

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 729 805**

51 Int. Cl.:

F16G 13/00 (2006.01)

F16G 13/04 (2006.01)

F16G 13/02 (2006.01)

F16G 13/06 (2006.01)

F16G 13/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2014 E 14189415 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.03.2019 EP 2868947**

54 Título: **Cojinete de cadena, pasador de cadena y cadena**

30 Prioridad:

21.10.2013 JP 2013218483

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

06.11.2019

73 Titular/es:

**DAIDO KOGYO CO., LTD. (100.0%)
I-197 Kumasaka-cho
Kaga Ishikawa, JP**

72 Inventor/es:

**NISHIKAWA, MASASHI;
OKUMURA, YOSHIO;
OHSAKA, YUMA y
TANAKA, MOTOKI**

74 Agente/Representante:

RIZZO , Sergio

ES 2 729 805 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

Cojinete de cadena, pasador de cadena y cadena

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la invención

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un cojinete para su utilización en una cadena y a una cadena, tal como una cadena silenciosa, así como a una cadena de rodillos que los utiliza.

Descripción de la técnica relacionada

10 **[0002]** En general, una cadena silenciosa provoca un movimiento deslizante giratorio relativo entre un pasador y una placa de eslabón, y una cadena de rodillos provoca un movimiento deslizante giratorio relativo entre un pasador y un casquillo, de tal forma que el pasador y el miembro de ensamblaje (la placa de eslabón o el casquillo) se desgastan y se produce una elongación por el desgaste en las cadenas. Se necesita que una cadena silenciosa, tal como una cadena de distribución dispuesta en un motor de combustión interna en particular tenga una alta durabilidad incluso en condiciones cercanas a un estado de lubricación límite en las que se ve afectado el calor deslizante.

15 **[0003]** Hasta el momento, en el documento de patente japonesa n.º 4401108 se ha propuesto un pasador de cadena que incluye una capa de superficie que comprende carburo de vanadio (VxCy) y una parte limítrofe que comprende carburos de vanadio y cromo entre un material de base de pasador y la capa de superficie. En el pasador de cadena, se cambia de gradiente el contenido de cromo en la parte limítrofe de tal forma que disminuya gradualmente el contenido de cromo desde el material de base del pasador hasta la capa de superficie.
20

[0004] El pasador de cadena tiene la capa de superficie que comprende el carburo de vanadio, que presenta una alta durabilidad de superficie y la parte limítrofe que comprende los carburos de vanadio y cromo formados de una manera que no se forma una interfase claramente dividida para mejorar la resistencia de adherencia entre la capa de superficie y el material de base de pasador, para evitar la separación entre la capa de superficie y una superficie limítrofe, así como para mejorar la durabilidad y prolongar la vida de la cadena.
25

[0005] Con un aumento de interés tardío en los problemas medioambientales y de energía, también está en aumento una demanda de desarrollo sostenible de un motor de combustión interna y similares, y también se necesita con urgencia una mejora adicional del rendimiento del combustible de un vehículo propulsado con motor. Mientras tanto, el hecho de garantizar una fiabilidad duradera de la cadena de distribución descrita anteriormente se ha convertido en una cuestión relevante. En un motor de última generación de este tipo, hay casos en los que la viscosidad del aceite lubricante se reduce o una cantidad de aceite lubricante se reduce debido a los cambios de un mecanismo de motor. Un caso en el que un entorno de lubricación de cadena se agrava aumenta a medida que se acerca un estado de lubricación a la lubricación límite incluso en un caso de estado de lubricación mezclado. A continuación, se descubrió que existe un caso en el que el pasador que presenta la capa de superficie que comprende carburo de vanadio descrito anteriormente (denominado de aquí en adelante 'pasador de VC' provoca un desgaste anormal en dicha prueba de conducción de la cadena.
30
35

[0006] Como resultado de un estudio entusiasta sobre el desgaste anormal del pasador de VC descrito anteriormente, los inventores *et al.* han analizado lo siguiente. En primer lugar, un mecanismo por el que el revestimiento de carburo de vanadio (VC) presenta un alto rendimiento resistente al desgaste superior al de otros revestimientos de carburo resistentes de tipo MC (M: metales como Cr, Nb, V y Ti), tales como el carburo de cromo (CrC), el carburo de niobio (NbC) y otros en la cadena convencional en la que hay un motor:
40

(i) Puesto que una película de óxido muy fina y suave se forma continuamente en la superficie del revestimiento de VC y una superficie deslizante del pasador tiende a formarse en una superficie de espejo, se reduce la atacabilidad contra otro miembro (superficie de un agujero de una placa de eslabón); y

45 (ii) El revestimiento de VC presenta una dureza mayor a la de los otros revestimientos de carburo de tipo MC, de tal forma que la destrucción del revestimiento (dureza de la superficie provocada por un despegado muy pequeño) apenas se desarrolla incluso con una presión de contacto elevada, y la superficie deslizante de espejo puede mantenerse durante un largo periodo de tiempo.

50 **[0007]** Por lo tanto, los inventores han supuesto que el desgaste anormal del pasador de VC se ha producido en la prueba de conducción de la cadena llevada a cabo adoptando el motor de última generación debido a los siguientes motivos. Es decir, en unas circunstancias en las que el entorno de lubricación es extremo, un estado de lubricación de las partes deslizantes (la superficie del pasador y la superficie del agujero de la placa de eslabón) se acerca al estado de lubricación límite y la superficie del pasador genera calor, de tal forma que se calienta. Como resultado, la película de óxido que acelera la disminución de la atacabilidad contra el otro

miembro se forma densamente y el desgaste del propio pasador aumenta porque la película de óxido suave está desgastada.

5 **[0008]** Se supone que la exigencia de la cadena será más y más notable con el avance del motor de combustión interna, tal como una reducción adicional del consumo de combustible de los vehículos. Se necesita una cadena que tenga una durabilidad que permita conducir durante un largo periodo de tiempo incluso en circunstancias en las que no solo se reduzca la viscosidad del aceite lubricante sino que también empeore el entorno de lubricación debido a un aumento de la tensión de carga de la cadena, entre otros motivos.

También se hace referencia al documento de patente japonés JP 2005-299800, en el que se da a conocer un cojinete de cadena de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

10 **SUMARIO DE LA INVENCION**

[0009] La presente invención da a conocer un cojinete de cadena tal y como se define en las reivindicaciones 1 a 8. La presente invención también da a conocer una cadena tal y como se define en las reivindicaciones 9 a 11, y una utilización de una cadena tal y como se define en la reivindicación 12.

15 **[0010]** A partir de la siguiente descripción de modos de realización de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos, surgirán características adicionales de la presente invención de forma evidente. Los dibujos adjuntos, que se incorporan a la presente memoria y forman parte de la misma, ilustran modos de realización de ejemplo y características de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0011]

20 En la figura 1, se proporciona una vista delantera en la que se muestra una cadena silenciosa a la que puede aplicarse la presente invención.
En la figura 2A, se proporciona un gráfico en el que se muestra una proporción de componentes que cambia por la distancia de una superficie de un pasador.
25 En la figura 2B, se proporciona un gráfico en el que se muestran cambios de una cantidad de nitrógeno (N) de la superficie de un revestimiento de carburo de vanadio (VC) y de un revestimiento de carbonitruro (VCN) de la invención.
En la figura 2C, se proporciona un diagrama esquemático de una parte de la superficie del pasador.
En la figura 3, se proporciona un gráfico en el que se muestran cambios de grosor de películas de óxido de los revestimientos de VC y de VCN por temperatura.
30 En la figura 4, se presentan dibujos ampliados de las películas de óxido en superficies de los revestimientos de VC y de VCN en los puntos A y B de la figura 3.
En la figura 5, se proporciona un gráfico en el que se muestra la resistencia y la dureza de diversos revestimientos duros.
En la figura 6, se proporciona un gráfico en el que se muestran cambios de rugosidad de superficies deslizantes de los diversos revestimientos duros por tiempos de prueba.
35 En la figura 7, se proporciona un gráfico en el que se ilustra una elongación por desgaste de una cadena (cadena de VC) que utiliza el pasador que comprende el revestimiento de VC y una cadena (cadena de VCN) que utiliza el pasador que comprende el revestimiento de VCN de la presente invención.
En la figura 8, se proporciona un gráfico en el que se muestran los desgastes entre las cadenas de VC y de VCN y los componentes de cojinete.
40 En la figura 9A, se proporciona un gráfico en el que se muestra un rendimiento de elongación por desgaste de una cadena por cambios de una cantidad de nitrógeno (N).
En la figura 9B, se proporciona un gráfico en el que se muestra un rendimiento de desgaste del pasador por los cambios de la cantidad de N.
45 En la figura 9C, se proporciona un gráfico en el que se muestran cambios de dureza de una superficie del pasador por los cambios de la cantidad de N.
En la figura 10A, se proporciona un gráfico en el que se muestran cambios de dureza y de resistencia de la capa de superficie provocados por diferencias de la cantidad de N.
50 En la figura 10B, se proporciona un gráfico en el que se muestran cambios de rugosidad de la superficie deslizante por la cantidad de N.

DESCRIPCIÓN DEL MODO DE REALIZACIÓN

55 **[0012]** Un modo de realización de la presente invención se explicará más adelante con referencia a los dibujos. Tal y como se muestra en la figura 1, una cadena silenciosa 1 a la que puede aplicarse la presente invención se construye continuamente mediante la conexión de placas de eslabón interiores 3 alternativamente con pasadores 2, y se disponen placas de eslabón de guía 6 a los lados exteriores a lo ancho de (segundos) eslabones 5 de estas placas de eslabón interiores 3. Los pasadores 2 están fijados y conectados a las placas de eslabón de guía 6 derecha e izquierda mediante sellado, unión a presión o similares y se ensamblan de forma deslizante en

agujeros de pasador 7 formados en ambas partes de extremo en una dirección longitudinal de las placas de eslabón interiores, es decir, miembros de ensamblaje, 3. Las placas de eslabón de guía 6 y el pasador 2 componen un (primer) eslabón 8.

5 **[0013]** En consecuencia, el pasador 2 y el agujero de pasador 7 de la placa de eslabón 3, es decir, el miembro de ensamblaje en el que se instala el pasador 2, componen un cojinete de cadena 9 en el que pueden deslizarse entre sí relativamente. Se observa que una hilera de eslabones de guía G alineada en una dirección de ancho de la cadena con la placa de eslabón de guía 6 que incluye las placas de eslabón interiores 3 no gira relativamente con respecto al pasador 2, y las placas de eslabón interiores 3 en una hilera de no guía N adyacente a la hilera de guía giran relativamente con respecto al pasador 2. Por lo tanto, mientras que la cadena silenciosa 1 es libremente flexible, las mismas placas de eslabón interiores 3 se utilizan normalmente en la hilera de eslabones de guía G y la hilera de no guía N, y cada cojinete de cadena 9 descrito anteriormente se construye entre la placa de eslabón interior 3, es decir, el miembro de ensamblaje, y el pasador 2.

15 **[0014]** Cada una de las placas de eslabón interiores 3 incluye un par de dientes 10 en un lado de diámetro interior de una línea (circunferencia primitiva) que conecta centros del par de agujeros de pasador derecho e izquierdo 7, es decir, partes de ensamblaje en las que se instala el pasador 2. En un lado de una bifurcación 11 se forman caras de flanco interiores 12 entre los dientes 10 y se forman caras de flanco exteriores 13 en lados exteriores de los respectivos dientes. Los dientes 10 incluyen un mecanismo de conexión tal que la cara de flanco interior 12 y la cara de flanco exterior 13 se apoyan en los dientes de la rueda dentada. Por ejemplo, la cara de flanco interior 12 se sitúa en los dientes de la rueda dentada después de provocar una conexión mediante la cara de flanco exterior 13 apoyándose en los dientes de la rueda dentada (con el apoyo de la bifurcación exterior y el ajuste de la bifurcación interior).

20 **[0015]** Una capa de superficie que comprende un revestimiento de carbonitruro de vanadio (denominado como 'VCN' de ahora en adelante) que tiene un grosor predeterminado, por ejemplo, de aproximadamente 6 a 12 μm , se forma en un miembro que compone el cojinete de cadena 9, es decir, el pasador 2 en el presente modo de realización. El revestimiento de VCN (película de VCN) se forma en la capa de superficie mediante un proceso de formación de un revestimiento de carburo de vanadio (VC) en la superficie del material de base de pasador (proceso de impregnado y esparcimiento de vanadio) y un proceso de impregnado de nitrógeno (N) en la superficie del material de base de pasador (proceso de nitruración).

25 **[0016]** Específicamente, un alambroón hecho de un miembro de acero, por ejemplo, acero para rodamientos alto en carbono y cromo (SUJ2), acero aliado con cromomolibdeno (SCM) o similares, se utiliza para el material de base de pasador mediante corte en una longitud predeterminada. Al principio, el material de base de pasador se somete a un proceso de impregnado y de esparcimiento de vanadio (proceso de esparcimiento e impregnado complejo de VC) llevado a cabo mediante un procedimiento de sobre polvo. Esto es, un polvo compuesto por FV (ferrovanadio), es decir, un material de impregnado, Al_2O_3 (alúmina, óxido de aluminio), es decir, un material que evita la sinterización, y NH_4Cl (cloruro de amonio), es decir, un aditivo (acelerador), se coloca en un horno junto con el material de base de pasador. La temperatura del horno se sube a entre 900 °C y 1100 °C, y se templan tras mantener la temperatura durante un tiempo predeterminado. De este modo, el revestimiento de carburo de vanadio (VC) que presenta el grosor predeterminado se forma en la superficie del material de base de pasador.

30 **[0017]** A continuación, el tratamiento de nitruración de calentar el material intermedio de pasador en el que se ha formado el revestimiento de VC (película de VC), se lleva a cabo durante varias horas en una atmósfera de nitrógeno. Esto es, se introduce gas N_2 en el horno y el material de base de pasador se temple después de un calentamiento de varias horas a alta temperatura, superior a 1000 °C. De este modo, tal y como se muestra en la figura 2C, una capa de superficie 21 compuesta por el revestimiento de carbonitruro de vanadio (VCN) hecho de VCxNy en el que el nitrógeno (N) se enlaza con el revestimiento de VC mediante el impregnado y el esparcimiento en el revestimiento de VC, se forma en la superficie del material de base de pasador 20, que está compuesto, principalmente, por hierro Fe, y un contenido (proporción) de nitrógeno (N) cambia de gradiente de tal forma que el contenido de nitrógeno (contenido de N) disminuye gradualmente desde la superficie hasta una interfase del material de base. Una película de óxido de vanadio (VO) muy fina 22 se forma en una superficie superior de la capa de superficie 21 compuesta por el revestimiento de VCN.

35 **[0018]** Tal y como se muestra en la figura 2A, un componente principal del material de base de pasador 20 es hierro (Fe), el revestimiento de VCN se forma en la superficie del material de base de pasador y el revestimiento consiste en vanadio (V) cuyo contenido es sustancialmente el mismo sustancialmente a lo largo de una dirección de grosor completa del mismo, el carbono (C) gradualmente aumenta desde la superficie hasta la interfase del material de base, y el nitrógeno (N) gradualmente disminuye desde la superficie hasta la interfase del material de base. Asimismo, tal y como se muestra en la figura 2B, aunque el revestimiento de VCN contiene una gran cantidad de nitrógeno (N) en la superficie, la cantidad disminuye gradualmente hacia la interfase del material de base de pasador. Se observa que la cantidad de nitrógeno (N) del pasador que contiene el revestimiento de carburo de vanadio (VC) es sustancialmente cero. Mientras que el pasador de cadena (un miembro) 2 repite movimientos deslizantes relativos con el agujero de pasador 7 de la placa de eslabón interior 3, es decir, el otro

miembro que compone el cojinete de cadena 9, la película de óxido (VO) 22 de la superficie superior del revestimiento de VCN se desliza y se desgasta. La película de óxido (VO) 22 es más suave que el revestimiento de VCN en la capa de superficie 21 y, por lo tanto, presenta menos atacabilidad contra el agujero de pasador (el otro miembro) y se convierte en una superficie de espejo cuando la película 22 entra en contacto de forma deslizable con el agujero de pasador, de tal forma que se suprime el desgaste del propio pasador y del agujero de pasador.

[0019] En la figura 3, se representa un gráfico en el que se muestran los cambios de grosor de las películas de óxido por temperatura del cojinete de cadena de una cadena de distribución, entre otros. Los inventores *et al.* han descubierto que la película de óxido se forma también cuando la capa de superficie es el revestimiento de VC y que la película de óxido (VO) afecta considerablemente la durabilidad de la cadena y han averiguado que en un estado en el que el entorno de lubricación no es suficiente, la película de óxido se forma excesivamente en el revestimiento de VC convencional y que la película de óxido excesiva está conectada con un aumento del desgaste del pasador de VC. En relación con el motor de combustión interna, la mejora adicional del consumo de combustible ha sido exigida y se ha desarrollado aceite lubricante de baja viscosidad para reducir la resistencia al cizallamiento del aceite lubricante con el fin de reducir la fricción de los miembros deslizantes. Por lo tanto, teniendo en cuenta el motor de última generación, el entorno de lubricación en el propio motor empeora y la temperatura del cojinete de cadena tiende a ser elevada.

[0020] En la figura 4, se muestran imágenes (imágenes de microscopio electrónico de transmisión [TEM, por sus siglas en inglés]) de las películas de óxido (VO) en la superficie del pasador de VC de tipo convencional y del pasador de VCN de la invención, tomadas en el punto A de la figura 3, es decir, en un estado en el que la temperatura es baja (entorno en el motor convencional) y en un estado del punto B, es decir, un estado en el que la temperatura es elevada (entorno en el motor de última generación). Se observa que el tamaño de las imágenes originales de la figura 4 se ajustan a la misma ampliación. Las películas de óxido del pasador de VC de tipo convencional y del pasador de VCN de la invención presentan sustancialmente el mismo grosor (aproximadamente 2 nm) en el punto A en el que la temperatura del cojinete de cadena es baja. Mientras que la película de óxido del pasador de VC se engruesa considerablemente (grosor superior a 10 veces el del punto A, por ejemplo) en el punto B, en el que el entorno de lubricación se agrava y la temperatura del cojinete se eleva localmente, el grosor de la película de óxido del pasador de VCN de la invención cambia menos (el grosor no supera el doble del grosor del punto A, por ejemplo). La figura 3 se obtiene de los resultados de medición del grosor de las películas de óxido en una pluralidad de temperaturas del pasador de VC y el pasador de VCN mostrados en la figura 4. Mientras que cuanto mayor es la temperatura, mucho más aumenta el grosor de la película de óxido del pasador de VC, los cambios del grosor de la película de óxido del pasador de VCN debido a la temperatura son considerablemente pequeños en comparación con los del pasador de VC. Se asume que el óxido deja de producirse en exceso puesto que el enlace con el oxígeno (oxidación) se suprime en el VCN en comparación con el VC y el VCN tiene una resistencia mayor a la oxidación.

[0021] En la figura 5, se muestra una relación entre la resistencia y la dureza de los revestimientos de los respectivos miembros duros. La resistencia se define por un parámetro de deslizamiento calculado mediante un procedimiento de nanoindentación, de tal forma que su unidad es el porcentaje [%]. Teniendo en cuenta un modelo de destrucción del revestimiento que implica una carga de un diamante penetrador mediante un ensayo Vickers, por ejemplo, cuanto mayor sea el deslizamiento, menos grietas se producirán. Esto significa que cuanto mayor sea la resistencia del revestimiento, mayor será la resistencia del revestimiento incluso si aumenta una carga de cojinete. En la figura 5, se indica que, en términos de dureza, TiC es elevado, CrC es bajo y VCN y VC son intermedios, así como que VCN y VC son resistentes y VCN es superior que VC en particular en términos de resistencia. Por consiguiente, en comparación no solo con los otros materiales, es decir, CrC y TiC, sino también con el pasador de VC que, tradicionalmente, destaca en una resistencia al desgaste, el pasador de VCN es alto en términos de resistencia, destrucción muy pequeña del revestimiento, es decir, la rugosidad de la superficie deslizante del mismo se desarrolla menos, la atacabilidad del mismo contra el otro miembro deslizante es baja y destaca en su resistencia al desgaste.

[0022] En la figura 6, se muestran cambios de rugosidad de las superficies deslizantes por tiempos de ensayo en un estado en el que una carga predeterminada se aplica a los pasadores revestidos con los revestimientos duros respectivos (TiC, CrC, VC y VCN). Se observa que la rugosidad se indica mediante la utilización de promedios de diez puntos de rugosidad Rzjis y su unidad es [µm]. Puede observarse a partir de la figura 6 que, mientras que la rugosidad de las superficies deslizantes de los revestimientos de VC y VCN es baja en comparación con los otros revestimientos duros (TiC y CrC) debido a la película de óxido formada tal y como se ha descrito anteriormente, el revestimiento de VCN puede mantener la rugosidad de la superficie deslizante baja durante un largo periodo de tiempo incluso en comparación con el revestimiento de VC. Tal y como se muestra en las figuras 5 y 6, puede observarse que el pasador de VCN destaca en lo referente a las características de deslizamiento y que la resistencia al desgaste mejora en comparación no solamente con los otros revestimientos duros (TiC y CrC) sino con el pasador de VC.

[0023] En la figura 7, se representa un gráfico en el que se muestran resultados de ensayos de elongación por desgaste de cadena llevados a cabo en un estado en el que un entorno de lubricación se agrava adoptando el

motor de última generación. En dicho entorno, el cojinete genera calor localmente y aumenta la presión de contacto debido a la lubricación insuficiente. Como consecuencia, un porcentaje de elongación por desgaste de cadena de la cadena que utiliza la cadena de VC convencional aumenta rápidamente en un tiempo de conducción predeterminado. La cadena que utiliza el pasador de VCN de la invención mantiene sustancialmente un porcentaje de elongación por desgaste de cadena constante a lo largo del tiempo de ensayo de conducción del ensayo completo.

[0024] En la figura 8, se indica el desgaste de los componentes debido a las cadenas que utilizan el pasador de VC y el pasador de VCN. Las partes con huecos en blanco indican cantidades de desgaste de los agujeros de pasador de la placa de eslabón interior, es decir, el otro miembro, las partes sombreadas indican cantidades de desgaste de los propios pasadores y los puntos negros indican porcentajes de desgaste de los agujeros de pasador y de los pasadores. En un entorno de temperatura elevada provocado por una lubricación baja, el revestimiento de VC produce una película de óxido (VO) con un crecimiento excesivo, tal y como se muestra en las figuras 3 y 4, y la película de óxido suave y gruesa puede despegarse rápidamente de la superficie y provoca un desgaste rápido del propio pasador. No obstante, el revestimiento de VCN no se engruesa mediante el crecimiento excesivo de la película de óxido (VO) aunque el revestimiento de VCN genere calor localmente y se calienta, y la película de óxido, que conserva un grosor predeterminado, se despegar o se daña menos manteniendo la superficie de contacto deslizante, que es suave y tiene la superficie de espejo entre el pasador y el agujero de pasador, es decir, el otro miembro. Por consiguiente, el propio pasador no se desgasta rápidamente. De este modo, según indican las cantidades de desgaste de los pasadores de la figura 8, la cantidad de desgaste del pasador de VCN es pequeña en comparación con la del pasador de VC.

[0025] En comparación con el revestimiento de VC, el revestimiento de VCN presenta una resistencia elevada, como se muestra en la figura 5 y la superficie deslizante presenta poca rugosidad, como se muestra en la figura 6. Debido a esto, aunque una presión de contacto relativamente elevada actúe sobre la superficie deslizante del cojinete, la superficie de espejo cuya baja rugosidad de superficie de la capa de superficie del pasador 21 se mantiene y, junto con la película de óxido 22, que es relativamente fina, como se ha descrito anteriormente, la atacabilidad de la capa de superficie del pasador 21 contra el agujero de pasador, es decir, el otro miembro del cojinete, es baja, y la cantidad de desgaste del agujero de pasador de la placa de eslabón interior es baja en comparación con la de la cadena que utiliza el pasador de VC. Por consiguiente, la cantidad de desgaste del pasador y la cantidad de desgaste del agujero de pasador, que provocan la elongación por desgaste de la cadena, son bajas en el caso de la cadena que utiliza el pasador de VCN en comparación con la cadena que utiliza el pasador de VC, y la elongación por desgaste de la cadena que utiliza el pasador de VCN es pequeña en comparación con la de la cadena que utiliza el pasador de VC.

[0026] Tal y como se ha descrito anteriormente, puesto que el grosor de la película de óxido de la superficie del pasador de VCN es considerablemente fino en comparación con el del pasador de VC, la reducción de la cantidad de desgaste del pasador es notable en un entorno de temperatura elevada aunque tanto la cantidad de desgaste del pasador como la cantidad de desgaste del agujero de pasador disminuyan conjuntamente. Por lo tanto, el porcentaje de desgaste del pasador de la cadena de VCN es bajo en comparación con el de la cadena de VC.

[0027] A continuación, se explicará una proporción de nitrógeno (N) en la superficie de la capa de superficie del pasador 21 formada por el revestimiento de VCN. Puesto que el nitrógeno penetra en la superficie del pasador mediante el tratamiento de nitruración, el contenido (proporción) del mismo es mayor en la superficie de la capa de superficie 21 y el contenido disminuye gradualmente hacia la interfase del material de base, como se muestra en la figura 2B. Tal y como se muestra en la figura 9A, la resistencia a la elongación provocada por el desgaste de la cadena aumenta junto con un aumento de la proporción de la cantidad de N por encima de 10 [% de átomo], se satura alrededor de una zona en la que la cantidad de N sobrepasa 30 [% de átomo] y disminuye por encima de 45 [% de átomo]. Tal y como se muestra en la figura 9B, la resistencia al desgaste del pasador aumenta junto con un aumento de la proporción de la cantidad de N por encima de 10 [% de átomo], se satura alrededor de una zona en la que la cantidad de N sobrepasa 30 [% de átomo] y disminuye por encima de 45 [% de átomo]. Tal y como se muestra en la figura 9C, cuanto más alta sea la proporción de N, más baja será la dureza de la superficie (dureza Vickers de 0,1) de la capa de superficie del pasador 21. La dureza del hollín mezclado con el aceite del motor es de entre 800 y 1500 Hv, de tal forma que la dureza de la superficie del pasador es preferiblemente superior a 1600 [Hv 0,1] teniendo en cuenta las marcas de la superficie del revestimiento provocadas por el hollín. Teniendo en cuenta los problemas indicados anteriormente en el sentido de que el efecto de supresión del desgaste del pasador es insuficiente si la proporción de nitrógeno (N) en la superficie de la capa de superficie del pasador es inferior a 10 [% de átomo], y de que la dureza puede reducirse por el hollín generado en un motor de combustión interna si la proporción de cantidad de nitrógeno (N) es superior a 45 [% de átomo], y que esto afecta al aumento del desgaste del pasador, la cantidad de nitrógeno (N) es preferiblemente de entre 10 y 45 [% de átomo].

[0028] En la figura 10, se indican las influencias de la cantidad de N en la superficie deslizante. Tal y como se muestra en la figura 10A, cuanto mayor sea la cantidad de N, mayor será la resistencia del revestimiento de la capa de superficie. Asimismo, tal y como se muestra en la figura 10B, cuanto mayor sea la cantidad de N, menor

será la rugosidad de la superficie deslizante. Por consiguiente, es preferible aumentar la proporción de la cantidad de N en el rango inferior a la cantidad predeterminada cuando el desgaste de la superficie del pasador se ve afectado.

- 5 **[0029]** Aunque la cantidad de desgaste del pasador formado por el revestimiento de VCN de la invención es baja en comparación con la del pasador de VC, el pasador se desgasta gradualmente durante su uso. Aunque el efecto de evitar que la película de óxido se forme en exceso también se reduce gradualmente puesto que la cantidad de N en la capa de superficie 21 se reduce gradualmente desde la superficie hacia la interfase del material de base, la reducción cambia lentamente. Por consiguiente, es posible mantener la superficie de espejo de la superficie deslizante del pasador durante un largo periodo de tiempo y evitar que el revestimiento de VCN sufra daños y se despegue puesto que no hay ningún punto de cambio brusco de la cantidad de N. El pasador formado por el revestimiento de VCN hace posible que, cuando se aplica a la cadena en el motor de combustión interna de última generación en el que la cadena se utilizará en un entorno extremo en particular, se prolongue la vida de la cadena con gran fiabilidad y que se contribuya a la sostenibilidad del entorno global, tal como mediante la reducción del consumo de combustible del motor de combustión interna.
- 10
- 15 **[0030]** Asimismo, si el miembro del cojinete que presenta la capa de superficie formada por el revestimiento de VCN es un pasador, la superficie del pasador se convierte en una superficie deslizante que se desliza junto con el miembro de ensamblaje y el revestimiento de VCN se forma en la superficie deslizante, de tal forma que las funciones del revestimiento de VCN puedan expresarse de forma eficiente.
- 20 **[0031]** Además, si la dureza de la capa de superficie del miembro que forma el cojinete, tal como el pasador, es superior (1600 Hv o más en el presente modo de realización) a la dureza del hollín (entre 800 y 1500 Hv) mezclado con aceite del motor, es posible evitar que el cojinete, tal como el pasador, se desgaste rápidamente al rayarse por el hollín aunque dicha cadena sea aplicada a la cadena para su uso en el motor de combustión interna.
- 25 **[0032]** El efecto de supresión del desgaste del pasador del revestimiento de carbonitruro de vanadio provocado al evitar que la película de óxido de vanadio se forme en exceso, es insuficiente si el contenido de nitrógeno (N) del revestimiento de VCN es inferior a 10 [%] y la dureza del revestimiento de VCN es insuficiente si el contenido de N es superior a 45 [%], de tal forma que no puede garantizarse la fiabilidad de uso de la cadena en el motor. No obstante, es posible garantizar la elongación por el desgaste y la fiabilidad de la cadena si se mantiene el contenido de N en un rango de entre 10 y 45 [% de átomo].
- 30 **[0033]** El efecto de supresión del desgaste del cojinete, tal como el pasador, provocado al evitar que la película de óxido se forme en exceso, cambia lentamente puesto que el contenido de nitrógeno disminuye gradualmente desde la superficie debido al desgaste de la superficie, de tal forma que la superficie de espejo de la superficie deslizante del cojinete se mantiene durante un largo periodo de tiempo. Tampoco hay ningún punto de cambio brusco de la cantidad de nitrógeno, de tal forma que es posible evitar que el revestimiento se despegue.
- 35 **[0034]** De acuerdo con el presente modo de realización, el revestimiento de VCN puede formarse en la superficie del cojinete de la cadena por medio de una etapa de formación del revestimiento de carburo de vanadio en la superficie del material de base y una etapa de impregnado de nitrógeno en la superficie del material de manera posterior o simultánea a la etapa anterior. Más específicamente, el revestimiento de VCN puede fabricarse de forma fácil y constante mediante el impregnado de nitrógeno en el revestimiento de VC al llevar a cabo un tratamiento de nitruración a 1000 [°C] o más después de realizar el proceso de esparcimiento e impregnado de vanadio con un procedimiento de sobre de polvo, entre otros. Asimismo, mientras que el cojinete de la cadena silenciosa está formado por el pasador y la placa de eslabón interior, es decir, el miembro de ensamblaje, e incluye el agujero de pasador en el que se instala el pasador de forma deslizante, la zona de contacto del agujero de pasador es pequeña y es sensible en términos de atacabilidad del pasador contra el otro miembro. No obstante, la atacabilidad contra el otro miembro del miembro del cojinete, tal como el pasador, disminuye por la película de óxido suave, y el aumento del desgaste del miembro del cojinete, tal como el pasador, provocado por la película de óxido formada en exceso, también disminuye. Por lo tanto, es posible prolongar la vida de la cadena silenciosa con gran fiabilidad incluso en condiciones extremas al reducir el desgaste tanto del pasador como del miembro de ensamblaje (superficie del agujero de pasador de la placa de eslabón interior) de manera equilibrada.
- 40
- 45
- 50 **[0035]** Aunque la capa de superficie formada por el revestimiento de VCN se ha formado en el pasador de la cadena silenciosa en el modo de realización descrito anteriormente, la presente invención no se limita a esto y la capa de superficie puede formarse al menos un miembro entre dos miembros conformando el cojinete de cadena. Por ejemplo, en lugar o además del pasador de la cadena silenciosa, la capa de superficie puede formarse en una placa de eslabón interior o en un agujero de pasador de la misma en particular. Asimismo, el cojinete de cadena de la invención es aplicable no solamente a la cadena silenciosa sino también a una cadena en la que unos primeros eslabones, presentando cada uno un pasador que conforma un miembro de un cojinete, y unos segundos eslabones, presentando cada uno un miembro de ensamblaje que conforma otro miembro del cojinete, están conectados continuamente por los cojinetes. Por ejemplo, en el caso de la cadena silenciosa, el

primer eslabón presenta una placa de eslabón de guía y el segundo eslabón presenta una placa de eslabón interior. En el caso de una cadena de rodillos, un cojinete está formado por un pasador, es decir, un miembro, y un casquillo, que es otro miembro que forma una parte de ensamblaje (miembro de ensamblaje) en el que se instala el pasador, y un primer eslabón del mismo presenta placas de eslabón exteriores y una segunda placa del mismo presenta placas de eslabón interiores. El pasador compuesto por el revestimiento de VCN también puede aplicarse a todo tipo de pasadores y puede aplicarse también a un pasador oscilador para su uso en una cadena silenciosa de tipo pasador oscilador, por ejemplo.

[0036] En consecuencia, el revestimiento de carbonitruro de vanadio (VCN) se dispone sobre la superficie de al menos un miembro que compone el cojinete de cadena. De este modo, puesto que el revestimiento de VCN presenta una resistencia elevada en comparación con otros revestimientos de carburo duros, tal como el carburo de vanadio (VC) y el carburo de cromo (CrC), es posible evitar que se produzcan grietas y daños en el revestimiento provocados por las grietas y que la atacabilidad contra otro miembro se mantenga baja mediante la formación de la película de óxido que realiza una superficie de espejo en la superficie deslizante y manteniendo la superficie de espejo en la superficie deslizante durante un largo periodo de tiempo. No obstante, el revestimiento de VCN elimina un rápido aumento del desgaste del cojinete aun en condiciones extremas, tal como una lubricación baja evitando que se forme la película de óxido en exceso y puede prolongar la vida de la cadena aun en condiciones extremas de uso, tal como el motor de última generación evitando la fricción de ambos miembros que forman el cojinete, en el que los miembros se deslizan relativamente entre sí.

[0037] Se observa que, si bien la presente invención se utiliza, preferiblemente, en una cadena de distribución que transmite rotaciones de un cigüeñal a un árbol de levas en un motor de combustión interna, la presente invención también puede aplicarse a una cadena en un motor de combustión interna que incluye el impulso de una leva, un grupo compensador, una bomba de aceite y a una cadena que no sea la cadena del motor.

[0038] Esto es, el cojinete de cadena descrito anteriormente es capaz de proporcionar una cadena altamente duradera aun en condiciones extremas cuando se utiliza en una cadena tal como una cadena silenciosa y una cadena de rodillos. También es posible obtener una cadena de rodillos altamente duradera y fiable mediante la aplicación del cojinete de cadena descrito anteriormente a la cadena de rodillos cuyo cojinete está formado por el pasador y el casquillo.

[0039] Asimismo, aunque el tratamiento de nitruración se haya realizado a 1000 °C o más después de la formación del revestimiento de VC como procedimiento para formar el revestimiento de VCN en el modo de realización descrito anteriormente, la invención no se limita a ese procedimiento, y el revestimiento de VCN puede formarse en un ambiente de baja temperatura o en una atmósfera de amonio. El tratamiento de nitruración puede realizarse al mismo tiempo que la formación del revestimiento de VC. Se observa que no solamente V, C y N, sino también otros elementos; por ejemplo, el titanio (Ti), el silicio (Si) y el molibdeno (Mo), pueden añadirse y disolverse en la capa de superficie.

[0040] Si bien la presente invención, tal y como se define en las reivindicaciones adjuntas, se ha descrito con referencia a modos de realización de ejemplo, cabe observar que la invención no se limita a los modos de realización de ejemplo expuestos. Debe otorgarse la interpretación más amplia al alcance de las siguientes reivindicaciones con el fin de abarcar todas las modificaciones y estructuras y funciones equivalentes.

REIVINDICACIONES

1. Cojinete de cadena (9) que comprende: dos miembros (2) (3, 7) que se ensamblan de forma deslizante entre sí y que conectan de forma flexible eslabones (5) (8), **caracterizado por que:**
al menos un miembro (2) que forma el cojinete de cadena (9) incluye:

5

una capa de superficie (21) formada en una superficie de un material de base (20) del miembro (2) y que comprende un revestimiento de carbonitruro de vanadio que consiste en un compuesto de vanadio, carbono y nitrógeno; y

10

una película de óxido (22) formada en una superficie de la capa de superficie (21) de tal forma que la película de óxido (22) esté interpuesta entre la capa de superficie (21) y otro miembro (3,7) entre los dos miembros (2) (3,7), estando formada la película de óxido (22) con un grosor predeterminado y siendo más suave que el revestimiento de carbonitruro de vanadio.

15

2. Cojinete de cadena (9) de acuerdo con la reivindicación 1, donde los dos miembros (2) (3, 7) son un pasador (2) y un miembro de ensamblaje (3, 7) que ensambla de forma giratoria el pasador (2), y la capa de superficie (21) que comprende el revestimiento de carbonitruro de vanadio se forma en el pasador (2).

3. Cojinete de cadena (9) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, donde la dureza de la capa de superficie (21) que comprende el revestimiento de carbonitruro de vanadio es de 1600 [Hv] o superior.

20

4. Cojinete de cadena (9) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, donde un contenido de nitrógeno en la superficie de la capa de superficie (21) es de entre 10 y 45 [% de átomo].

5. Cojinete de cadena (9) de acuerdo con la reivindicación 4, donde el contenido de nitrógeno de la capa de superficie (21) cambia de gradiente de tal forma que el contenido de nitrógeno disminuye gradualmente desde la superficie hasta una interfase con el material de base (20).

25

6. Cojinete de cadena (9) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, donde la capa de superficie (21) comprende el revestimiento de carbonitruro de vanadio mediante el impregnado de nitrógeno en el revestimiento de carburo de vanadio después de formarse el revestimiento de carburo de vanadio en la superficie del material de base (20).

30

7. Cojinete de cadena (9) de acuerdo con la reivindicación 6, donde el revestimiento de carburo de vanadio está formado en la superficie del material de base (20) mediante la realización de un proceso de impregnado por esparcimiento en el material de base (20) a una temperatura predeterminada en una atmósfera gaseosa que contiene vanadio, y

el revestimiento de carbonitruro de vanadio se forma mediante el calentamiento del material de base (20) en el que el revestimiento de carburo de vanadio se ha formado en una atmósfera de nitrógeno a una temperatura de 1000 [°C] o superior.

35

8. Cojinete de cadena (9) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, donde el grosor de la película de óxido (22) se mantiene en un rango tal que el cambio de grosor de la película de óxido (22) debido a una variación de temperatura no supera el doble.

9. Cadena (1) que comprende:

40

una pluralidad de cojinetes de cadena (1), cada uno de los cuales es según se define en la reivindicación 2; y

una pluralidad de eslabones (5, 8) que están conectados de forma flexible por los cojinetes de cadena (1), donde los eslabones (5, 8) son una pluralidad de primeros eslabones (8) presentando cada uno los pasadores (2); y

45

una pluralidad de segundos eslabones (5) presentando cada uno las partes de ensamblaje (7) que ensamblan los pasadores (2), estando los segundos eslabones (5) conectados de forma alternativa a los primeros eslabones (8) por los pasadores (2) adaptándose a las partes de ensamblaje (7).

50

10. Cadena (1) de acuerdo con la reivindicación 9, donde cada uno de los primeros eslabones (8) presenta placas de eslabón de guía (6) conectadas por un par de los pasadores (2),

cada uno de los segundos eslabones (5) incluye placas de eslabón interiores (3) que presentan agujeros de pasador (7) como partes de ensamblaje en ambas partes de extremo de los mismos, y presentando un par de dientes, y

la cadena (1) es una cadena silenciosa.

55

11. Cadena (1) de acuerdo con la reivindicación 9, donde el primer eslabón presenta placas de eslabón exteriores fijadas por el par de pasadores,

el segundo eslabón incluye un par de casquillos como miembros de ensamblaje y placas de eslabón interiores conectadas por el par de casquillos, y

la cadena es una cadena de rodillos.

12. Uso de la cadena (1) de acuerdo con la reivindicación 9 en un motor de combustión interna.

FIG.1

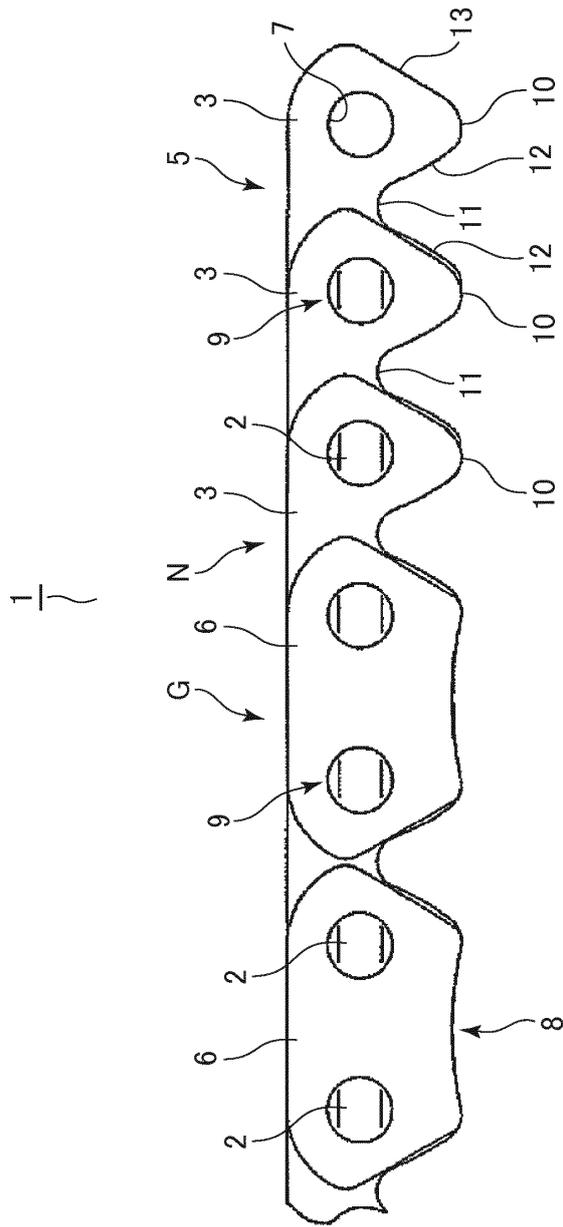


FIG.2A

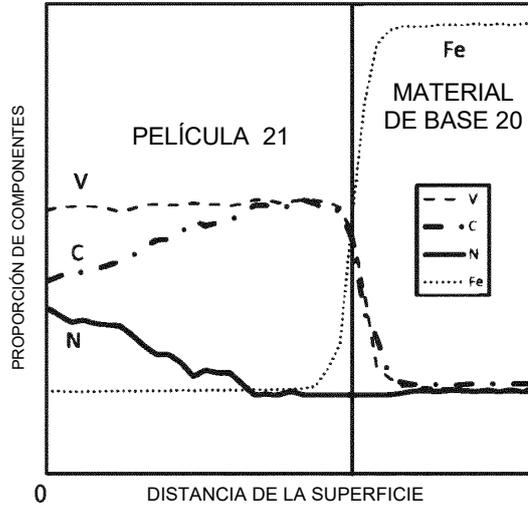


FIG.2B

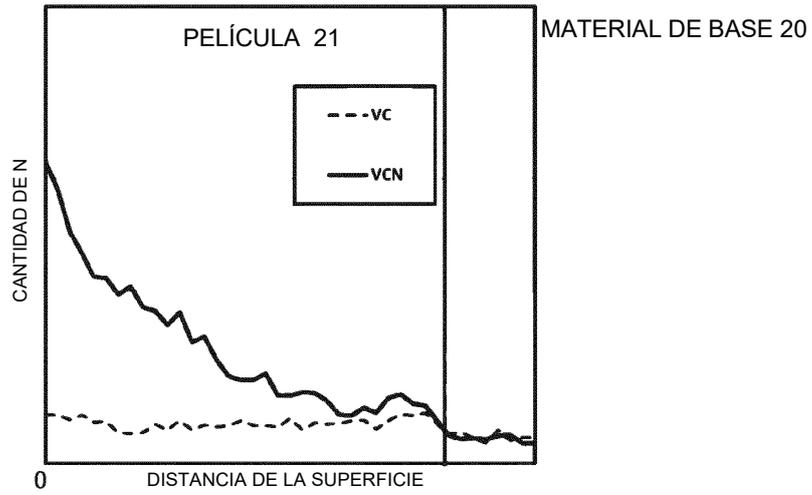


FIG.2C

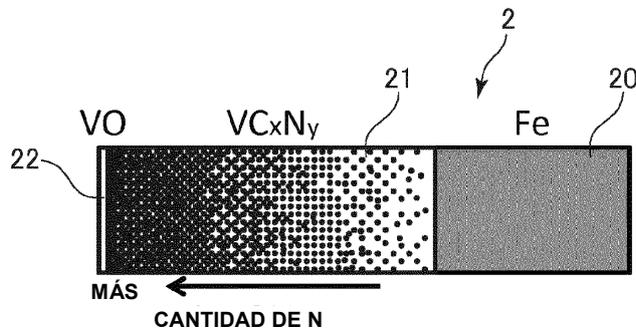


FIG.3

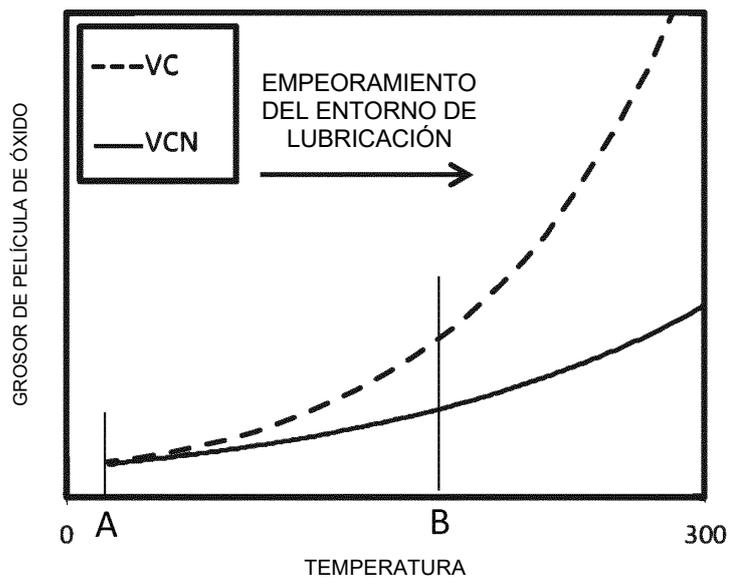


FIG.4

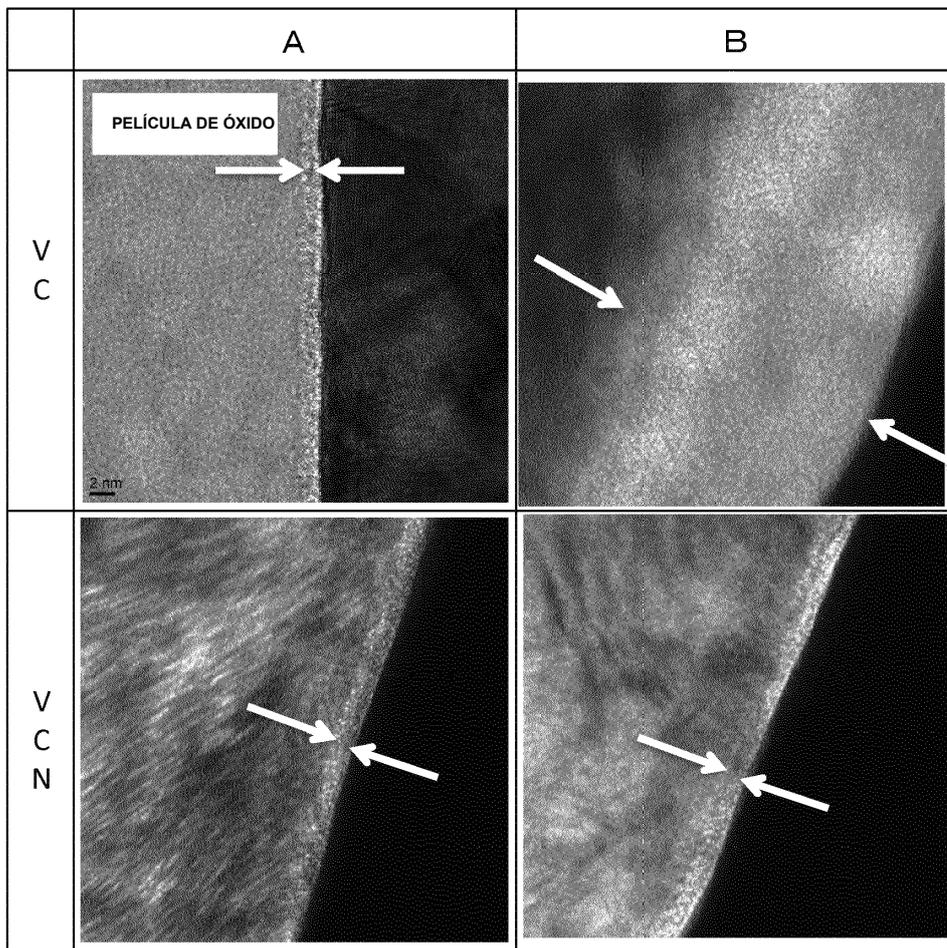


FIG.5

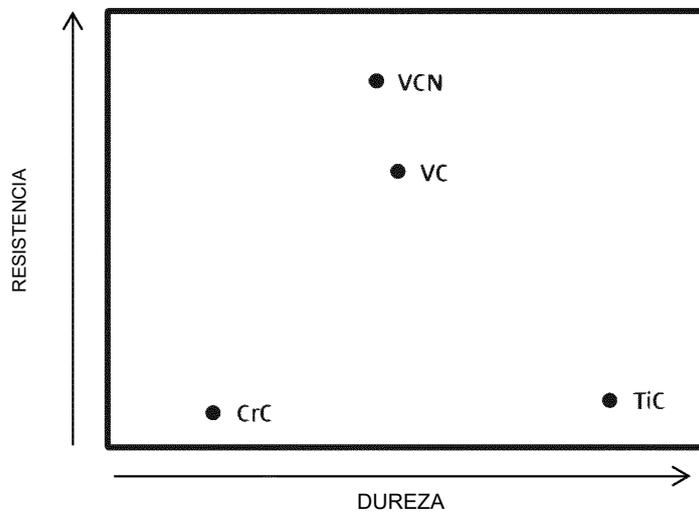


FIG.6

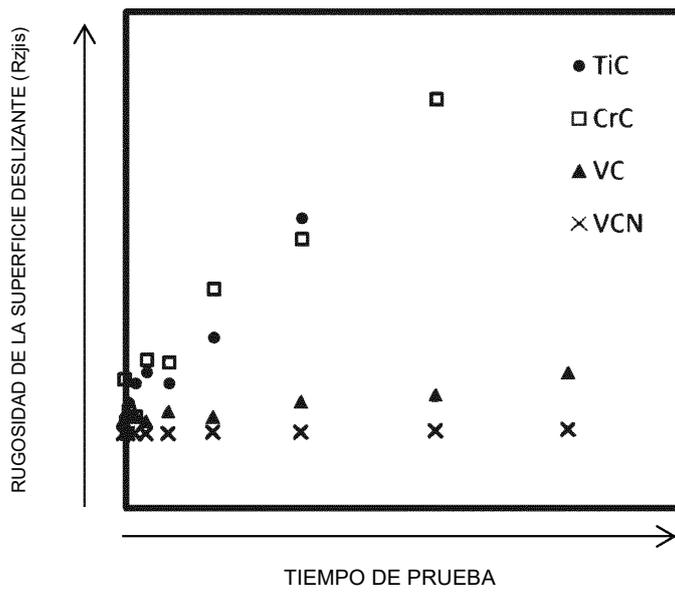


FIG.7

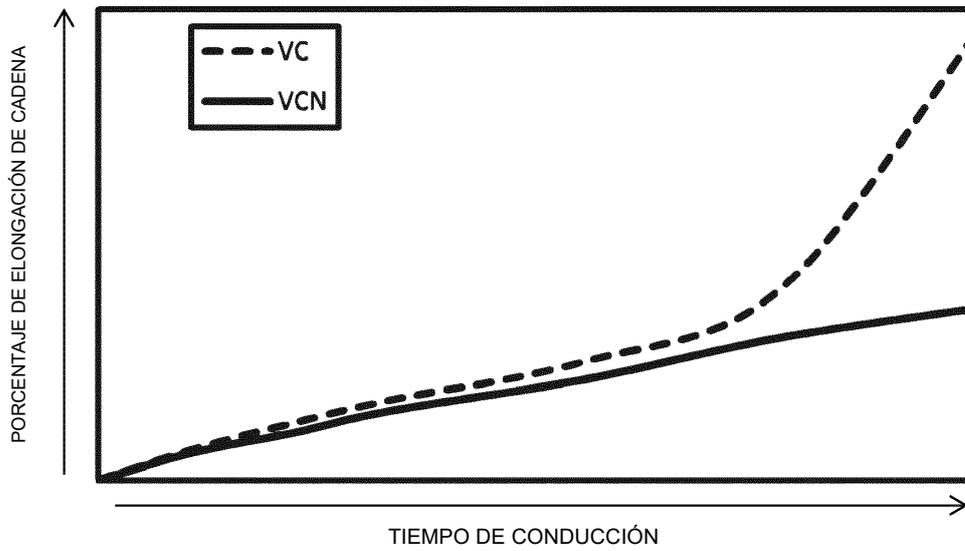


FIG.8

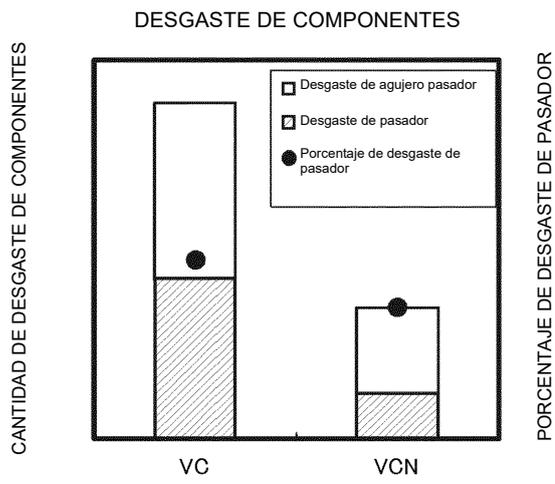


FIG.9A

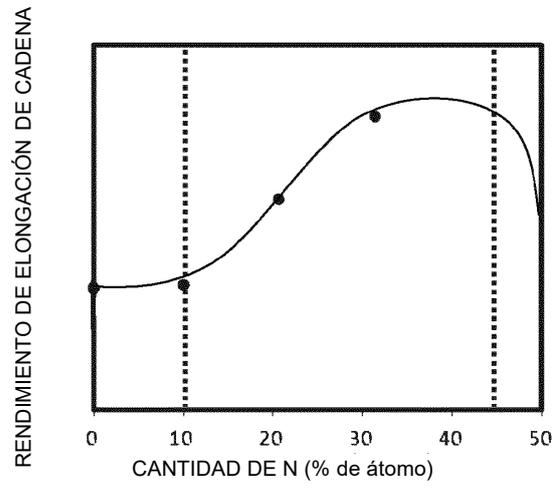


FIG.9B

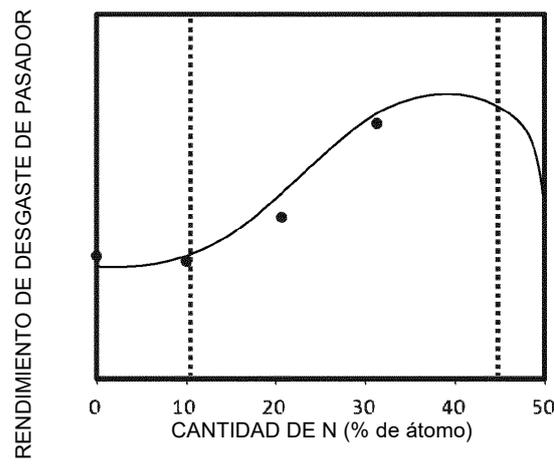


FIG.9C

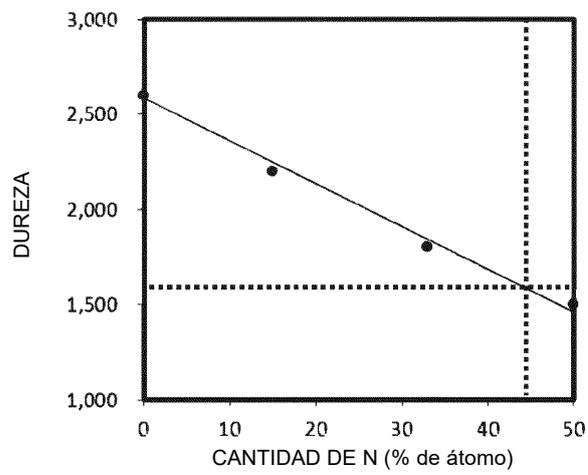


FIG.10A

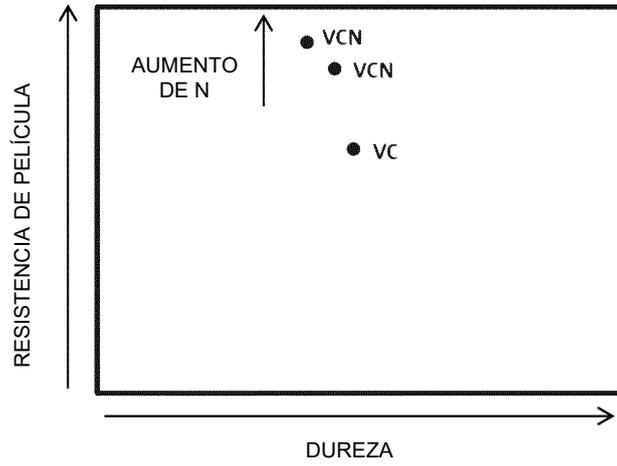


FIG.10B

