casquillo con el que está emparejado) puede ayudar a proporcionar un conjunto de cadena de oruga fuerte con una resistencia a la abrasión superior y una resistencia suficiente para una vida útil prolongada con relación al mismo pasador de oruga que no esté nitrurado.

Haciendo referencia ahora a las figuras, en la FIG. 1 se muestra una realización ilustrativa de una máquina 10 con un tren 12 de rodaje de tipo oruga. En la presente memoria también es posible hacer referencia a la máquina 10 como una máquina de tipo oruga. En otras realizaciones, la máquina 10 puede ser cualquier máquina adecuada con un tren de rodaje de tipo oruga, como una topadora, cargadora, excavadora o cualquier otro vehículo para carretera o todoterreno.

La máquina 10 incluye un bastidor 14 que tiene un primer conjunto 16 de cadena de oruga dispuesto en un primer lado 18 del mismo y un segundo conjunto de cadena de oruga (no mostrado) dispuesto en un segundo lado 19 del mismo. El segundo lado 19 está en una relación opuesta con el primer lado 18. Conjuntamente, los conjuntos de oruga están adaptados para contactar con el terreno u otra superficie para propulsar la máquina 10.

Debe apreciarse que los conjuntos de oruga de la máquina 10 pueden ser similares y, además, pueden representar imágenes especulares entre sí. De este modo, en la presente memoria solo se describirá el primer conjunto 16 de cadena de oruga. Debe entenderse que la descripción del primer conjunto 16 de cadena de oruga también es aplicable al segundo conjunto de cadena de oruga.

El primer conjunto 16 de cadena de oruga se extiende alrededor de una pluralidad de elementos rodantes, tales como una rueda motriz 20, una rueda 22 guía anterior, una rueda 24 guía posterior y una pluralidad de rodillos 26 de oruga. El conjunto 16 de cadena de oruga incluye una pluralidad de zapatas 28 de oruga para contactar con el terreno u otra superficie, y propulsar la máquina 10.

Durante el funcionamiento típico del tren 12 de rodaje, la rueda motriz 20 es accionada en una dirección FR de rotación hacia delante para accionar el conjunto 16 de cadena de oruga y, así, la máquina 10, en una dirección F hacia delante, y en una dirección RR de rotación hacia atrás para accionar el conjunto 16 de cadena de oruga y, así, la máquina 10, en una dirección R hacia atrás. Las ruedas motrices 20 del tren 12 de rodaje pueden funcionar independientemente para girar la máquina 10.

Aunque la máquina 10 se ilustra en el contexto de una máquina de tipo oruga, debe apreciarse que la presente descripción no se limita a lo anteriormente descrito, y que también están contempladas dentro del presente contexto una amplia variedad de otras máquinas con orugas. Por ejemplo, en otras realizaciones, el conjunto 16 de cadena de oruga puede incluirse en un sistema transportador, como una oruga para transmitir torsión entre elementos giratorios, o en cualquier otra aplicación conocida para los expertos en la técnica.

Haciendo referencia ahora a la FIG. 2, un conjunto 16 de cadena de oruga, del que únicamente se muestra una parte, incluye una pluralidad de conjuntos 42 de junta de pasador de oruga. Cada conjunto 42 de junta de pasador de oruga incluye un conjunto 44 de pasador, un eslabón interior 46, un eslabón exterior 48 y una zapata 28 de oruga (véase la FIG. 3) conectados a los eslabones interiores y exteriores 46, 48 por medio de cualquier técnica adecuada conocida para un experto en la técnica, tal como mediante una pluralidad de sujeciones 49 como se muestra en la FIG. 3, por ejemplo.

Haciendo referencia a la FIG. 2, se acoplan mecánicamente un número de conjuntos 42 de junta de pasador de oruga a conjuntos 42 de junta de pasador de oruga adyacentes, de modo que cuando se conectan entre sí un número apropiado de estos conjuntos 42 de junta de pasador de oruga, se forma el conjunto 16 de cadena de oruga. El primer conjunto 16 de cadena de oruga tiene una longitud predeterminada para una aplicación dada con extremos opuestos que pueden conectarse entre sí para formar un bucle cerrado. El bucle cerrado se forma acoplando mecánicamente entre sí los extremos opuestos para proporcionar respectivamente una cadena interior 56 de una serie de eslabones interiores 46 y una cadena exterior 58 de una serie de eslabones exteriores 48 acoplados entre sí por medio de una pluralidad de conjuntos 44 de pasador. En las realizaciones, puede utilizarse un conjunto de eslabón maestro adecuado, como conoce un experto en la técnica, para facilitar la conexión de los conjuntos 42 de junta de pasador de oruga para formar el bucle cerrado. Los eslabones interiores 46 y los eslabones exteriores 48 pueden estar fabricados de cualquier material adecuado, tal como metal, por ejemplo.

Debe tenerse en cuenta que los términos “interior” y “exterior” en referencia a los eslabones 46, 48 de cada conjunto 42 de junta de pasador de oruga en este ejemplo se utilizan simplemente como descriptores de la orientación mostrada en las figuras. Otros términos, tales como “izquierdo” y “derecho” o “primero” y “segundo” también podrían utilizarse de forma intercambiable. Debe entenderse que estos términos son simplemente etiquetas convenientes aplicadas a las diferentes vistas y no pretenden ser limitativas en modo alguno.

Los eslabones interiores 46 y los eslabones exteriores 48 son imágenes especulares entre sí. Por tanto, debe entenderse que la descripción de un eslabón 46 es aplicable de forma general también al otro eslabón. El eslabón interior 46 y el eslabón exterior 48 incluyen cada uno un cuerpo 60 que tiene un primer extremo 62, un segundo extremo 64, una pared lateral exterior 66 y una pared lateral interior 68. La pared 66 lateral exterior y la pared 68 lateral interior se extienden a lo largo de un eje BA de cuerpo entre el primer extremo 62 y el segundo extremo 64. El primer extremo 62 y el segundo extremo 64 definen un primer paso 70 de pasador y un segundo paso 72 de pasador, respectivamente. Tanto el primer paso 70 de pasador como el segundo paso 72 de pasador se extienden transversalmente entre la pared lateral exterior 66 y la pared lateral interior 68.

Los eslabones interiores y exteriores 46, 48 ilustrados comprenden eslabones desplazados. Los primeros extremos 62 de los eslabones interiores y exteriores 46, 48 comprenden extremos desplazados hacia dentro, y los segundos extremos 64 de los eslabones interiores y exteriores 46, 48 comprenden extremos desplazados hacia fuera. En la realización ilustrada, la pared lateral exterior 66 del cuerpo 60 define una primera cavidad 74 desplazada en el primer extremo 62 del cuerpo 60, y la pared lateral interior 68 del cuerpo 60 define una segunda cavidad 76 desplazada en el segundo extremo 64 del cuerpo 60. Los extremos 62 desplazados hacia dentro del eslabón interior 46 y el eslabón exterior 48 de cada unidad 42 de junta de pasador de oruga pueden estar montados de forma giratoria en relación con un pasador 80 de oruga del conjunto 44 de pasador del mismo. Los extremos 64 desplazados hacia fuera del eslabón interior 46' y el eslabón exterior 48’ de cada conjunto 42’ de junta de pasador de oruga pueden estar acoplados de forma fija al pasador 80 de oruga del conjunto 44 de pasador de un conjunto 42 de junta de pasador de oruga adyacente. En otras realizaciones, los eslabones 46, 48 del conjunto 16 de cadena de oruga pueden tener una configuración distinta, como reconocería un experto en la técnica.

Haciendo referencia a la FIG. 3, se ilustra el conjunto 44 de pasador según una de las diversas realizaciones posibles de la presente descripción. El conjunto 44 de pasador ilustrado incluye el pasador 80 de oruga, un casquillo 82, un par de anillos 86, 87 de empuje y un par de conjuntos 89, 90 de sello.

El pasador 80 de oruga define un eje longitudinal LA. El pasador 80 de oruga se extiende a través del primer paso 70 de pasador de los eslabones interiores y exteriores 46, 48 del conjunto 42 de junta de pasador de oruga y está situado, al menos parcialmente, en el segundo paso 72 de pasador de los eslabones interiores y exteriores 46', 48’ del conjunto 42’ de junta de pasador de oruga adyacente. El casquillo 82 está situado de forma coaxial alrededor del pasador 80 de oruga y puede girar alrededor del eje longitudinal LA con relación al pasador 80 de oruga. Como se muestra, los extremos 62 desplazados hacia dentro de los eslabones interiores y exteriores 46, 48 están conectados de forma fija al casquillo 82, que puede estar situado, al menos parcialmente, dentro del primer paso 70 de pasador de los extremos 62 desplazados hacia dentro de los eslabones interiores y exteriores 46, 48. De forma similar, los extremos 64 desplazados hacia fuera de los eslabones interiores y exteriores 46', 48' del conjunto 42’ de junta de pasador de oruga

adyacente están asegurados al pasador 80 de oruga, que puede estar situado, al menos parcialmente, dentro del segundo paso 72 de pasador de los eslabones interiores y exteriores 46', 48' del conjunto 42' de junta de pasador de oruga adyacente.

Por ejemplo, el casquillo 82 y el pasador 80 de oruga pueden estar fijados a los respectivos eslabones interior y exterior 46, 48; 46', 48' mediante encaje a presión. Específicamente, el casquillo 82 puede encajar a presión en el primer paso 70 de pasador de los extremos 62 desplazados hacia dentro de los eslabones interiores y exteriores 46, 48, y el pasador 80 de oruga puede encajar a presión en el segundo paso 72 de pasador de los extremos 64 desplazados hacia fuera de los eslabones interiores y exteriores 46', 48' del conjunto 42' de junta de pasador de oruga adyacente. En otras realizaciones, puede utilizarse cualquier técnica adecuada para fijar los componentes entre sí, como mediante el uso de soldaduras, anillos de retención u otros mecanismos conocidos en la técnica.

Por tanto, los extremos 62 desplazados hacia dentro montados en el casquillo 82 pueden pivotar en relación con los extremos 64 desplazados hacia fuera montados en el pasador 80 de oruga a medida que rota el conjunto 42 de junta de pasador de oruga. Para facilitar dicha rotación, en las realizaciones puede depositarse un lubricante entre el casquillo 82 y el pasador 80 de oruga.

En la realización ilustrada, el pasador 80 de oruga incluye una superficie exterior 101 y una superficie interior 102 que definen un orificio cilíndrico 104 que se extiende a través de las mismas a lo largo del eje longitudinal LA y está dispuesto concéntricamente alrededor del eje longitudinal LA. El pasador 80 de oruga define un orificio transversal 106 que se extiende desde su superficie exterior 101 hacia dentro al orificio 104 en una dirección perpendicular al eje longitudinal LA central para distribuir el lubricante almacenado en el orificio central del pasador.

Pueden situarse uno o más tapones (no mostrados) en el orificio 104 del pasador 90 de oruga para formar un depósito 110 de fluido en su orificio 104. Durante su uso, el fluido dispuesto dentro del depósito 110 de fluidos está en comunicación de fluidos con el orificio transversal 106 y pasa a través del mismo hacia la superficie exterior 101 del pasador 90 de oruga. Una vez dispuesto en la superficie exterior 101, el fluido facilita la rotación del casquillo 82 alrededor del eje longitudinal LA con respecto al pasador 80 de oruga. La retención del fluido dentro del depósito 110 de fluidos es asistida por los conjuntos 89, 90 de sello que están acoplados de forma estanca respectivamente al eslabón interior 46' y al casquillo 82 y al eslabón exterior 48' y al casquillo 82 al tiempo que también ayudan a evitar que entren residuos (p. ej. arena, suciedad, etc.) entre el casquillo 82 y el pasador 80 de oruga.

Un pasador de oruga construido según los principios de la presente descripción, el pasador 80 de oruga incluye un cuerpo 120 hecho de una aleación de acero que tiene una composición que comprende hierro y un elemento formador de nitruro. El cuerpo 120 incluye una superficie 125 nitrurada externa. El cuerpo 120 del pasador 80 de oruga está fabricado con una aleación de acero que comprende una aleación de nitruración resistente al temple que puede mantener suficiente resistencia del núcleo para su aplicación prevista incluso después del templado a alta temperatura. El cuerpo 120 del pasador 80 de oruga puede estar fabricado con una aleación de acero como se describe en la patente US-5.131.965 o en la solicitud de patente US-14/933.467. La composición de la aleación utilizada en la presente invención se define en la reivindicación 1.

El cuerpo 120 del pasador 80 de oruga es de la aleación de acero adecuada que está configurada para producir la superficie 125 nitrurada externa después de someterse a un proceso de nitruración. La aleación de acero tiene una composición que comprende hierro, un elemento formador de nitruro, y silicio. La composición de la aleación de acero comprende entre un 1 por ciento y un 3 por ciento en peso de silicio. La composición de la aleación de acero que no forma parte de la invención reivindicada incluye una combinación de al menos un elemento formador de nitruro y silicio suficiente para proporcionar al cuerpo 120 del pasador 80 de oruga la dureza de núcleo deseada sin adiciones de cantidades significativas de otros elementos de aleación caros, tales como Ni, Mo y Ti. La composición de la aleación de acero que no forma parte de la invención reivindicada comprende entre 0,2 por ciento y 0,4 por ciento en peso de carbono. La composición de la aleación de acero que no forma parte de la invención reivindicada comprende entre 0,5 por ciento y 1,6 por ciento en peso de manganeso. La composición de la aleación de acero que no forma parte de la invención reivindicada comprende hasta un 2,5 por ciento en peso de cromo, hasta un 0,3 por ciento en peso de vanadio y hasta un 0,3 por ciento en peso de aluminio.

En ejemplos descritos en la presente memoria que no caen dentro del ámbito de la reivindicación 1, la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 puede tener una composición química dentro de los intervalos presentados en la Tabla I:

TABLA I

Elemento	Cantidad (% en peso)
Carbono	0,2-0,4
Manganeso	0,5-1,6
Silicio	0,5-2,0

TABLA I	
Elemento	Cantidad (% en peso)
Cromo	0,4-1,5
Vanadio	0,03-2,0
Aluminio	0,07-2,0
Hierro (y elementos residuales)	Resto

La presencia de carbono en la composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga puede ayudar a contribuir al nivel de dureza alcanzable así como a la profundidad de endurecimiento del acero y puede ayudar a proporcionar una respuesta adecuada a la nitruración. La composición de la aleación de acero que no forma parte de la invención reivindicada de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga incluye carbono en una cantidad de entre 0,26 % y 0,36 % en peso.

La presencia de manganeso en la composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga puede ayudar a contribuir a profundizar la templabilidad y puede ayudar a proporcionar una dureza de núcleo que sea suficiente para la aplicación prevista del pasador 80 de oruga. Para mantener la uniformidad de la respuesta al tratamiento térmico, se puede usar una cantidad menor de manganeso de entre 0,5 % y 1,5 % en peso, no formando parte de la invención reivindicada. La composición de la aleación de acero que no forma parte de la invención reivindicada de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga incluye manganeso en una cantidad de entre 0,6 % y 1,0 % en peso.

La presencia de cromo en la composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga puede ayudar a contribuir a la templabilidad del cuerpo 120 y a la formación de nitruro, mejorando de este modo la respuesta del nitruro. La composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga incluye cromo en una cantidad de 1,5 % a 2,5 % en peso.

La presencia de aluminio en la composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga puede ayudar a contribuir a la templabilidad y a la formación de nitruro. La composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga incluye aluminio en una cantidad de entre 0,01 % y 0,03 % en peso. En ejemplos que no forman parte de la invención reivindicada descrita en la presente memoria, para ayudar a evitar la fragilidad de la capa, la composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga incluye aluminio en un intervalo de entre 0,07 % y 1,0 % en peso.

La composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga incluye aluminio en una cantidad de entre 0,05 y 0,2 % en peso. La composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga incluye vanadio en una cantidad de al menos 0,03 % en peso o superior para ayudar a mejorar la dureza de capa y núcleo. Para reducir los costes, la composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga incluye vanadio en un intervalo de entre 0,03 % y 0,3 % en peso en ejemplos descritos en la presente memoria, en un intervalo de entre 0,05 % y 0,1 % en peso en realizaciones, y en un intervalo de entre 0,1 % y 0,2 % en peso en otras realizaciones. Por tanto, en ejemplos que no forman parte de la invención reivindicada descrita en la presente memoria, la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 puede tener una composición química dentro de los siguientes intervalos: entre 0,2 por ciento y 0,4 por ciento en peso de carbono, entre 0,5 por ciento y 1,6 por ciento en peso de manganeso, entre 0,5 por ciento y 2,0 por ciento en peso de silicio, entre 0,4 por ciento y 1,5 por ciento en peso de cromo, entre 0,03 por ciento y 0,3 por ciento en peso de vanadio, entre 0,07 por ciento y 0,3 por ciento en peso de aluminio, y hierro en una cantidad restante.

En ejemplos que no forman parte de la invención reivindicada descrita en la presente memoria, la composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga incluye níquel y molibdeno, cada uno en una cantidad de 1,0 % o menos en peso. Puede añadirse níquel y/o molibdeno en una cantidad suficiente como para mejorar la dureza y/o la templabilidad de la aleación de acero en función del tamaño y la geometría del pasador 80 de oruga. En ejemplos que no forman parte de la invención reivindicada descrita en la presente memoria, la composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga incluye níquel y molibdeno en una cantidad combinada de 1,0 % o menos en peso. Para reducir adicionalmente los costes, en ejemplos descritos en la presente memoria, la composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga incluye níquel y molibdeno, cada uno en una cantidad de 0,1 % o menos en peso en algunos ejemplos, y cada uno en una cantidad de 0,01 % o menos en peso en otros ejemplos adicionales. En ejemplos que no forman parte de la invención reivindicada descrita en la presente memoria, la composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga está sustancialmente exenta de níquel y molibdeno, con la excepción de trazas de impurezas.

En ejemplos que no forman parte de la invención reivindicada descrita en la presente memoria, la composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga incluye titanio y niobio, cada uno en una cantidad suficiente como para ayudar a reducir el engrosamiento del grano durante los trabajos en caliente.

Cuando se añaden con molibdeno y/o vanadio, el titanio y el niobio forman carbonitruros con nitrógeno y carbono en el acero, y son eficaces para mejorar la dureza del núcleo y también la dureza de la superficie.

La composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga incluye aluminio en una cantidad de 0,03 a 0,1 % en peso. En ejemplos que no forman parte de la invención reivindicada descrita en la presente memoria, la composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 puede incluir una cantidad combinada de titanio y niobio de 0,01 % o menos en peso.

La composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga incluye fósforo en una cantidad de 0,025 % o menos en peso, que puede estar presente en el acero como impureza. Para ayudar a evitar el deterioro en la dureza o la resistencia a la corrosión, la composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga incluye fósforo en una cantidad de 0,01 % o menos en peso.

En realizaciones, la composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga tiene hierro en una cantidad restante. Se entenderá que la "cantidad de resto" de hierro puede incluir cantidades residuales de elementos, tales como impurezas, que pueden estar presentes en cantidades pequeñas dentro de las cantidades permitidas reconocidas comercialmente.

La aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga tiene una composición química dentro de los intervalos presentados en la Tabla II:

TABLA II

Elemento	Cantidad (% en peso)
Carbono	0,26-0,37
Manganeso	0,5-1,0
Silicio	1,0-3,0
Cromo	1,5-2,5
Molibdeno	0,3-1,0
Vanadio	0,05-0,2
Titanio	0,03-0,1
Aluminio	0,01-0,03
Fósforo	Menos de 0,025
Azufre	Menos de 0,025
Nitrógeno	0,005-0,013
Hierro (y elementos residuales)	Resto

La composición de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga comprende: entre 0,26 por ciento y 0,37 por ciento en peso de carbono, entre 0,5 por ciento y 1,0 por ciento en peso de manganeso, entre 1,0 por ciento y 3,0 por ciento en peso de silicio, entre 1,5 por ciento y 2,5 por ciento en peso de cromo, entre 0,3 por ciento y 1,0 por ciento en peso de molibdeno, entre 0,05 por ciento y 0,2 por ciento en peso de vanadio, entre 0,03 por ciento y 0,1 por ciento en peso de titanio, entre 0,01 por ciento y 0,03 por ciento en peso de aluminio, menos de 0,025 por ciento en peso de fósforo, menos de 0,025 por ciento en peso de azufre, entre 0,005 por ciento y 0,013 por ciento en peso de nitrógeno, y hierro en una cantidad restante.

En realizaciones, el pasador 80 de oruga puede fabricarse utilizando cualquier técnica adecuada, como siendo conformado a una forma deseada mediante forjado o laminado. El pasador de oruga formado puede endurecerse calentándolo a una temperatura de aproximadamente 870 °C (1600 °F) durante un período de aproximadamente una hora y después enfriándolo rápidamente en agua o aceite para completar la transformación de la microestructura de ferrita y perlita a martensita. Después del templado para precipitar y aglomerar las partículas de carburo y, de este modo, proporcionar una mayor dureza, el pasador de oruga formado se mecaniza (p. ej. para proporcionar el orificio cilíndrico 104 y el orificio transversal 106) hasta una dimensión final deseada y luego se somete a nitruración. La nitruración es un proceso termoquímico mediante el cual la superficie de la superficie exterior 101 del pasador 80 de oruga se enriquece con nitrógeno para formar nitruros de aleación y formar una capa 130 de nitruro. En las realizaciones, el pasador 80 de oruga puede someterse a cualquier técnica de nitruración adecuada durante la fabricación del pasador 80 de oruga.

Mediante la nitruración del cuerpo 120 del pasador 80 de oruga, la superficie exterior 101 del pasador 80 de oruga se convierte en la superficie 125 nitrurada externa del cuerpo, de modo que el cuerpo 120 tiene una capa nitrurada muy

dura y el núcleo del cuerpo mantiene suficientemente su resistencia. El proceso de nitruración crea una capa de matriz metálica endurecida en forma de capa 130 de nitruro, comúnmente denominada "capa blanca" cerámica. La capa 130 de nitruro puede tener una estructura marcadamente diferente de la microestructura superficial de un núcleo 135 del cuerpo 120 del pasador 80 de oruga (y también diferente de la estructura del material del casquillo 82 con el cual se empareja el pasador 80 de oruga nitrurado). La dureza y la distinta microestructura de la capa 130 de nitruro pueden mejorar la resistencia a la abrasión. En las realizaciones, la capa 130 de nitruro, o capa blanca, proporciona resistencia a la abrasión mientras que el núcleo del cuerpo 120 retiene suficiente resistencia después de la nitruración del pasador 80 de oruga de modo que el pasador 80 de oruga actúa funcionalmente como si fuera de mayor tamaño que lo que realmente es. En realizaciones, la capa 130 de nitruro, o capa blanca, puede comprender una fase casi simple, tal como una capa blanca de fase gamma prima con poca (si la hay) fase épsilon, por ejemplo. En realizaciones, la capa 130 de nitruro, o capa blanca, puede tener al menos cinco micrómetros de grosor, y al menos siete micrómetros de grosor en otras realizaciones.

La nitruración de la superficie exterior 101 del pasador 80 de oruga puede formar nitruros de aleación que mejoran la resistencia al desgaste del pasador 80 de oruga y forman la capa 130 de nitruro que puede mejorar la resistencia a la corrosión del pasador 80 de oruga. En las realizaciones, la nitruración del pasador 80 de oruga puede aumentar su dureza superficial, resistencia al desgaste, resistencia a ciertos tipos de corrosión y tensiones superficiales de compresión, que mejoran la resistencia a la fatiga del pasador 80 de oruga.

Después de alear un acero de aleación de acero según los principios de la presente descripción, el acero se deforma en caliente mediante forjado o laminado en caliente y recibe un mecanizado basto. La aleación de acero se enfría rápidamente y se templa a una dureza de núcleo específica, recibiendo posteriormente un mecanizado de acabado para formar el pasador 80 de oruga. Posteriormente, el pasador 80 de oruga es nitrurado. A continuación, el pasador 80 de oruga puede solaparse o rectificarse ligeramente para ajustarse a las especificaciones predeterminadas para el pasador 80 de oruga.

Puede utilizarse cualquier técnica de nitruración adecuada conocida por un experto en la técnica para nitrurar el pasador 80 de oruga, tal como nitruración por gas, nitruración en baño de sales, nitruración por plasma, por ejemplo. En la nitruración por gas, el donante es un gas de nitrógeno, normalmente amoniaco anhidro (NH_3), que es por lo que a veces se le conoce como nitruración de amoniaco. En realizaciones, la nitruración del pasador 80 de oruga puede llevarse a cabo en una atmósfera que contenga gas de amoniaco parcialmente disociado a una temperatura en un intervalo de 400 °C a 600 °C. Cuando el amoniaco entra en contacto con el pasador de oruga calentado, se disocia en nitrógeno e hidrógeno. El nitrógeno se difunde entonces sobre la superficie exterior 101 del pasador de oruga, creando la capa 130 de nitruro que incluye la superficie 125 nitrurada externa. Puede seleccionarse el grosor y la constitución de la fase de la capa 130 de nitruro resultante, y el proceso puede modificarse para las propiedades particulares deseadas para la aplicación prevista del pasador 80 de oruga. Cabe mencionar que, aunque la capa 130 de nitruro se muestra en la FIG. 3 como presente únicamente en la superficie exterior 101 del pasador 80 de oruga, esto se hace únicamente con fines ilustrativos. Debe entenderse que la capa 130 de nitruro puede estar presente en cualquier sitio en el pasador 80 de oruga en el que se realice el proceso de nitruración.

En las realizaciones, la dureza del núcleo del cuerpo 120 del pasador 80 de oruga puede medirse a 0,5 mm por debajo de la superficie 125 nitrurada externa. En realizaciones, el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga tiene una dureza de núcleo, medida a 0,5 mm por debajo de la superficie 125 nitrurada externa, de al menos R_c 40, al menos R_c 42 en otras realizaciones, y al menos R_c 45 en otras realizaciones adicionales. En realizaciones, la superficie 125 nitrurada externa del pasador 80 de oruga tiene una dureza de superficie de al menos R_c 60, al menos R_c 62 en otras realizaciones, y al menos R_c 65 en otras realizaciones adicionales. Debe entenderse que la medición de la dureza puede comprender un promedio de al menos tres mediciones.

Haciendo referencia a la FIG. 3, el casquillo 82 incluye una superficie exterior 141, que de forma general es cilíndrica, y una superficie interior 142 que define un paso en forma de un orificio cilíndrico 144 a través del mismo. El casquillo 82 está situado coaxialmente alrededor del pasador 80 de oruga de modo que el pasador 80 de oruga se extienda a través del orificio cilíndrico 144 del casquillo 82. El casquillo 82 puede girar alrededor del eje longitudinal LA con respecto al pasador 80 de oruga. La primera y segunda cara final axial 147, 148 del casquillo 82 están dispuestas respectivamente adyacentes a los segundos extremos 64 de los eslabones interiores y exteriores 46', 48' del conjunto 42' de junta de pasador de oruga adyacente, respectivamente.

La superficie exterior 141 del casquillo 82 está configurada para acoplarse a la rueda motriz 20 que propulsa el primer conjunto 16 de cadena de oruga. El casquillo 82 puede girar alrededor del eje longitudinal LA con respecto al pasador 80 de oruga cuando se acopla a la rueda motriz 20, reduciendo así el desgaste en el casquillo 82 causado por la interacción entre el casquillo 82 y la rueda motriz 20.

En las realizaciones, el casquillo 82 incluye una superficie 150 con una capa endurecida que incluye la superficie interior 142 (y, en otras realizaciones, la superficie exterior 141). En la realización ilustrada, la superficie 150 con una capa endurecida está en una relación de contacto con la superficie 125 nitrurada externa del pasador 80 de oruga. En las realizaciones, puede producirse la superficie 150 con una capa endurecida del casquillo 82 mediante cualquier técnica adecuada, como producirse mediante un endurecimiento directo y carburado, por ejemplo.

La superficie interior 142 del casquillo 82 está hecha de un material de casquillo. El material de casquillo es diferente de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 120 del pasador 80 de oruga. En la realización ilustrada, todo el casquillo 82 está hecho del material de casquillo. En las realizaciones, el material de casquillo puede ser cualquier material adecuado, tal como un acero adecuado, que incluye SAE 15B21, SAE 15B26 o SAE 1060, por ejemplo. La capa nitrurada 130 del pasador 80 de oruga puede ser estructuralmente distinta de la microestructura superficial de la superficie interior 142 del casquillo 82 de modo que la microestructura distinta (en relación con el casquillo 82 con el que está emparejada) puede ayudar a proporcionar una buena resistencia a la abrasión para una vida útil prolongada del pasador 80 de oruga con respecto al mismo pasador de oruga que no está nitrurado.

En otras realizaciones pueden utilizarse uno o más casquillos diferentes en el conjunto 42 de junta de pasador de oruga. Por ejemplo, en realizaciones, la superficie exterior 141 del casquillo 82 puede definir una superficie lobulada, tal como se muestra y se describe en la publicación de solicitud de patente US-2010/0139993 "Lobed Bushing For Track Assembly and Track-Type Machine Using Same". En otras realizaciones adicionales, el casquillo 82 puede tener una forma y configuración distintas, como se conoce en la técnica. En otras realizaciones adicionales, el conjunto 42 de junta de pasador de oruga puede incluir un casquillo interior y uno exterior que tengan una configuración como se conoce en la técnica. La invención se limita al conjunto de tren de oruga que comprende un pasador de oruga y un casquillo según la reivindicación 4.

Los componentes del conjunto 42 de junta de pasador de oruga pueden definir una pluralidad de cavidades 152, 153 de sello anulares dispuestas concéntricamente alrededor del eje longitudinal LA del pasador 80 de oruga. Cada cavidad 152, 153 de sello puede adaptarse para alojar respectivamente dentro del mismo uno de los conjuntos 89, 90 de sello que se adaptan para acoplar de forma estanca los componentes relativamente giratorios del conjunto 42 de junta de pasador de oruga. En otras realizaciones de un conjunto de junta de pasador de oruga, otros componentes (tales como el casquillo 82, por ejemplo) pueden definir cavidades de sello adecuadas.

Los anillos 86, 87 de empuje pueden adaptarse para limitar la carga axial colocada en los conjuntos 89, 90 de sello, respectivamente. Los conjuntos 89, 90 de sello se sitúan radialmente hacia fuera de los anillos 86, 87 de empuje respectivamente, y proporcionan un sello que se extiende entre los eslabones exteriores e interiores 48, 46 y el casquillo 82 para retener el lubricante en el depósito 110 de fluidos.

En otras realizaciones, un conjunto de cadena de oruga según los principios de la presente descripción puede incluir otros componentes y tener disposiciones distintas. Por ejemplo, en otras realizaciones, el conjunto de cadena de oruga puede incluir un conjunto de cartucho de pasador con cojinetes de manguito y otros componentes como se muestra y describe en la publicación de solicitud de patente US-2006/0284485. Además, se contempla que puede utilizarse una variedad de diseños de eslabones de oruga con un conjunto de pasador de oruga construido según los principios de la presente descripción. Por ejemplo, en realizaciones, los eslabones interiores y exteriores pueden comprender eslabones desplazados que tengan forma de S con una configuración diferente a la mostrada en las FIG: 2 y 3, o pueden comprender eslabones rectos conocidos por los expertos en la técnica.

Haciendo referencia a la FIG. 4, el conjunto 175 de cartucho de pasador de oruga se ilustra según una de las diversas realizaciones posibles siguiendo los principios de la presente descripción. El conjunto 175 de cartucho de pasador de oruga ilustrado incluye un pasador 180 de oruga; un casquillo 182; un primer y un segundo anillo 186, 187 de empuje; una pluralidad de conjuntos 189, 190, 191, 192 de sello; un primer y un segundo elemento 194, 195 de cojinete; y un primer y un segundo 197, 198 collarín. El conjunto 175 de cartucho de pasador de oruga está situado con el casquillo 182 dispuesto entre el primer y segundo elemento 194, 195 de cojinete que, a su vez, están dispuestos respectivamente entre el primer collarín 197 y el casquillo 182 y el segundo collarín 198 y el casquillo 182.

El pasador 180 de oruga define un eje longitudinal LA. El casquillo 182 y el primer y segundo elemento 194, 195 de cojinete están situados de forma giratoria alrededor del pasador 180 de oruga de modo que el casquillo 182 y el primer y segundo elemento 194, 195 de cojinete pueden girar independientemente con relación al pasador 180 de oruga alrededor del eje longitudinal LA. El primer y segundo collarín 197, 198 están situados, respectivamente, en los extremos del pasador 180 de oruga y encajan a presión con el pasador 180 de oruga de modo que el primer y segundo collarín 197, 198 se acoplan de forma giratoria al pasador 180 de oruga.

El primer anillo 186 de empuje está dispuesto entre el primer collarín 197 y el primer elemento 194 de cojinete y está adaptado para transmitir cargas axiales entre ellos. El segundo anillo 187 de empuje está dispuesto de forma similar entre el segundo collarín 198 y el segundo elemento 196 de cojinete y está adaptado para transmitir cargas axiales entre ellos.

Los componentes del conjunto 175 de cartucho de pasador de oruga pueden definir una pluralidad de ranuras o cavidades de sello anulares que están dispuestas concéntricamente alrededor del eje longitudinal LA del pasador 180 de oruga. Cada cavidad de sello puede estar adaptada para alojar en la misma uno de los conjuntos 189, 190, 191, 192 de sello para acoplar de forma estanca los componentes relativamente giratorios del conjunto 175 de cartucho de pasador de oruga.

El conjunto 175 de cartucho de pasador de oruga ilustrado incluye cuatro conjuntos 189, 190, 191, 192 de sello. Hay dispuesto un par de conjuntos 189, 190 de sello entre el casquillo 182 y el primer elemento 194 de cojinete y entre el casquillo 182 y el segundo elemento 195 de cojinete, respectivamente. Hay dispuesto otro par de conjuntos 191, 192 de sello entre el primer y segundo elemento 194, 195 de cojinete y el primer y segundo collarín 197, 198, respectivamente. El primer y segundo collarín 197, 198 pueden posicionarse con respecto a los extremos del pasador 180 de oruga de modo que los conjuntos 189, 190, 191, 192 de sello del conjunto 175 de cartucho de pasador de oruga se acoplen por compresión entre los respectivos componentes adyacentes para que entren en contacto estanco con las superficies de sellado de los elementos adyacentes de modo que se forme entre ellos un sello estanco a los fluidos.

Otros enfoques para proporcionar resistencia a la abrasión y resistencia adecuada incluyen aumentar el tamaño del pasador de oruga. Sin embargo, aumentos en el tamaño del pasador de oruga dan lugar a mayores costes del pasador y a aumentos desproporcionadamente grandes en los costes de sistema, por lo que no es deseable aumentar innecesariamente los tamaños de los componentes.

El pasador 180 de oruga ilustrado incluye un cuerpo 220 hecho de una aleación de acero. La aleación de acero tiene una composición que comprende hierro y un elemento formador de nitruro. El cuerpo 220 es cilíndrico con un interior sólido e incluye una superficie 225 nitrurada externa que forma parte de una capa 230 de nitruro formada por la nitruración del pasador 180 de oruga. En las realizaciones, el cuerpo 220 incluye un interior sólido de modo que el cuerpo 220 está prácticamente exento de pasos interiores, que están diseñados para actuar como un depósito de fluidos para el lubricante. Omitiendo el depósito de fluido interior dentro del pasador 180 de oruga, el diámetro del pasador de oruga puede reducirse en algunas realizaciones de modo que el volumen requerido para su uso por el pasador 180 de oruga puede reducirse con respecto a un pasador de oruga similar que incluya un depósito de fluidos definido dentro del mismo. Los ahorros de espacio que pueden conseguirse con estas realizaciones pueden utilizarse para disminuir el tamaño total del conjunto 175 de cartucho de pasador de oruga (y ayudar a obtener ahorros de costes) y/o para aumentar el tamaño de los componentes relacionados.

El cuerpo 220 del pasador 180 de oruga puede estar fabricado de cualquier aleación de acero adecuada explicada en la presente memoria en relación con el pasador 80 de oruga de la FIG. 3. Según la invención, la composición de la aleación de acero se define en la reivindicación 1. Por ejemplo, la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo 220 del pasador 180 de oruga tiene una composición que comprende hierro, carbono y silicio, comprendiendo la aleación de acero que no forma parte de la invención reivindicada entre 0,5 por ciento y 4 por ciento en peso de silicio. La composición de la aleación de acero que no forma parte de la invención reivindicada de la que está hecho el cuerpo 220 del pasador 180 de oruga tiene una composición que comprende entre 0,5 por ciento y 1,6 por ciento en peso de manganeso y entre 0,2 por ciento y 0,4 por ciento en peso de carbono. El pasador 180 de oruga de la FIG. 4 puede ser similar en otros aspectos al pasador 80 de oruga de la FIG. 3.

Aplicabilidad industrial

La aplicabilidad industrial de las realizaciones de un conjunto de cadena de oruga y un pasador de oruga descritos en la presente memoria se apreciará a partir de la anterior explicación. Al menos una realización de los pasadores de oruga descritos puede utilizarse en un conjunto de cadena de oruga. Al menos una realización de los pasadores de oruga descritos puede utilizarse en un tren de rodaje de una máquina de tipo oruga. El pasador de oruga según la invención reivindicada tiene un cuerpo nitrurado, en donde el cuerpo está hecho de una aleación de nitruración resistente a templado.

Las realizaciones de un pasador de oruga construido según los principios de la presente descripción pueden presentar resistencia a la cizalladura, resistencia a la fatiga y resistencia a la abrasión superiores en comparación con un pasador de oruga hecho de un material similar pero que no se someta a nitruración. En las realizaciones, un pasador de oruga construido según los principios de la presente descripción puede ser más pequeño que un pasador de oruga convencional y sin embargo proporcionar la misma resistencia, liberando de este modo espacio y peso para optimizar mejor el sistema de oruga o reducir el tamaño y el coste total del sistema.

Realizaciones de un pasador de oruga y un conjunto de cadena de oruga según los principios de la presente exposición pueden encontrar posible aplicación en cualquier máquina, tal como un tractor de tipo oruga que utilice un tren de rodaje de tipo oruga. Sin embargo además, la presente descripción puede ser aplicable a conjuntos de cadena de oruga en las que los componentes estén sujetos a un desgaste significativo. Estas máquinas pueden incluir, aunque no de forma limitativa, topadoras, cargadoras, excavadoras o cualquier otro vehículo para carretera y todoterreno o máquinas fijas que utilicen un conjunto de oruga, tal como se describe en la presente memoria.

Se apreciará que la descripción anterior proporciona ejemplos del sistema y técnica descritos. Sin embargo, se contempla que otras aplicaciones de la descripción puedan presentar ciertas diferencias con respecto a los ejemplos anteriores. Todas las referencias a la descripción o a los ejemplos de la misma pretenden hacer referencia al ejemplo específico que se trata en ese momento y no pretenden que impliquen ninguna limitación en cuanto al ámbito de la descripción de forma más general. Todo el lenguaje de diferenciación y de discriminación con respecto a determinadas

características pretende indicar una falta de preferencia por las características correspondientes, aunque no excluirlas del ámbito de la descripción en su totalidad, salvo que se indique lo contrario de manera específica.

La indicación de intervalos de valores en la presente memoria pretende únicamente servir de método abreviado de referencia individual a cada valor separado incluido dentro del intervalo, a menos que se indique lo contrario en la presente memoria, y cada valor separado se incorpora a la memoria descriptiva como si se indicara individualmente en la presente memoria. Todos los métodos descritos en la presente memoria pueden llevarse a cabo en cualquier orden adecuado salvo que se indique lo contrario en la presente memoria o por lo demás esté en clara contradicción con el contexto. El ámbito es definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un pasador (80, 180) de oruga para un conjunto (16) de cadena de oruga, comprendiendo el pasador (80, 180) de oruga:

un cuerpo (120, 220), estando hecho el cuerpo (120, 220) de una aleación de acero, teniendo la aleación de acero una composición que comprende hierro, un elemento formador de nitruro, y silicio; en donde el cuerpo (120, 220) incluye una superficie (125, 225) nitrurada externa "capa blanca", en donde la composición de la aleación de acero comprende:

entre 0,26 por ciento y 0,37 por ciento en peso de carbono,
entre 0,5 por ciento y 1,0 por ciento en peso de manganeso,
entre 1,0 por ciento y 3,0 por ciento en peso de silicio,
entre 1,5 por ciento y 2,5 por ciento en peso de cromo,
entre 0,3 por ciento y 1,0 por ciento en peso de molibdeno,
entre 0,05 por ciento y 0,2 por ciento en peso de vanadio,
entre 0,03 por ciento y 0,1 por ciento en peso de titanio,
entre 0,01 por ciento y 0,03 por ciento en peso de aluminio,
menos de 0,025 por ciento en peso de fósforo,
menos de 0,025 por ciento en peso de azufre,
entre 0,005 por ciento y 0,013 por ciento en peso de nitrógeno, y
hierro en una cantidad restante, en donde la cantidad restante de hierro puede incluir cantidades residuales de elementos, tales como impurezas, que pueden estar presentes en cantidades pequeñas dentro de cantidades permitidas reconocidas comercialmente.

2. El pasador (80, 180) de oruga según la reivindicación 1, en donde el cuerpo (120, 220) del pasador (80, 180) de oruga tiene una dureza del núcleo de al menos R_c 40 medida a 0,5 mm por debajo de la superficie (125, 225) nitrurada externa.

3. El pasador (80, 180) de oruga según la reivindicación 2, en donde la superficie (125, 225) nitrurada externa del pasador (80, 180) de oruga tiene una dureza de superficie de al menos R_c 60.

4. Un conjunto (16) de cadena de oruga, que comprende:

un pasador (80, 180) de oruga según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, definiendo el pasador (80, 180) de oruga un eje longitudinal (LA);
un casquillo (82, 182), incluyendo el casquillo (82, 182) una superficie interior (142), definiendo la superficie interior (142) un orificio cilíndrico (144), estando situado el casquillo (82, 182) coaxialmente alrededor del pasador (80, 180) de oruga de modo que el pasador (80, 180) de oruga se extiende a través del orificio cilíndrico (144) del casquillo (82, 182), pudiendo girar el casquillo (82, 182) alrededor del eje longitudinal (LA) con respecto al pasador (80, 180) de oruga, en donde la superficie interior (142) del casquillo (82, 182) está hecha de un material de casquillo, siendo el material de casquillo distinto de la aleación de acero de la que está hecho el cuerpo (120, 220) del pasador (80, 180) de oruga.

5. Un método para producir el pasador (80) de oruga de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, comprendiendo el método:

proporcionar la aleación de acero como se define en la reivindicación 1;
deformar en caliente la aleación de acero mediante forjado o laminado en caliente;
mecanizar en bruto la aleación de acero;
enfriar y templar la aleación de acero hasta una dureza de núcleo específica;
realizar un mecanizado de acabado de la aleación de acero para formar el pasador (80) de oruga; y
nitrurar el pasador (80) de oruga para formar la superficie (125) nitrurada externa.

6. El método de la reivindicación 5, en donde el método comprende además lapear o rectificar el pasador (80) de oruga después de nitrurar el pasador (80) de oruga.

7. El método de la reivindicación 5 o la reivindicación 6, en donde la etapa de enfriar y templar la aleación de acero comprende calentar la aleación de acero a una temperatura de aproximadamente 870 °C durante un período de una hora y, a continuación, enfriar la aleación de acero en agua o aceite para completar la transformación de la microestructura de ferrita y perlita en martensita.

8. El método de una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, en donde la etapa de nitrurar el pasador (80) de oruga comprende nitrurar por gas, nitrurar por baño de sal o nitrurar por plasma.

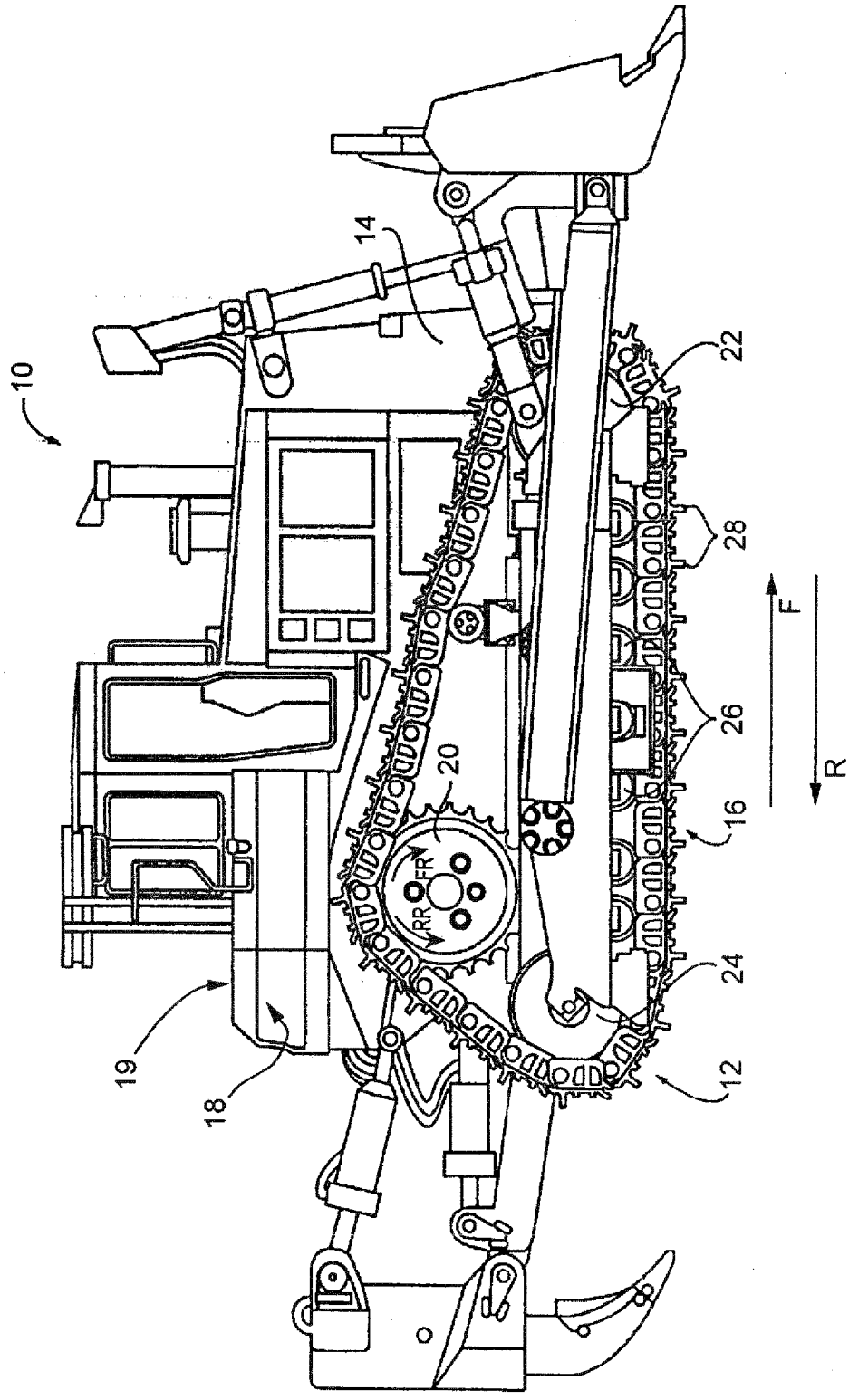


Figura 1

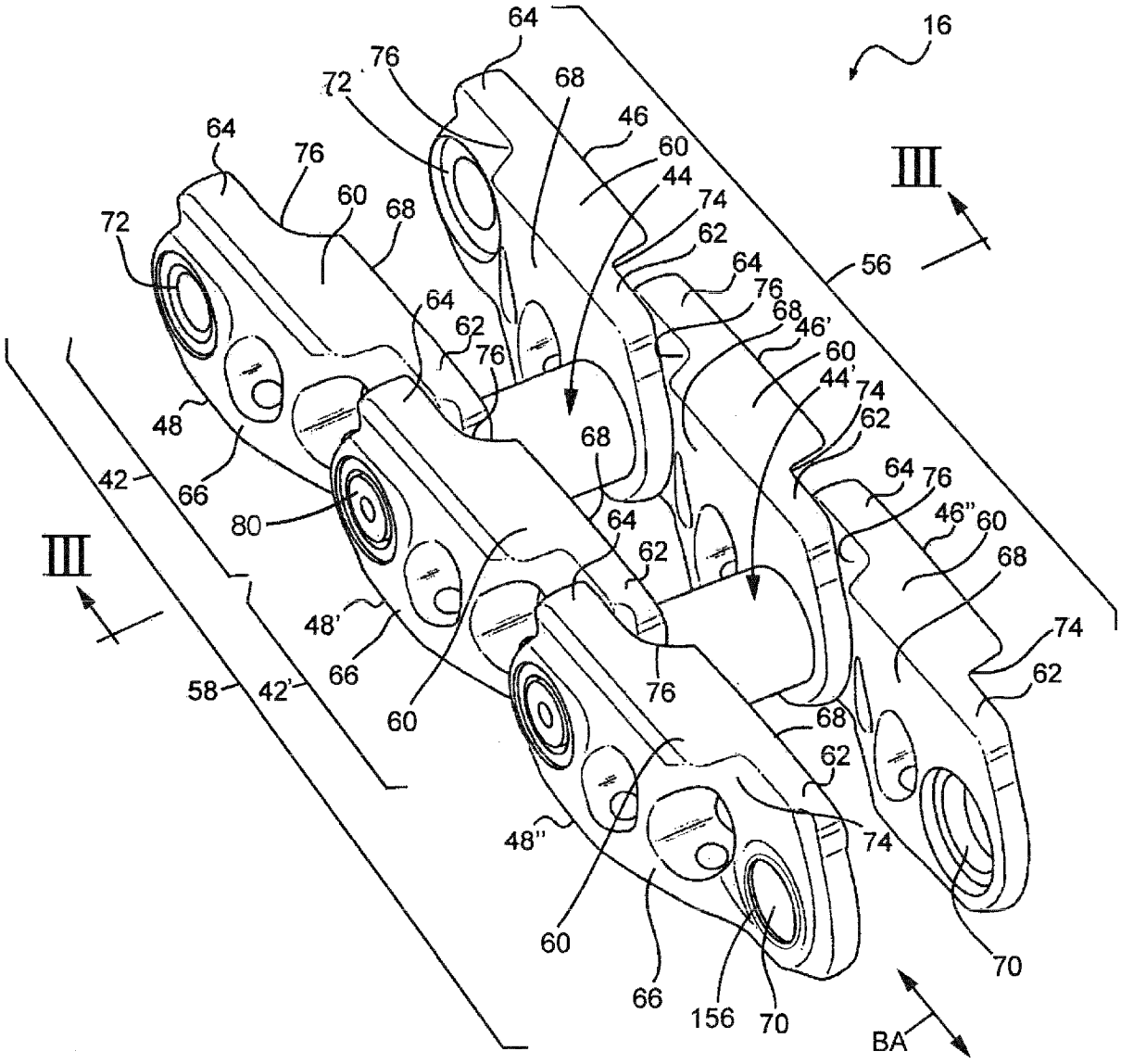

16
III
III
56
64
76
72
68
46
60
44
74
62
64
76
68
46'
60
44'
74
62
64
76
46"
60
68
74
62
72
64
76
60
68
64
62
76
48
66
80
42
58
42'
48'
66
60
48"
60
66
156
70
70
BA

Figura 2

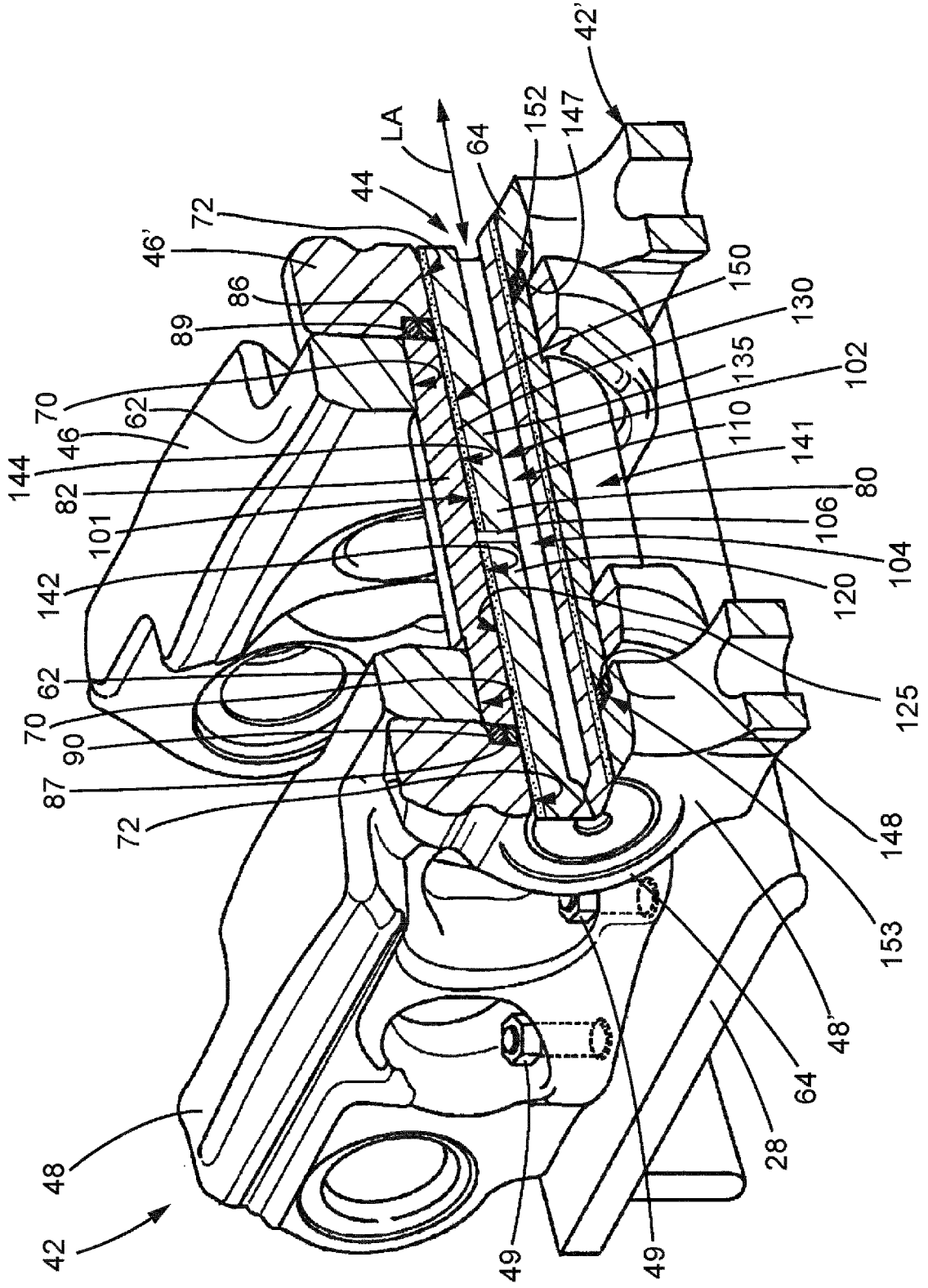

42'
152
147
LA
64
44
72
46'
86
89
70
62
46
144
82
101
142
62
70
90
87
72
150
130
135
102
110
141
80
106
104
120
125
148
153
48'
64
28
49
49
48
42

Figura 3

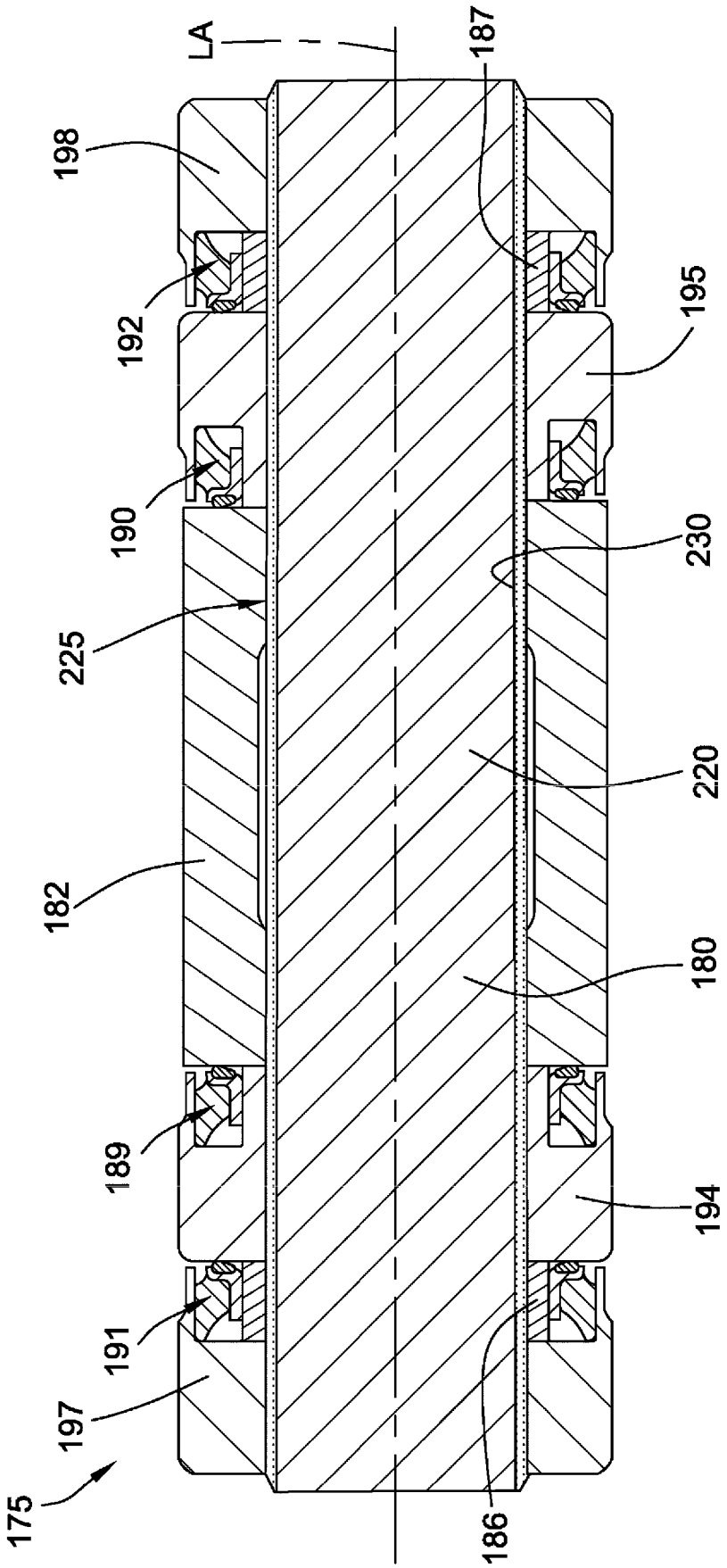

LA
187
198
192
195
190
230
225
220
182
180
189
194
191
197
175
186

Figura 4