

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 711 880**

51 Int. Cl.:

<b>B62D 55/18</b>	(2006.01)
<b>B62D 55/20</b>	(2006.01)
<b>B62D 55/205</b>	(2006.01)
<b>B62D 55/21</b>	(2006.01)
<b>C21D 1/42</b>	(2006.01)
<b>C21D 1/10</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.06.2014 PCT/US2014/044298**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.01.2015 WO15002803**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2014 E 14820597 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **16.01.2019 EP 3027493**

54 Título: **Profundidad de endurecimiento variable en eslabón de oruga para una oruga de acoplamiento al suelo**

30 Prioridad:  
**02.07.2013 US 201313933491**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**08.05.2019**

73 Titular/es:  
**CATERPILLAR, INC. (100.0%)  
100 N.E. Adams Street  
Peoria, IL 61629 , US**

72 Inventor/es:  
**STEINER, KEVIN L.;  
THORSON, TIMOTHY A.;  
DIEKEVERS, MARK S.;  
BREWER, CAROLINE M.;  
KAUFMANN, GREGORY J. y  
AKINLUA, TEMITOPE O.**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 711 880 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

Profundidad de endurecimiento variable en eslabón de oruga para una oruga de acoplamiento al suelo

**Campo técnico**

5 La presente descripción se refiere en general a orugas de acoplamiento al suelo para máquinas, y más particularmente a la variación de la profundidad de un material de mayor dureza sacrificial en un eslabón de oruga en una superficie de riel superior.

**Antecedentes de la técnica**

10 Una amplia variedad de máquinas utiliza orugas como elementos de propulsión que se acoplan al suelo. Es común que tales orugas incluyan una pluralidad de elementos de acoplamiento de oruga giratorios, con la oruga que forma un bucle sin fin movido alrededor de los elementos giratorios durante la operación. Tales orugas típicamente incluyen dos cadenas de eslabones juntos acoplados con zapatas de oruga atornilladas. Las demandas sobre tales máquinas y sus ensamblajes de oruga asociados pueden ser bastante importantes, y los entornos operativos duros. Las orugas de la máquina a menudo son robustas para proporcionar una vida útil prolongada de miles de horas a pesar del estrés mecánico, tensión y el desgaste significativos experimentados durante la operación.

15 Los fenómenos de desgaste experimentados por la oruga de la máquina son típicamente el resultado de cómo se utiliza la máquina, la experiencia del operador y las condiciones del suelo y los materiales del sustrato en el entorno operativo. La vida útil de servicio de la oruga de la máquina puede variar de acuerdo con estos factores, desde unos pocos miles de horas hasta muchos miles de horas. Dado que los componentes de oruga e la máquina pueden ser relativamente costosos, y el servicio añade gastos y el tiempo de inactividad de la máquina, los ingenieros han buscado estrategias para reducir y manejar el desgaste entre los componentes.

20 Un ejemplo de tal estrategia que se enseña en la Patente de Estados Unidos Número 3.955.855 de Massieon et al. Massieon et al. describe una máquina de tipo oruga que tiene eslabones de oruga con superficies de contacto de rodillos de oruga con material de alta resistencia al desgaste. El material de alta resistencia al desgaste puede ser una aleación compuesta metalúrgica unida en un surco en la superficie de contacto. Mientras que Massieon et al. parecen haber desarrollado una estrategia exitosa, siempre hay espacio para mejorar, y en particular con respecto a la economía de la selección de materiales y la capacidad de fabricación. Otros eslabones de oruga son conocidos por CNI740023 y US2003230069.

**Compendio**

30 En un aspecto, una oruga de acoplamiento con el suelo para una máquina incluye un ensamblaje de cadena de oruga que tiene una primera cadena de oruga y una segunda cadena de oruga que se extiende en paralelo con la primera cadena de orugas. Cada una de la primera y segunda cadena de orugas incluye una pluralidad de eslabones de oruga alargados que tienen una superficie de montaje inferior para montar una zapata de oruga y una superficie de riel superior configurada para ponerse en contacto con un elemento de acoplamiento del al oruga giratoria en la máquina. Cada uno de los eslabones alargados incluye además un material de menor dureza que forma la superficie de montaje inferior, y un material de mayor dureza sacrificial que forma la superficie del riel superior y que hace la transición del material de menor dureza en una interfaz del material dentro del eslabón alargado. La interfaz del material es longitudinalmente no uniforme, de modo que el material de mayor dureza sacrificial tiene una profundidad variable desde la superficie superior del riel, lo que retarda la penetración de una ondulación por desgaste resultante del contacto con el material de menor dureza.

40 En otro aspecto, un eslabón de oruga para una oruga de acoplamiento con el suelo en una máquina incluye un cuerpo de eslabón alargado que tiene un lado interior y un lado exterior, cada uno de los cuales se extiende entre el primero y segundo extremo del cuerpo del eslabón, cada uno de los cuales forma un orificio de pasador de oruga que se comunica entre los lados interior y exterior y se configura para recibir un pasador de oruga para acoplar el cuerpo de eslabón alargado con cuerpos de eslabón alargados adyacentes en una cadena de oruga. El cuerpo de eslabón alargado incluye además una superficie de montaje inferior para montar una zapata de oruga y una superficie de riel superior configurada para ponerse en contacto con un elemento de acoplamiento de oruga giratorio en la máquina.

50 El cuerpo de eslabón alargado además incluye un material de menor dureza que forma la superficie de montaje inferior, y un material de mayor dureza sacrificial que forma la superficie de riel superior y que hace la transición del material de menor dureza a una interfaz del material dentro del cuerpo de eslabón alargado. La interfaz del material se extiende a través del cuerpo de eslabón alargado y es longitudinalmente no uniforme, de modo que el material de mayor dureza sacrificial tiene una profundidad variable desde la superficie superior del riel, lo que retarda la penetración de una ondulación por desgaste resultante del contacto con el material de menor dureza.

55 En aún otro aspecto, un sistema de oruga para una máquina incluye un elemento de acoplamiento de oruga giratorio, y una oruga que se extiende alrededor del elemento de acoplamiento de oruga giratorio. La oruga incluye una cadena de oruga formado por una pluralidad de eslabones acoplados juntos cada uno que tiene una superficie

inferior, y una superficie de riel superior que pone en contacto con el elemento de acoplamiento de oruga giratorio. Cada uno de la pluralidad de eslabones además incluye un material de menor dureza que forma la superficie inferior, y un material de mayor dureza sacrificial que forma la superficie de riel superior. El material de mayor dureza sacrificial y el material de menor dureza hacen la transición dentro del correspondiente eslabón en una interfaz de material longitudinalmente no uniforme, lo que define una profundidad variables del material de mayor dureza sacrificial desde la superficie de riel superior.

### Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista esquemática lateral de una máquina que tiene un sistema de oruga según una realización, e incluye ampliaciones detalladas;

La Figura 2 es una vista diagramática de secciones de una oruga, en múltiples planos sección, según una realización;

La Figura 3 es una vista diagramática de un eslabón de oruga según una realización;

La Figura 4 es una vista esquemática lateral de un eslabón de oruga mostrado en etapas de procesamiento, según una realización;

La Figura 5 es una vista diagramática lateral en secciones de un eslabón de oruga en un estado de desgaste anterior, según una realización;

La Figura 6 es una vista diagramática lateral en secciones de un eslabón de oruga en un estado de desgaste posterior; y

La Figura 7 es una vista diagramática lateral en secciones de un eslabón de oruga en un estado de desgaste aún posterior.

### Descripción detallada

Con referencia a la Figura 1, se muestra una máquina 10 que incluye un sistema de oruga de acoplamiento al suelo 14 según una realización. La máquina 10 se muestra en el contexto de un tractor tipo oruga, pero podría ser cualquiera de una variedad de otras máquinas, tales como un cargador de orugas, una máquina de oruga media o incluso otras. El sistema de rieles 14 puede ser uno de los dos sistemas de oruga separados ubicados en lados opuestos de un marco 12 de la máquina 10 de manera convencional. El sistema de oruga 14 puede incluir además un marco de rodillo de oruga 29 acoplado con el marco de de la máquina 12, y una pluralidad de elementos de acoplamiento de oruga giratorios 11, 15 y 17. En una realización, los elementos de acoplamiento de oruga giratorios 11 y 15 incluyen ruedas guía giratorias configuradas para girar pasivamente durante la operación del sistema de oruga 14, mientras que el elemento 17 incluye una rueda dentada configurada para impulsar el sistema de oruga 14. El sistema de oruga 14 puede incluir además una pluralidad de rodillos de oruga 19 configurados para soportar todo o sustancialmente todo el peso de la máquina 10, también montados en el marco del rodillo de la oruga 29. El sistema de la oruga 14 incluye además una oruga 16 que se extiende alrededor de cada uno de los elementos 11, 15 y 17. Los elementos 11, 15 y 17 definen cada uno un eje de rotación 13, 21 y 23, respectivamente, cuyos ejes pueden ser paralelos y dispuestos en un patrón triangular como se muestra. La oruga 16 puede así definir una trayectoria de desplazamiento alrededor de los elementos 11, 15 y 17 que tienen una forma generalmente triangular. La realización mostrada en la Figura 1 será reconocida por los expertos en la técnica como el denominado sistema de oruga de alta tracción, sin embargo, se debe apreciar que la presente descripción se puede aplicar a orugas ovales o alguna otra configuración de oruga. Como resultará más evidente a partir de la siguiente descripción, el sistema de oruga 14 se puede configurar de manera única para abordar ciertos problemas de desgaste asociados con los sistemas de oruga conocidos, y por lo tanto aumentar la vida útil de la oruga y la calidad de marcha en comparación con lo que es convencionalmente posible.

La oruga 16 puede incluir un ensamblaje de la cadena de oruga 18 que tiene una primera cadena de oruga 20 y una segunda cadena de oruga que se extiende en paralelo con la cadena de oruga 20 y oculto de la vista por la cadena de oruga 20 de la Figura 1. Una pluralidad de zapatas de oruga 28 se acoplan con la primera cadena de oruga 20 y la segunda cadena de oruga oculta. Cada una de las zapatas de oruga 28 puede incluir una o más garras 32 de una manera convencional. Cada una de la primera y segunda cadena de orugas también puede incluir una pluralidad de eslabones de oruga alargados 24. Se puede entender que los eslabones de oruga 24 incluyen cada uno un cuerpo de eslabón alargado también identificado con el número de referencia 24. La descripción de la presente memoria de las características asociadas con uno de los eslabones de oruga 24 en consecuencia se entenderá que también se refiere a las características del cuerpo de eslabón alargado asociado. Cada uno de los eslabones de oruga 24 incluye un primer extremo 25 y un segundo extremo 27, y tiene una superficie de montaje inferior 26 para montar una de las zapatas de oruga 28. Cada uno de los eslabones de oruga 24 además incluye una superficie de riel superior 30 configurada para ponerse en contacto con un elemento de acoplamiento de oruga giratorio en la máquina 10 tal como un de los elementos 11, 15, 17, o rodillos de oruga 19, según un patrón de desgaste de formación de ondulación.

La Figura 1 incluye dos ampliaciones detalladas, uno de los cuales muestra un eslabón de oruga 24 en contacto con rueda de guía 11. La rueda de guía 11 se muestra en línea continua en una primera posición en contacto con la

superficie del riel superior 30 del eslabón asociado 24. En fantasma, la rueda de guía 11 se muestra desplazada generalmente a lo largo de la superficie de riel 30. El contacto entre la superficie del riel 30 y la rueda de guía 11, y en particular el contacto deslizante que tiende a ocurrir durante el acoplamiento y desacoplamiento de cada eslabón individual desde la rueda de guía 11, así como la rueda de guía 15, se ha observado que desgastan el material del eslabón de oruga en un patrón conocido como festoneado. En el caso de las ruedas de guía 11 y 15, una ondulación de desgaste se puede tender a formar a partir de contactos repetidos entre los eslabón de oruga y las superficies externas de las ruedas de guía 11 y 15 a medida que la oruga 16 se desplaza por su camino, hacia adelante y hacia atrás según sea el caso. La ondulación formada por el contacto con las ruedas de guías tiende a ubicarse más o menos en el centro a lo largo de la superficie del riel 30, aproximadamente a mitad de camino entre el primer y segundo extremo 25 y 27. La rueda dentada 17 generalmente se acoplará a la oruga 16 de una manera diferente a la de las ruedas de guías 11 y 15, y no es un contribuyente significativo al festoneado en muchos sistemas de oruga, pero en otros podría serlo. Otra ampliación detallada en la Figura 1 muestra un rodillo de oruga de interconexión 19 y uno de los eslabones 24. El contacto entre los rodillos de oruga 19 y los eslabones 24 también puede ocurrir de acuerdo con un patrón de desgaste de la formación de ondulación, pero ligeramente diferente al asociado con las ruedas de guía 11 y 15. Los expertos en la técnica apreciarán que la oruga 16 puede atravesar una trayectoria generalmente recta a lo largo de una superficie del suelo entre las ruedas de guía 11 y 15, pero tienen cierta capacidad de flexión a través de la rotación relativa entre los eslabones de oruga adyacentes 24. Por esta y otras razones, los eslabones de oruga 24 se pueden deslizar a medida que se acoplan y desacoplan con los rodillos de oruga 19, lo que causa desgaste que también imparte una tendencia hacia la formación de ondulaciones. Las ondulaciones de desgaste formadas en respuesta al contacto entre los rodillos de la oruga 19 y los eslabones 24 tenderán a ubicarse lejos del centro de la superficie del riel 30, y más cerca del primer y segundo extremo de los eslabones 25 y 27. La formación de la ondulación se produce en respuesta al contacto entre la oruga. Los rodillos de oruga 19 y los eslabones 24 tienden a ser menos grave que la asociado con el contacto con las ruedas de guía y por lo tanto, la formación de ondulaciones puede proceder de manera relativamente más lenta cerca de los extremos de los eslabones 24 en comparación con el centro, aunque diferentes diseños de orugas pueden experimentar diferentes fenómenos de desgaste.

Con referencia ahora a las Figuras 2 y 3, la primera cadena de oruga 20 se puede acoplar con la segunda cadena de oruga 22 a través de una pluralidad de pasador de oruga 44, uno de los cuales se muestra en la Figura 2. Las superficies de riel superiores 30 juntas forman rieles paralelos en el ensamblaje de la cadena de oruga 18. Una pluralidad de casquillos 46, que pueden ser giratorios o fijos, se pueden colocar sobre cada uno de la pluralidad de pasadores de oruga 44. Cada uno de los eslabones 24 puede definir además un primer orificio de pasador de oruga 40 y un segundo orificio de pasador de oruga 42 que se comunican entre un lado interno 33 y un lado externo 31 del eslabón correspondiente. Los orificios de los pasadores de oruga 40 y 42 pueden ser de diferente tamaño y/o configuración, tal como en la realización ilustrada donde uno de los orificios del pasador de oruga 40 y 42 recibe uno de los pasadores de oruga 44 mientras que el otro de los orificios de los pasadores de oruga 40 y 42 recibe uno del pasador de la oruga 44 y un extremo de uno de los casquillos 46. Cada uno de los eslabones de la oruga 24 puede definir además una primera ventana de asiento de tuerca 48 y una segunda ventana de asiento de la tuerca 49 adyacente, cada una ubicada longitudinalmente entre el primer y segundo orificio del pasador de oruga 40 y 42. Cada uno de los eslabones 24 incluye además un puntal vertical 52 ubicado entre las ventanas 48 y 49. Otros diseños de eslabón contemplados en al la presente memoria pueden no tener un puntal, ventanas o algunas otras características.

Se recordará que la superficie de montaje inferior 26 está configurada para montar una de las zapatas de oruga 32. En una estrategia típica, la superficie inferior 26 puede ser sustancialmente plana, y una pluralidad de pernos se extienden hacia arriba a través de los orificios del eslabón de oruga 24 y se acoplan con tuercas 50 colocadas dentro de cada una de las ventanas de asiento de tuerca 48 y 49. También se puede observar en la Figura 2 que los eslabones 24 en la cadena de oruga 20 son imágenes en espejo de los eslabones 24 den la cadena de oruga 22. Cada uno de los eslabones 24 también se puede entender como "desplazado" "dentro de un significado de ese término que será familiar para los expertos en la materia. La forma desplazada de los eslabones 24 puede ser tal que la superficie del riel superior 30 tenga una sección central 54 que se extienda longitudinalmente entre una primera sección final 56 y una segunda sección final 58 desplazada lateralmente desde la primera sección final 56. La superficie del riel superior 30 puede ser sustancialmente plana antes de ponerse en servicio, sin embargo, la presente descripción por lo tanto no está limitada.

Además, si bien los eslabones de desplazamiento son una estrategia de implementación práctica, en otras realizaciones se pueden usar eslabones rectos. También se puede observar que la sección central 54 tiene un ancho relativamente mayor 60, en una dirección lateral que se extiende generalmente desde el lado interno 33 al lado externo 31. Cada una de las secciones finales 56 y 58 puede tener un ancho relativamente más estrecho 62 en la misma dirección lateral. El ancho variable longitudinalmente de la superficie del riel 30, junto con la naturaleza diferente del festoneado inducido por la rueda de guía frente al festoneado inducido por el rodillo, se resuelve y aprovecha en la presente descripción a través de una estrategia de endurecimiento única para los eslabones de oruga 24, como se explica más adelante en la presente memoria. En la Figura 2, el número de referencia 55 identifica generalmente la longitud de una zona aproximada de contacto de la rueda de guía sobre la superficie del riel 30 dentro de la cual se puede esperar que ocurra un festoneado inducido por una rueda de guía, mientras que el número de referencia 57 identifica la longitud de una zona aproximada donde se puede esperar que ocurra un festoneado inducido por rodillo, y se extienda a través de dos eslabones de oruga adyacentes.

Cada uno de los eslabones 24 puede incluir además un material de menor dureza 34 que forma una superficie inferior 26, y un material de mayor dureza sacrificial 36 que forma la superficie del riel superior 30. El material de mayor dureza 36 y el material de menor dureza 34 pueden ser de acero, y el eslabón 24 puede estar formado como una sola pieza de forja de ese acero. El material de menor dureza 34 y el material de mayor dureza 36 hacen una transición entre sí en una interfaz de material 38 dentro del eslabón 24. La interfaz de material 38 se puede extenderse lateral y longitudinalmente, lo que significa a lo largo de todo el eslabón 24, y se puede ubicar entre la superficie del riel superior 30 y los orificios 40 y 42. Se puede observar en el plano de sección a través de la superficie 54 en el eslabón izquierdo 24 en la Figura 2 que el material de mayor dureza 36 tiene una profundidad relativamente mayor en una ubicación longitudinalmente coincidente con la sección central 54 de la superficie 30. Además, se debe observar que el material de mayor dureza 36 tiene una menor profundidad en las ubicaciones coincidentes longitudinalmente con las secciones finales 58 y 56, cuya importancia se hará evidente a partir de la siguiente descripción. La interfaz del material 38 es, por lo tanto, longitudinalmente no uniforme, de modo que el material de mayor dureza 36 tiene una profundidad variable con respecto a la superficie del riel superior 30. La profundidad variable retarda la penetración de una ondulación, y en una estrategia de implementación práctica puede retardar la penetración de múltiples ondulaciones en el material de menor dureza 34 durante el servicio. En una estrategia de implementación práctica, la profundidad variable del material de mayor dureza 36 define un contorno longitudinal curvo que tiene una pluralidad de picos 74 y una pluralidad de valles 76, cada uno de los cuales puede ser finito en número, como se muestra en la Figura 3. El contorno podría formar tres o cuatro picos y tres o cuatro valles en una realización. También se puede observar en la Figura 3 que el contorno longitudinal curvo forma un valle que tiene un punto más profundo, en otras palabras, la mayor profundidad, en una ubicación longitudinalmente coincidente con un puntal vertical adyacente 52. El valle longitudinalmente coincidente con el puntal vertical 52 puede incluir uno más profundo de la pluralidad de valles, desde la superficie del riel superior 30. Además, se puede observar en la Figura 3 que el contorno longitudinal curvo forma un pico alineado longitudinalmente con el orificio del pasador de oruga 42, y un segundo pico alineado longitudinalmente con el segundo orificio del pasador de oruga 40. Como se usa en la presente memoria, el término "alineado" se puede entender más estrechamente que el término coincidente. En consecuencia, el pico 74 alineado con el orificio 42 puede estar ubicado en forma directamente vertical sobre un eje central 61 del orificio 42, y el pico 74 alineado con el orificio 40 se puede ubicar en forma directamente vertical sobre un eje central 63 del orificio 40. Un punto más profundo del valle central 76 longitudinalmente coincidente con el puntal central 52 también se podría alinear con el puntal 52, por lo tanto ubicado en forma directamente vertical sobre el punto central longitudinal del puntal 52. En una estrategia de implementación práctica, el material de mayor dureza 36 puede tener una dureza Rockwell C de aproximadamente 45 o mayor. El material de menor dureza 34 puede tener una dureza Rockwell C menor que la dureza del material 36. En un aspecto adicional, la profundidad del material 36 se puede definir mediante un grado de dureza del material en el eslabón 24 que es aproximadamente 45 Rockwell C o mayor.

Se debe apreciar que el contorno particular definido por la interfaz de material 38 probablemente variará de acuerdo con el sistema de oruga para el cual se diseñó el eslabón de oruga presente. Los diferentes sistemas de oruga pueden exhibir diferentes patrones de desgaste en función de su construcción básica, y también de factores tales como el entorno de servicio y la manera en que un operador maneja la máquina. No obstante, se contempla que muchos eslabones de oruga en el contexto de la presente descripción tendrán una interfaz de material con un contorno de curvatura longitudinal, diseñados de tal manera que los picos y valles se ubican en respuesta a las ubicaciones y gravedad de desgaste esperadas, y el diseño general del eslabón. En el caso de un eslabón recto en el que la superficie del riel superior no tiene un ancho variable, el amplio material en los extremos del eslabón para resistir el desgaste podría permitir el uso de muy poco o ningún material de mayor dureza hacia los extremos del eslabón. La profundidad de endurecimiento, y por lo tanto la ubicación del pico y valle, también se puede controlar en función de los fines finales de las diferentes características de eslabón. Por ejemplo, se puede evitar el endurecimiento del material que forma los orificios 40 y 42 para evitar que interfiera en, o se agriete, el pasador de oruga o los ajustes de presión de los casquillos.

Con referencia ahora a la Figura 4, se muestra el eslabón de oruga 24 como podría aparecer cerca de un aparato de endurecimiento por inducción 64, mostrado esquemáticamente y configurado para endurecer el eslabón de oruga 24 de la manera generalmente contemplada en la presente memoria. El aparato 64 incluye una bobina 66 configurada para generar un campo magnético que calienta el eslabón de oruga 24 de acuerdo con principios bien conocidos.

Las estrategias convencionales de endurecimiento por inducción para los eslabones de oruga se procuraron, típicamente, para endurecer el eslabón de oruga hasta una profundidad de endurecimiento uniforme desde la superficie del riel. Las estrategias de inserción de riel conocidas, tal como las de Massieon et al., discutidas anteriormente, utilizan inserciones de profundidad uniformes. A la luz de la presente descripción, se entenderá que el aparato 64 se usará para endurecer el material del eslabón 24 a una profundidad variable, en contraste con estas técnicas conocidas. Para este fin, la bobina 66 se puede configurar a través de estrategias conocidas para impulsar más energía en ciertas áreas del eslabón de oruga 24 y menos energía en otras áreas. El aparato 64 se puede usar en la llamada estrategia de disparo único, en donde todo el endurecimiento del eslabón 24 se realiza a la vez. Alternativamente, el endurecimiento por inducción de barrido se podría usar cuando una bobina de inducción se mueve a lo largo de una superficie, y podría tener un tiempo de residencia o velocidad de desplazamiento relativa en diferentes regiones, de acuerdo con la profundidad de endurecimiento que se desea obtener en estas regiones diferentes.

La Figura 4 también muestra varios atributos geométricos adicionales de la interfaz de material 38, y el eslabón de

oruga 24 mismo. El eslabón de oruga 24 puede incluir una altura vertical 68 que se extiende entre la superficie 26 y la superficie 30, y una longitud 70 que se extiende entre el primer extremo 25 y el segundo extremo 27. La altura 68 puede ser de aproximadamente 150 mm a aproximadamente 200 mm en ciertas realizaciones, mientras que la longitud 70 puede ser de aproximadamente dos a aproximadamente tres veces la longitud 68. Sin embargo, se puede esperar en la presente descripción aumentar o disminuir la escala desde estas dimensiones generales. En la Figura 4 también se representa un plano 72 que representa una condición de desgaste aproximada del 120% del eslabón de oruga 24. Una condición análoga de desgaste del 120%, en un diseño de eslabón conocido típicamente puede representar un estado de desgaste donde el eslabón se puede sacar de servicio, si no antes. El plano 72 está ubicado a una distancia vertical 75 del orificio 42, y generalmente representa un punto de referencia colocado más profundo que la profundidad de endurecimiento uniforme que se puede haber usado en diseños anteriores, que generalmente era una dureza Rockwell C de aproximadamente 15 mm o más. La distancia 75 puede ser de aproximadamente 20 mm, pero puede variar de acuerdo con por ejemplo, la vida útil prevista de la oruga. También se puede observar que el contorno longitudinal curvo de la interfaz del material 38 se aleja y se acerca al plano 72, e intersecta el plano 72 en ciertos puntos.

En la Figura 4, se muestra una pluralidad de diferentes ubicaciones de profundidad 78-98, cada una representa una profundidad de material de mayor dureza y, por lo tanto, una ubicación general de la interfaz del material 38, con respecto al plano 72. En una primera ubicación de profundidad 78, la profundidad de el material de mayor dureza puede ser de aproximadamente 4 mm, en una segunda ubicación de profundidad 80, la profundidad del material de mayor dureza solo se puede extender desde la superficie del riel 30 hasta el plano 72. En otra ubicación de profundidad 82, la profundidad del material de mayor dureza puede ser de aproximadamente 3 mm del plano 72 y 5 mm, 6 mm y 4 mm en las ubicaciones de profundidad 82, 84, 86 y 88, respectivamente. En una ubicación de profundidad 90, correspondiente al valle más profundo formado por la interfaz de material 38, la profundidad puede ser de aproximadamente 8 mm del plano 72. En las ubicaciones de profundidad 92, 94, 96 y 98, las profundidades del material de mayor dureza del plano 72 pueden ser aproximadamente 4 mm, 5 mm, 3 mm, 0 mm y 4 mm, respectivamente. Las diversas ubicaciones de profundidad en la Figura 5 son ejemplos que se podrían observar aproximadamente a mitad de camino entre los lados 33 y 31 interno y externo. La profundidad del material 36 podría variar moderadamente en una dirección lateral, especialmente en la parte más gruesa del eslabón 24, como se muestra en la Figura 2. Tal como se usa en la presente memoria, el término "aproximadamente" se debe entender en el contexto del redondeo convencional a un número coherente con dígitos significativos. Por consiguiente, "aproximadamente 4 mm" significa de 3,5 mm a 4,4 mm. "Aproximadamente de 45" significa de 44.5 a 45.4, y así sucesivamente.

### Aplicabilidad industrial

Con referencia a la Figura 5, se muestra el eslabón de oruga 24 como podría aparecer después de haber sido sometido a un desgaste moderado en el sistema de oruga 16, en parte a lo largo de la vida útil de la máquina 10. Se puede observar que la superficie del riel superior 30 ya no es plana y una pluralidad de ondulaciones, que incluye una ondulación central 100, una ondulación final 102, y otra ondulación final 104 se han comenzado a formar allí. Se observará que la superficie del riel superior 30 todavía está formada por un material de mayor dureza 36.

Con referencia a la Figura 6, se muestra el eslabón de oruga 24 como podría aparecer más adelante en su vida útil, y donde la superficie del riel superior 30 ya no está formada exclusivamente de material de mayor dureza 36. En el estado representado en la Figura 6, las ondulaciones 100, 102 y 104 son menos prominentes, y en el caso de la ondulación 104 puede ser incluso no detectable, de modo que la superficie del riel superior 30 se ha desgastado hacia un estado relativamente plano.

Con referencia a la Figura 7, se muestra el eslabón de oruga 24, como podría aparecer al final o cerca de su vida útil. En la Figura 7, todo el material de mayor dureza 36 se ha desgastado, y la superficie del riel superior 30 está formada completamente de material de menor dureza 34. Las ondulaciones 100, 102 y 104 se han agrandado en relación con el estado que se muestra en la Figura 6, y la ondulación central 100 es notablemente más profunda que cualquiera de las ondulaciones 102 y 104. En el estado que se muestra en la Figura 7, es probable que un operador experimente una marcha relativamente brusca por el golpe de los elementos de acoplamiento de oruga giratorios contra la superficie del riel superior 30, y la oruga 16 se podría considerar lista para reemplazo y/o mantenimiento.

En ciertos diseños anteriores en los que el desgaste del eslabón de oruga avanzó a través de una ondulación más allá de la profundidad total del endurecimiento en un área, el material de mayor dureza adicional que comienza en los extremos longitudinales de la ondulación tiende a desgastarse a medida que la ondulación penetra en el material de menor dureza subyacente. Tal desgaste de festoneado típicamente fue más fuerte en o cerca de un centro longitudinal de la superficie del riel, al menos inicialmente. Este fenómeno tendió a acelerar el desgaste posterior del material de mayor dureza en toda la superficie del riel, lo que acorta indebidamente la vida útil del riel. Se puede entender que la presente descripción ajusta la profundidad del endurecimiento de manera que se retarda la penetración de la ondulación en el material de menor dureza. En lugar de una profundidad uniforme del material de mayor dureza que una o más ondulaciones pueden romper, la profundidad adicional del material de mayor dureza se ubica de manera selectiva para hacer que su desgaste sea más uniforme y, por lo tanto, se prolonga la vida útil de la oruga.

Un aspecto adicional de la estrategia expuesta en la presente memoria es una conducción mejorada para el operador a lo largo de la vida útil del sistema de oruga 16. De acuerdo con varios factores, la marcha cuando el

5 eslabón de oruga 24 se desgasta al estado que se muestra en la Figura 5 probablemente sería más difícil que la  
experimentada cuando el eslabón de oruga 24, y por supuesto los otros eslabones de oruga en el sistema de oruga  
16, se ponen en servicio por primera vez y la superficie del riel superior es relativamente plana. Sin embargo, las  
condiciones de conducción pueden tender a mejorar a medida que el desgaste avanza al estado que se muestra en  
la Figura 6, en donde la superficie del riel superior 30 es relativamente plana una vez más. En estrategias anteriores  
donde la profundidad de endurecimiento era uniforme, el desgaste de material de mayor dureza tendería a ocurrir en  
un patrón similar al que se muestra en la Figura 5. Debido a la irregularidad de los fenómenos de desgaste, y  
comúnmente la concentración de desgaste en el centro de la oruga sin embargo, como se indicó anteriormente, era  
común que una ondulación central rompiera el material de mayor dureza y comenzara a desgastar el material de  
10 menor dureza. En este punto, durante la vida útil de la oruga, importaba relativamente poco que quedara algo de  
mayor dureza hacia los extremos de los eslabones, ya que una ondulación central se podría desgastar tanto hacia  
fuera como hacia abajo del eslabón. Una vez que la calidad de conducción del operador se comenzó a deteriorar,  
por lo general solo empeora con el tiempo,

## REIVINDICACIONES

1. Un eslabón de oruga (24) para una oruga de acoplamiento con el suelo (16) en una máquina (10) que comprende:

un cuerpo de eslabón alargado que incluye un lado interno (33) y un lado externo (31) cada uno que se extiende entre el primer y segundo extremo del cuerpo del eslabón (25, 27) cada uno que ha formado allí un orificio de pasador de oruga (40, 42) que comunica entre los lados interno y externo (33, 31) y configurado para recibir un pasador de oruga (44) para acoplar el cuerpo de eslabón alargado (24) con cuerpos del eslabón alargados adyacentes (24) en una cadena de oruga (20, 22);

el cuerpo de eslabón alargado (24) que además incluye una superficie de montaje inferior (26) para montar una zapata de oruga (28), y una superficie de riel superior (30) configurada para poner en contacto un elemento de acoplamiento de oruga giratorio (11, 15) en la máquina (10);

el cuerpo de eslabón alargado (24) que además incluye un material de menor dureza (34) que forma la superficie de montaje inferior (26), y un material de mayor dureza sacrificial (36) que forma la superficie de riel superior (30), la superficie de montaje inferior (26) que se orienta alejada de la superficie de riel superior (30) en una dirección de la altura, una dureza del material de mayor dureza sacrificial (36) que es mayor que una dureza del material de menor dureza (34), el material de mayor dureza sacrificial (36) que hace la transición al material de menor dureza (34) en una interfaz del material (38) dentro del cuerpo de eslabón alargado (24);

caracterizado por que el material de mayor dureza sacrificial (36) que tiene una primera profundidad y una segunda profundidad, cada una de las cuales se extiende en la dirección de la altura desde la superficie de riel superior (30) a la interfaz del material (38), la primera profundidad es diferente de la segunda profundidad, la primera profundidad tiene una primera dureza se extiende allí, la segunda profundidad tiene una segunda dureza que se extiende allí, en donde la primera dureza es sustancialmente igual a la segunda dureza, en donde la profundidad variable desde la superficie del riel superior (30) del material de dureza superior sacrificial (36) está configurada de tal manera que se retarda la penetración de una ondulación de desgaste (100) resultante del contacto con el material de menor dureza (34).

2. El eslabón de oruga (24) de la reivindicación 1 donde el cuerpo de eslabón alargado (24) define una primera ventana adyacente (48) y una segunda ventana adyacente (49) ubicado entre el primer orificio del pasador de oruga (40) y el segundo orificio del pasador de oruga (42), el cuerpo del eslabón alargado (24) incluye un puntal vertical (52) ubicado entre la primera ventana adyacente (48) y la segunda ventana adyacente (49) y donde la profundidad variable del material de mayor dureza sacrificial (36) es mayor en una ubicación coincidente con el puntal vertical (52) en la dirección de la altura..

3. El eslabón de oruga (24) de la reivindicación 2 donde la superficie de riel superior (30) es sustancialmente plana e incluye una sección central (54) que se extiende entre una primera sección final (56) y una segunda sección final (58) desplazada lateralmente de la primer sección final (56), en donde la superficie de riel superior (30) tiene una primer ancho de la superficie de riel superior correspondiente a la primera sección final (56), un segundo ancho de la superficie de riel superior correspondiente a la segunda sección final (58), ay un tercer ancho de la superficie de riel superior correspondiente a la sección central (54), el tercer ancho de la superficie de riel superior es mayor que el ancho de la primera superficie de riel superior y el segundo ancho de la superficie de riel superior; y

donde la sección central de la superficie de riel superior (30) tiene la primera profundidad del material de mayor dureza sacrificial (36), y la primera sección final (56) y la segunda sección final (58) de la superficie de riel superior (30) tiene la segunda profundidad del material de mayor dureza sacrificial (36), la primera profundidad es mayor que la segunda profundidad.

4. El eslabón de oruga (24) de la reivindicación 1, en donde cada uno de los orificios del pasador de oruga (40, 42) se extiende a través del eslabón de oruga (24) en una dirección lateral, en donde la dirección lateral, la dirección longitudinal y la dirección de la altura están desplazadas angularmente entre sí, la interfaz del material (38) se extiende en las direcciones longitudinal y lateral a través del eslabón de oruga (24) entre la superficie de riel superior (30) y cada orificio del pasador de oruga (40, 42).

5. El eslabón de oruga (24) de la reivindicación 2, en donde el material de menor dureza (34) tiene una profundidad variable que se extiende desde la superficie de montaje inferior (26) a la interfaz del material (38), la profundidad variable del material de menor dureza (34) define un contorno longitudinal curvo que tiene una pluralidad de picos (74) y una pluralidad de valles (76);

donde el contorno longitudinal curvo forma un valle central (76) coincidente con el puntal vertical (52) en la dirección longitudinal; y donde el valle central (76) incluye un valle más profundo de la pluralidad de valles (76), desde la superficie de riel superior (30).

6. La oruga (16) de la reivindicación 5 donde el contorno longitudinal curvo forma un primer pico (74) alineado con el primer orificio del pasador de oruga (40) en la dirección longitudinal, y un segundo pico (74) alineado con el segundo orificio del pasador de oruga (42) en la dirección longitudinal.



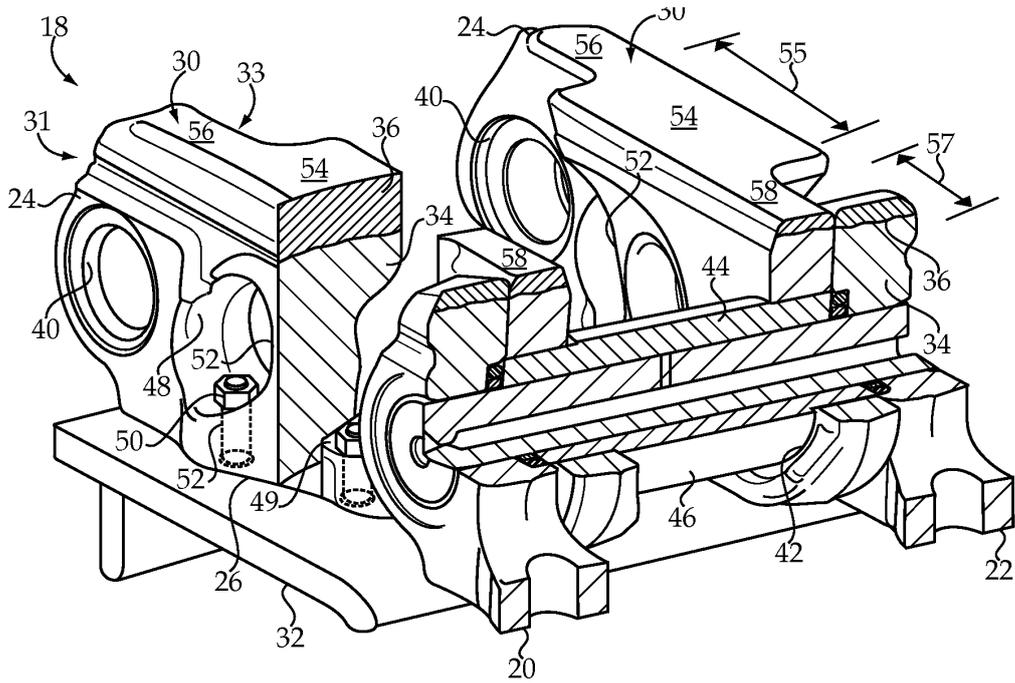


Fig.2

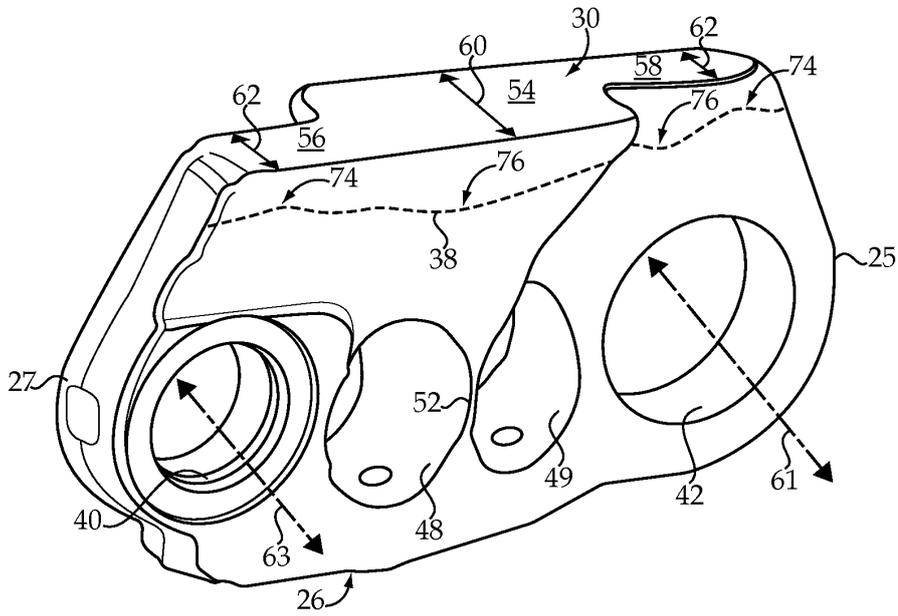


Fig.3

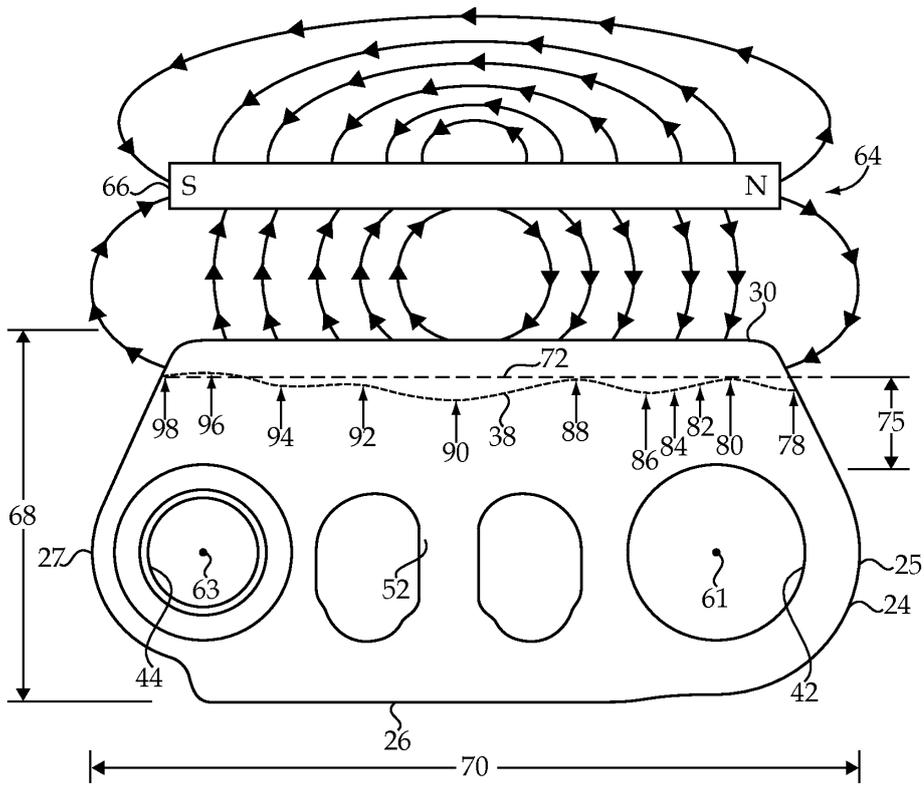


Fig.4

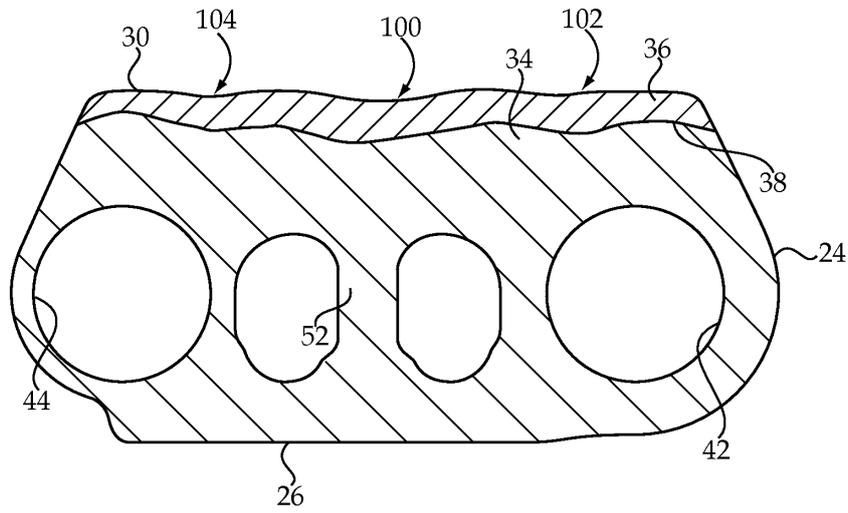


Fig.5

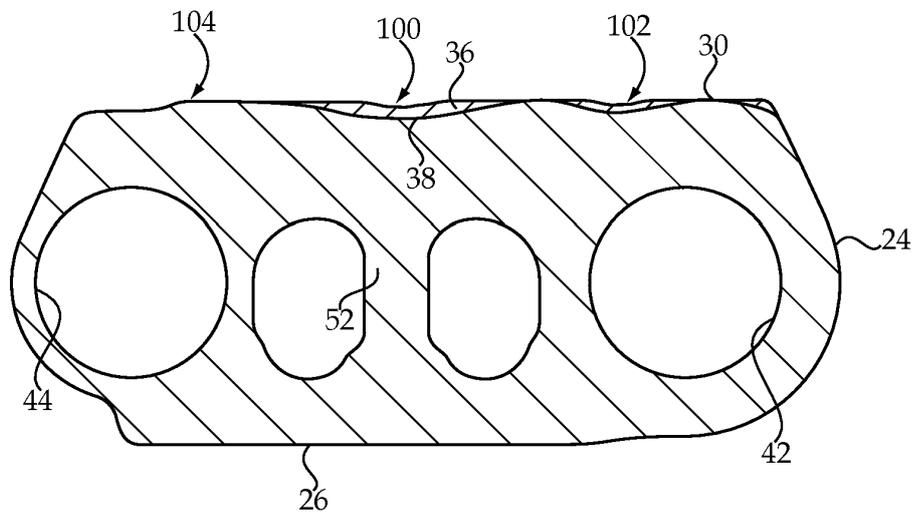


Fig.6

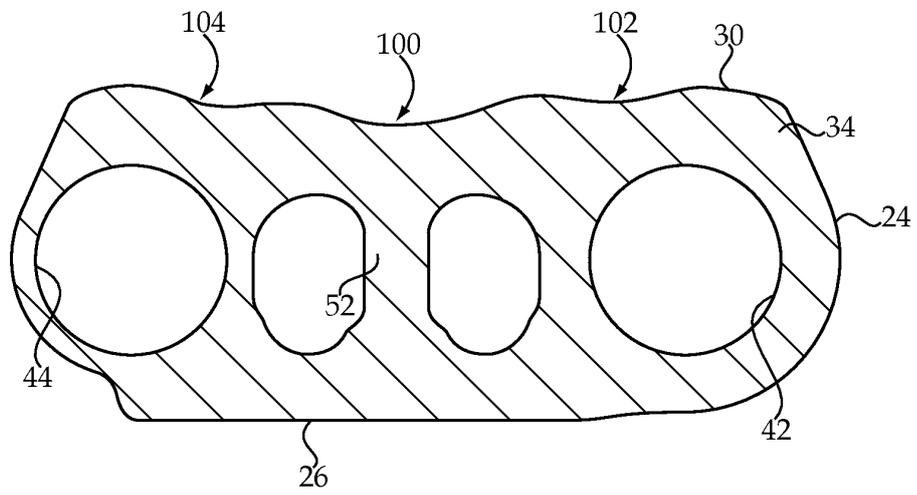


Fig.7