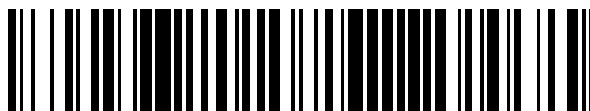


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 057**

51 Int. Cl.:

F16L 15/00 (2006.01)

F16L 15/08 (2006.01)

F16L 58/18 (2006.01)

E21B 17/00 (2006.01)

E21B 17/042 (2006.01)

C10M 103/00 (2006.01)

C10M 125/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.04.2005 E 05728760 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2015 EP 1736697**

54 Título: **Junta roscada para tubos de acero y proceso para producir la misma**

30 Prioridad:

06.04.2004 JP 2004112030

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

25.11.2015

73 Titular/es:

NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (50.0%)

6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku Tokyo 100-8071, JP y

VALLOUREC OIL AND GAS FRANCE (50.0%)

72 Inventor/es:

GOTO, KUNIO;

IMAI, RYUICHI;

OGAWA, YASUHIRO y

MINAMI, JUNICHI

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 552 057 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

Junta roscada para tubos de acero y proceso para producir la misma.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a una junta de rosca (junta roscada) para un tubo de acero que puede usarse sin recubrir con un compuesto graso que se ha usado convencionalmente sobre la sujeción de una junta roscada para un tubo de pozo petrolífero y, al mismo tiempo, no afecta negativamente al entorno terrestre y al cuerpo humano y tiene una excelente resistencia a la excoiación y a un proceso para la fabricación de la misma.

Técnica anterior

En una tubería y revestimiento usados en la perforación de un pozo petrolífero, generalmente se usa una junta roscada. Normalmente, la profundidad de un pozo petrolífero es de 2.000 m a 3.000 m. Sin embargo, en un pozo petrolífero profundo, tal como un campo petrolífero marino, en los últimos años, una profundidad de un pozo petrolífero puede alcanzar los 8.000 m a 10.000 m. Una fuerza de tracción axial debida al peso de un tubo de pozo petrolífero y una junta por sí mismos y una presión que se está compuesta por una presión interna y externa, y el calor en el suelo se ejercen sobre una junta roscada para sujetar estos tubos de pozo petrolífero en el entorno de uso. Por lo tanto, se requiere que una junta roscada usada en un tubo de pozo petrolífero retenga la hermeticidad a gas sin provocar daños ni siquiera en tal entorno. Además, durante el trabajo de introducción de una tubería y revestimiento en un pozo petrolífero, una vez que la junta apretada se afloja debido a una diversidad de problemas, estos pueden extraerse de una vez de un pozo petrolífero, y la junta se aprieta de nuevo y se vuelve a introducir.

El API (Instituto Americano del Petróleo) requiere que, incluso cuando el apriete (constitución) y aflojamiento (degradación) se realizan diez veces en una junta de tubería, o tres veces en una junta de revestimiento, no ocurre el defecto llamado excoiación y se mantiene la hermeticidad a gas. En una junta roscada, normalmente, una rosca macho se forma en una parte terminal de un tubo para pozo petrolífero, y se forma una rosca hembra en una superficie interna de un miembro de junta roscada. Y, acoplando una parte de contacto metálica no roscada formada en una punta de una rosca macho y una parte de contacto metálica no roscada formada en una base de una rosca hembra, y apretándolas, con lo que las partes de contacto metálicas no roscadas quedan a ras, y se forma una pieza de sellado metálica. Tras el apriete, la resistencia a la excoiación y hermeticidad a gas se mejoran por recubrimiento por un lubricante líquido viscoso que contiene un polvo de metal pesado denominado "compuesto graso". Además, una parte roscada y una parte de contacto metálica no roscada de una junta roscada se someten a tratamiento de la superficie con el fin de mejorar la capacidad de retención de un compuesto graso y mejorar la capacidad de deslizamiento.

Sin embargo, puesto que una alta presión superficial que supera el límite elástico de un material de junta roscada se hace actuar particularmente sobre una parte de contacto metálica no roscada de una junta roscada, la excoiación ocurre fácilmente. Previamente, se habían propuesto diversas juntas roscadas en las que la resistencia a la excoiación en tal sitio está mejorada. Por ejemplo, el documento JP-A N° 61-79797 desvela una junta roscada en la que una parte roscada se metaliza con cinc (Zn) o estaño (Sn), y la parte de sellado metálica (parte de contacto metálica no roscada) se metaliza con oro (Au) o platino (Pt). El documento JP-B N° 3-78517 desvela una junta de tubería en la que se forma una película de una resina sintética con disulfuro de molibdeno (MoS₂) que tiene un diámetro de partícula de 10 μm o menor dispersado en su interior a una relación del 20 al 90 %. Además, el documento JP-A N° 8-103724 desvela un método de tratamiento de una superficie de una junta para tubos de acero formando una película de resina que contiene disulfuro de molibdeno sobre una capa de película tratada químicamente con fosfato de manganeso. Adicionalmente, el documento JP-A N° 8-105582 desvela un método de tratamiento de una superficie de una junta para tubo en la que una capa tratada por nitrificación es una primera capa, una capa metalizada con hierro o una capa metalizada con aleación de hierro es una segunda capa, y se forma sobre las mismas una tercera capa de una película de resina que contiene disulfuro de molibdeno.

Todas las juntas roscadas desveladas en las referencias de patente respectivas mencionadas anteriormente presuponen que se usa un compuesto graso. Esta grasa contiene un polvo de metal pesado tal como cinc, plomo y cobre, y puesto que una grasa recubierta se elimina al conectar las roscas, y una grasa recubierta se derrama sobre una superficie externa durante el apriete en algunos casos, se pensó que esto afectaba adversamente al entorno, particularmente a los organismos marinos. Además, el trabajo de recubrimiento de un compuesto graso no solo empeora el entorno de trabajo, sino que también se teme que dañe al cuerpo humano. Por lo tanto, se demanda el desarrollo de una junta roscada sin el uso de un compuesto graso.

Sin embargo, es difícil que las técnicas previas mencionadas anteriormente aseguren el rendimiento requerido para las juntas roscadas mencionadas anteriormente. Por ejemplo, no es necesario decir que las técnicas desveladas en los documentos JP-A N° 5-117870, JP-A N° 6-10154, JP-A N° 5-149485 y JP-A N° 2-885593 en los que el recubrimiento con un compuesto graso estipulado en la norma API BUL 5A2 se tiene en cuenta durante el apriete de una junta roscada supone un problema de un efecto adverso sobre el entorno terrestre y el cuerpo humano.

En los últimos año, basándose en el tratado OSPAR (Tratado Oslo · Paris), la descarga de sustancias dañinas para el entorno terrestre y sustancias que tienen influencia sobre el cuerpo humano se está regulando estrictamente en el desarrollo de un pozo de gas natural y petróleo. El Tratado OSPAR se estableció para unificar el Tratado de Oslo y el Tratado de París respecto a la prevención de contaminación marina en 1992 y se resolvió que la protección del entorno marino en el Océano Atlántico Norte ha progresado. En este tratado OSPAR, una idea del principio de prevención se incorpora como norma general de los estados contratantes, y éste es un primer marco que tiene una fuerza de restricción legal. El tratado OSPAR se ratificó por todos los países en contacto con el Océano Atlántico Norte, y entró en vigor en 1998. Con el progreso de tal regulación estricta global sobre el entorno, se busca una junta roscada que no tenía efecto negativo sobre el entorno y el cuerpo humano durante el apriete de un tubo para pozo petrolífero, incluso durante el trabajo de excavación de un pozo de gas o petróleo, y tiene excelente resistencia a la excoiación. El uso de un compuesto graso que se ha usado previamente en una junta roscada tras el apriete de un tubo de acero para un pozo petrolífero se está restringiendo en algunas áreas.

Como una junta roscada que no usa un compuesto graso, se propone una junta roscada con una película lubricante sólida formada sobre una superficie. Por ejemplo, los documentos JP-A N° 8-233163, JP-A N° 8-233164 y JP-A N° 9-72467 desvelan una junta roscada en la que se forma una película de resina obtenida dispersando disulfuro de molibdeno (MoS_2) o disulfuro de wolframio (WS_2) en una resina. Sin embargo, se degradan bajo el entorno de alta temperatura utilizado para generar un gas de ácido sulfuroso (dióxido de azufre: SO_2), de manera que se teme que no tengan un efecto pequeño sobre el entorno.

El documento US 2003/0160446 desvela una junta roscada para un tubo de acero que comprende una clavija y una carcasa con una superficie de contacto que tiene una parte roscada y una parte de contacto metálica no roscada, en la que se forma una película lubricante sólida que contiene: una o más clases de polvo lubricante; una carga fibrosa que puede ser hilos de cobre; y un aglutinante, sobre al menos una superficie de contacto de la clavija y la carcasa.

El documento US 6.027.145 desvela una junta roscada para un tubo de acero que comprende una clavija y una carcasa con una superficie de contacto que tiene una parte roscada y una parte de contacto metálica no roscada, en la que se forma una película lubricante sólida que contiene fosfato de manganeso sobre una superficie de contacto de la clavija o la carcasa.

El documento US 2002/0182331 desvela una junta roscada para un tubo de acero que comprende una clavija y una carcasa con una superficie de contacto que tiene una parte roscada y una parte de contacto metálica no roscada, en la que una película lubricante sólida contiene: escamas de cobre recubiertas con resina de silicio.

35 **Divulgación de la Invención**

Como se ha explicado anteriormente, no se ha obtenido aún una junta roscada que pueda usarse repetidamente sin influir negativamente sobre el entorno terrestre tal como los organismos marinos y el cuerpo humano y que tenga una excelente resistencia a la excoiación.

Un objeto de la presente invención es proporcionar una junta roscada para un tubo de acero que puede suprimir la excoiación durante 5 aprietos o aflojamientos repetidos sin usar un lubricante líquido que contiene un polvo de metal pesado, tal como un compuesto graso, y una película lubricante sólida que contiene una sustancia dañina que se teme que afecte negativamente al entorno terrestre o al cuerpo humano y que tiene una excelente resistencia a la excoiación y un proceso de fabricación de la misma.

Los presentes inventores estudiaron una junta roscada para un tubo de acero provisto de una película lubricante sólida que no tiene un efecto negativo sobre el entorno terrestre o el cuerpo humano, y adicionalmente una junta roscada para un tubo de acero que no se deforma incluso con un apriete o aflojamiento repetido. Como resultado, los presentes inventores descubrieron que formando una película lubricante sólida en la que se mezclan uno o más polvos lubricantes seleccionados de grafito, mica, carbonato de calcio y caolín como polvo lubricante, un polvo de cobre y un aglutinante sobre una superficie de contacto de una junta roscada, se obtiene, sin ninguna o muy escasa influencia sobre el entorno o un cuerpo humano y tiene una excelente resistencia a la excoiación. Adicionalmente, los presentes inventores descubrieron que la resistencia a la excoiación, una propiedad para evitar el óxido y la hermeticidad a gas pueden mejorarse en un entorno de un pozo a alta temperatura por precalentamiento de un tubo liso de una junta roscada a una temperatura especificada, y tratando con calor una película lubricante sólida formada, tras la formación de una película lubricante sólida, que dará como resultado que se complete la presente invención.

De esta manera, un primer aspecto de la presente invención es una junta roscada para un tubo de acero que comprende una clavija y una carcasa con una superficie de contacto que tiene una parte roscada y una parte de contacto metálica no roscada, respectivamente, caracterizada por que se forma una película lubricante sólida que contiene una o más clases de cuerpos lubricantes seleccionados de grafito, mica, carbonato de calcio y caolín; un polvo de cobre con una longitud de la parte más larga de 1 a 20 μm ; y un aglutinante, sobre al menos una superficie de contacto de la clavija y la carcasa en el que una superficie del polvo de cobre se trata por inactivación formando sobre una superficie del cobre uno de: una película de óxido de cobre, una película de sulfuro de cobre, una película

de benzotriazol, una película de tiadiazol.

5 De acuerdo con esta junta roscada para un tubo de acero de un primer aspecto, puesto que se forma una película lubricante sólida sobre una superficie de contacto no se teme que una sustancia se elimine por lavado o filtre durante el uso al entorno como cuando se usa un compuesto graso fluido. Por lo tanto, puede evitarse la contaminación del entorno, en particular durante el trabajo de excavación de un pozo de gas natural o petróleo. Mediante el tratamiento de inactivación, la seguridad de una película lubricante sólida puede mejorarse adicionalmente.

10 Además, en la junta roscada para un tubo de acero de un primer aspecto (incluyendo una variación de la misma) una relación en masa (C/B) de un contenido (C) de un polvo de cobre respecto a un contenido (B) del polvo lubricante en una película lubricante sólida es de 0,5 a 5,0. En el caso de una construcción de este tipo, la resistencia a la excoiación de la junta roscada para un tubo de acero puede potenciarse adicionalmente.

15 Además, en la junta roscada para un tubo de acero de un primer aspecto (incluyendo cada variación) puede formarse una película lubricante sólida sobre una superficie de contacto de una carcasa. En esta formación, el trabajo de formación de la película lubricante sólida es más fácil que en el caso en el que la película lubricante sólida se forma sobre la clavija. Además, la aplicación de esta formación es más económica que en el caso de que la película lubricante sólida se forme en ambas de la clavija y la carcasa.

20 Adicionalmente, en la junta roscada para un tubo de acero de un primer aspecto (incluyendo cada variación), puede formarse una película lubricante sólida solo sobre una superficie de contacto de la clavija y la carcasa, y puede seleccionarse una película monocapa, bicapa o de más capas a partir de una película de cinc o aleación de cinc como una película de metalizado con metal, una película de fosfato, una película de oxalato, una película de borato y una película para evitar el óxido que puede formarse sobre la otra superficie de contacto. En el caso de una construcción de este tipo, la propiedad para evitar el óxido se confiere también a un lado sobre el cual no se forma la película lubricante sólida, por lo que puede mejorarse un valor de uso de una junta roscada para un tubo de acero.

30 Además, en la junta roscada para un tubo de acero de un primer aspecto (incluyendo cada variación), puede formarse una película lubricante sólida sobre una superficie de contacto que se ha sometido a cualquier tratamiento de imprimación de tipo tratamiento de lavado con ácido, tratamiento de bombardeo, tratamiento de metalizado por impacto con cinc o aleación de cinc, tratamiento de metalizado con metal, tratamiento de nitrificación, tratamiento de recubrimiento con metal compuesto, tratamiento con fosfato y tratamiento con oxalato. Mediante tal formación, la adherencia de una película lubricante sólida a una superficie de contacto se refuerza mediante el denominado efecto anclaje. Y puede proporcionarse una junta roscada para un tubo de acero a partir del cual se desprende una película lubricante sólida con dificultad incluso en el entorno de uso.

40 Adicionalmente, en la junta roscada para un tubo de acero de un primer aspecto (incluyendo cada variación), una película lubricante sólida formada sobre una superficie de contacto puede tratarse térmicamente. Mediante un tratamiento de este tipo, una película lubricante sólida formada sobre una superficie de contacto resulta firme, y la resistencia a la excoiación se mejora. Además, la adherencia también aumenta y puede obtenerse una película lubricante sólida que es difícil de desprenderse de una superficie de contacto.

45 Un segundo aspecto de la presente invención es un método de formación de una película lubricante sólida sobre una superficie de contacto de la junta roscada para un tubo de acero de un primer aspecto (incluyendo cada variación), que comprende precalentar una superficie de contacto mediante la que se va a formar una película lubricante sólida.

50 De acuerdo con este método de formación de una película lubricante sólida de un segundo aspecto, cuando una película lubricante sólida se recubre sobre una superficie de contacto, se reduce el goteo de una solución de recubrimiento y una falta de uniformidad en el espesor de película, y el rendimiento de resistencia a la excoiación puede estabilizarse adicionalmente.

55 Un tercer aspecto de la presente invención es un proceso para fabricar una junta roscada para un tubo de acero que comprende una clavija y una carcasa con una superficie de contacto que tiene una parte roscada y una parte de contacto metálico no roscada, respectivamente, y en el que se forma una película lubricante sólida sobre al menos una superficie en contacto de una clavija y una carcasa, que comprende un proceso de someter una superficie de contacto sobre la que se va a formar una película lubricante sólida a cualquier tratamiento de imprimación de tipo tratamiento de lavado con ácido, tratamiento de bombardeo, tratamiento de metalizado por impacto con cinc o aleación de cinc, tratamiento de metalizado con metal, tratamiento de nitrificación blanda, tratamiento de recubrimiento con metal compuesto, tratamiento con fosfato y tratamiento con oxalato, un proceso de pretratamiento de una superficie de contacto sobre la que se va a formar una película lubricante sólida, un proceso para formar la película lubricante sólida que contiene una o más clases de polvos lubricantes seleccionados de grafito, mica, carbonato de calcio y caolín; un polvo de cobre con una longitud de una parte más larga de 1 a 20 μm y estando tratada una superficie del polvo de cobre por inactivación, habiéndose formado sobre una superficie del cobre uno de: (a) una película de óxido de cobre, (b) una película de sulfuro de cobre, (c) una película de benzotriazol; (d) una

película de tiadiazol; y un aglutinante sobre la superficie de contacto, una película de tiadiazol; y un aglutinante sobre una superficie de contacto y un proceso de calentamiento de la película lubricante sólida formada.

5 De acuerdo con este proceso para fabricar una junta roscada para un tubo de acero de un tercer aspecto, la junta roscada para un tubo de acero de un primer aspecto (incluyendo cada variación) puede fabricarse aplicando el proceso para formar una película lubricante sólida de un segundo aspecto.

10 La junta roscada para un tubo de acero de la presente invención causa poco o ningún daño al cuerpo humano y el entorno en comparación con el lubricante líquido previo que contenía un polvo de metal pesado tal como un compuesto graso y la película lubricante sólida previa. Además, de acuerdo con la junta roscada para un tubo de acero de la presente invención y el proceso para fabricar la misma, la propiedad para evitar el óxido y la hermeticidad a gas pueden potenciarse, la excoiación por apriete y aflojamiento repetido puede suprimirse, y el efecto se mantiene incluso a una alta temperatura.

15 **Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es una vista en esbozo esquemático que muestra una construcción del montaje de un tubo de acero y un miembro de junta roscada durante el transporte de un tubo de acero.

20 La Figura 2 es una vista en esbozo esquemática que muestra una parte de sujeción de una junta roscada para un tubo de acero.

La Figura 3 es una vista que muestra un aspecto del engrosamiento de una superficie de contacto.

Mejor modo para realizar la invención

25 La presente invención es una junta roscada para un tubo de acero que no afecta negativamente al entorno terrestre y al cuerpo humano y que tiene una excelente resistencia a la excoiación, que comprende una clavija y una carcasa con una superficie de contacto que tiene una parte roscada y una parte de contacto metálica no roscada, respectivamente, en la que una película lubricante sólida está formada sobre al menos una superficie de contacto de la clavija y la carcasa. La presente invención se explicará a continuación basándose en las realizaciones mostradas
30 en los dibujos.

<1. Construcción de montaje del miembro de junta roscada>

35 La Figura 1 es una vista en esbozo esquemático que muestra una construcción del conjunto de un tubo de pozo petrolífero y un miembro de junta roscada durante el transporte de un tubo de acero. Un tubo de acero A se transporta en el estado en el que una carcasa 2 que tiene una parte roscada hembra 3b formada sobre una superficie interna de un miembro de junta roscada B se sujeta a una de las clavijas 1 que tiene una parte roscada macho 3a formada sobre una superficie externa de ambas partes terminales.

40 La Figura 2 es una vista en esbozo esquemático que muestra una construcción de una junta roscada representativa para un tubo de acero (en lo sucesivo en ese documento también denominada "junta roscada"). Una junta roscada está constituida por una clavija 1 que comprende una parte roscada macho 3a y una parte de contacto metálica no roscada 4a formada en una parte de punta, que se forma sobre una superficie externa de una parte terminal del tubo de acero y una carcasa 2 que tiene una parte roscada hembra 3b, y una parte de contacto metálica no roscada 4b
45 que se forma mediante una superficie interna de un miembro de junta roscada B. Las piezas roscadas respectivas 3a, 3b y las partes de contacto metálicas no roscadas 4a, 4b de la clavija 1 y la carcasa 2 son una superficie de contacto de una junta roscada, y se requiere que esta superficie de contacto tenga resistencia a la excoiación, hermeticidad al gas y propiedad para evitar el óxido. Previamente, por esta razón, se recubría un compuesto graso que contenía polvo de metal pesado, o se formaba una película de resina con disulfuro de molibdeno disperso en su interior sobre la superficie de contacto, pero había un problema sobre el cuerpo humano o el entorno como se ha
50 descrito anteriormente.

De acuerdo con la presente invención, formando una película lubricante sólida obtenida mezclando una clase o dos o más clases de polvos lubricantes seleccionados de grafito, mica, carbonato de calcio y caolín, un polvo de cobre y un aglutinante sobre al menos una superficie de contacto de la clavija 1 y la carcasa 2, la influencia sobre el entorno
55 y el cuerpo humano resulta extremadamente pequeña. En este caso, es preferible que un polvo de cobre se haya inactivado por tratamiento de la superficie desde el punto de vista de que la seguridad de una película lubricante sólida formada sobre una superficie de contacto de la junta roscada de la presente invención se potencia adicionalmente. Adicionalmente, es preferible que, tras la formación de una película lubricante sólida, al menos una superficie de contacto de una junta roscada se precaliente, y una película lubricante sólida formada se trate
60 térmicamente. Mediante tal tratamiento, la resistencia a la excoiación, la propiedad para evitar el óxido y hermeticidad a gas en el entorno del pozo a alta temperatura pueden mejorarse también.

<2. Formación de rugosidad de la superficie de contacto>

65 La Figura 3 muestra dos aspectos de la formación de rugosidad de la superficie de contacto. Se sabe que, para

- mantener la adherencia de una película lubricante sólida, al menos una superficie de contacto de la clavija y la carcasa se hace rugosa previamente antes de la formación de una película de manera que su rugosidad superficial $R_{m\acute{a}x}$ resulte mayor que la rugosidad de la superficie (de 3 a 5 μm) después del mecanizado. En un primer aspecto de la formación de rugosidad mostrada la Figura 3 (a), la propia superficie del acero 30a se hace rugosa, y una
- 5 película lubricante sólida 31a se forma sobre ésta. Los ejemplos de tal método de formación de rugosidad incluyen un método de proyectar un material de arena, tal como un material de tiro que tiene una forma esférica y un material de rejilla que tiene una forma cuadrada, y un método de hacer rugosa una capa superficial por inmersión en una solución de ácido fuerte tal como ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico y ácido fluorhídrico.
- 10 Un segundo aspecto de la formación de rugosidad mostrada en la Figura 3 (b) es formar una capa tratada por imprimación 32 que es más rugosa que una superficie de un acero 30b y recubrir una película lubricante sólida 31a sobre ésta. En esta construcción, una capa tratada por imprimación 32 queda entre medias de una superficie de contacto de un acero 30b y una película lubricante sólida 31a. Los ejemplos de tal tratamiento de imprimación
- 15 incluyen un método de formación de un recubrimiento de conversión química formado por fosfatación de oxalato o borato (la rugosidad de una superficie cristalina aumenta con el crecimiento de un cristal producido), un método de metalizado con un metal, tal como metalizado con cobre y metalizado con hierro (puesto que preferentemente se metaliza una parte convexa, una superficie resulta ligeramente más rugosa), un método de metalizado por impacto de proyección de una partícula obtenida cubriendo un núcleo de hierro de cinc o aleación de cinc-hierro utilizando una fuerza centrífuga o una presión de aire para formar una película de cinc o aleación de cinc-hierro, un método de
- 20 nitrificación blanda de formación de una capa de nitruro (por ejemplo, tafruro), y un método de recubrimiento con metal compuesto de formación de una película porosa en la que una partícula fina se ha dispersado en un metal. Los ejemplos de un método metalizado por impacto incluyen un método mecánico de colisión de una partícula y un material que se va a metalizar en un cilindro rotatorio y un método de metalizado por proyección para colisionar una partícula contra un material que se va a metalizar usando un aparato de bombardeo. Una película metalizada de
- 25 acuerdo con un método de metalizado por impacto es una película en la que las partículas se laminan y conectan firmemente, y esta es una película porosa en la que numerosos huecos finos se distribuyen uniformemente entre las partículas.
- Desde un punto de vista de la adherencia de una película lubricante sólida, es preferible una película porosa, en particular una película de tratamiento químico con fosfato (fosfato de manganeso, fosfato de cinc, fosfato de hierro y manganeso, fosfato de calcio y cinc) o una película de cinc o aleación de cinc o aleación de cinc-hierro mediante metalizado por impacto. Desde un punto de vista de la adherencia, una película de manganeso y fosfato es más preferible y, desde un punto de vista de la propiedad para evitar el óxido, una película de cinc o aleación de cinc-
- 30 hierro es más preferible.
- 35 Puesto que tanto una película tratada químicamente con fosfato como una película de cinc o aleación cinc-hierro formada por impacto de metalizado son una película porosa cuando se forma una película lubricante sólida sobre la misma, la adherencia de una película lubricante sólida se ve potenciada debido al denominado "efecto ancla" y, como resultado, es difícil provocar el desprendimiento de una película lubricante sólida incluso cuando se repite el apretado y aflojamiento, el contacto entre los metales se evita eficazmente, y la resistencia a la excoiación, hermeticidad a gas y la propiedad para evitar el óxido se mejoran adicionalmente. Además, formando una película lubricante sólida sobre una película porosa, el componente lubricante permea en una película porosa, contribuyendo a la mejora en la propiedad para evitar el óxido.
- 40 La formación de una capa de película de fosfato puede realizarse sometiendo una clavija o una carcasa a un método de tratamiento químico general, tal como un método de inmersión y un método de pulverización. Como una solución de tratamiento químico, puede usarse una solución de tratamiento con fosfato ácido general para un material de cinc. Los ejemplos incluyen una solución acuosa de fosfato ácido que contiene de 1 a 150 g/l de un ión fósforo, de 3 a 70 g/l de un ión cinc, de 1 a 100 g/l de un ión ácido nítrico y de 0 a 30 g/l de un ión níquel. Como es habitual, una temperatura del líquido es desde una temperatura normal hasta 100 °C y un tiempo de tratamiento de hasta 15 minutos dependiendo del espesor de película deseado. Para promover la formación de una película, puede suministrarse una solución acuosa de ajuste de la superficie que contiene titanio coloidal a una superficie por adelantado. Luego, después de que se forme una película de fosfato esta se lava con agua o agua caliente y se seca, este procedimiento puede realizarse apropiadamente por selección.
- 55 Un método de formación de una película de metalizado por proyección compuesta de cinc o aleación de cinc se desvela en el documento JP-B N° 59-9312. De acuerdo con este método, utilizando un material de proyección compuesto de una partícula en la que una superficie de un núcleo basado en hierro se cubre con cinc o aleación de cinc, o una película de metalizado por proyección compuesta de cinc o aleación de cinc puede formarse sobre una superficie de una junta roscada para un tubo de acero de diversas clases de acero, desde un acero al carbono hasta
- 60 acero de alta aleación que contiene un 13 % en masa de Cr. Puesto que el cinc es un metal que es más básico que el hierro, se ioniza preferentemente en lugar del hierro, y ejerce una capacidad de evitar la corrosión para evitar la corrosión del hierro.
- 65 En la presente invención, puesto que solo puede metalizarse una superficie de contacto de una junta roscada, es adecuado el método de metalizado por proyección que puede realizar un metalizado local. Los ejemplos de un

aparato de proyección (bombardeo) que se usa en el metalizado de proyección incluyen un aparato para proyectar fluido a alta presión para soplar una partícula utilizando un fluido a alta presión, tal como el aire comprimido, y el aparato de proyección mecánica que utiliza un ala rotatoria, tal como un impulsor y puede utilizarse cualquier de ellos.

5 Una partícula que se usa en un método de metalizado por impacto, tal como un método de metalizado por proyección, es una partícula metálica que tiene cinc o aleación de cinc al menos sobre una superficie. Aunque puede usarse una partícula en la que la totalidad de la misma está compuesta de cinc o aleación de cinc, es preferible el material de proyección desvelado en el documento JP-B N° 59-9312. Este material de proyección es una partícula
10 que tiene un núcleo de hierro o aleación de hierro y una superficie cubierta con cinc o aleación de cinc a través de una capa de aleación de hierro-cinc.

De manera que la partícula puede prepararse por un método de recubrimiento de un polvo de hierro o aleación de hierro con un núcleo con cinc o aleación de cinc (por ejemplo, Zn-Fe-Al) mediante metalizado electrolítico y/o no electrolítico, el tratamiento térmico del mismo para formar una capa de aleación hierro-cinc sobre una interfaz de metalizado o un método de formación de aleación mecánica. Como un producto disponible en el mercado de una partícula de este tipo, está el hierro Z fabricado por Dowa Iron Powder Co., Ltd., y esto también puede utilizarse. Un contenido de hierro o aleación de hierro en la partícula preferentemente está en el intervalo del 20 al 60 % en peso y un diámetro de partícula de una partícula preferentemente está en un intervalo de 0,2 a 1,5 mm.

20 Cuando esta partícula en la que una periferia de un núcleo basado en hierro está cubierta con cinc o aleación de cinc se proyecta sobre un sustrato, solamente el cinc o aleación de cinc que es una capa de recubrimiento para una partícula se adhiere a un sustrato, y se forma una película de cinc o aleación de cinc sobre un sustrato. Este metalizado por proyección puede formar una película metalizada que tiene mejor adherencia sobre una superficie de acero, independientemente del material de acero. Por lo tanto, puede formarse una capa porosa de cinc o aleación de cinc con excelente adherencia sobre una superficie de contacto de una junta roscada de diversos materiales desde un acero al carbono hasta un acero de alta aleación.

30 Un espesor de una capa de cinc o aleación de cinc no está limitado particularmente, pero desde un punto de vista de la propiedad para evitar el óxido y la adherencia, el espesor es preferentemente de 5 a 40 μm . Cuando el espesor es menor de 5 μm , no puede mantenerse una propiedad para evitar el óxido suficiente en algunos casos. Por otro lado, cuando el espesor supera los 40 μm , la adherencia con una película lubricante sólida está bastante reducida en algunos casos.

35 Mediante un tratamiento de imprimación de este tipo, la rugosidad superficial $R_{\text{máx}}$ preferentemente es de 5 a 40 μm . Cuando la rugosidad superficial es menor de 5 μm , la adherencia o la capacidad de retención de una película lubricante sólida resulta insuficiente en algunos casos. Por otro lado, cuando la rugosidad superficial supera los 40 μm , la fricción resulta alta, una película no puede soportar una fuerza de cizalla y una fuerza de compresión cuando experimenta una presión superficial de este tipo, y una película lubricante sólida se rompe o desprende fácilmente en algunos casos. Cuando la película lubricante sólida de la presente invención se forma únicamente sobre una clavija y una carcasa, y la otra se somete a un tratamiento de formación de rugosidad de este tipo, su rugosidad superficial $R_{\text{máx}}$ preferentemente es tan pequeña como 1 a 10 μm , desde un punto de vista del mantenimiento de la durabilidad de la película lubricante sólida opuesta.

45 Por supuesto, no hace falta decir que si no hay un tratamiento de imprimación de este tipo, el objeto de la presente invención puede conseguirse solo formando una película lubricante sólida sobre una superficie de contacto.

<3. Película lubricante sólida>

50 (3-1) Polvo lubricante

La película lubricante sólida de la presente invención es una película que contiene uno o más clases seleccionadas de grafito, mica, carbonato de calcio y caolín, que son un polvo que no tiene un efecto negativo sobre el entorno y un cuerpo humano, y que tiene una acción lubricante (en lo sucesivo en este documento denominado "polvo lubricante"), un polvo de cobre y un aglutinante. En el tratado Oslo-París (OSPAR) se dice que todos estos polvos lubricantes tienen una carga pequeña o nula sobre el entorno marino.

60 Como el polvo lubricante de la presente invención puede usarse cualquiera de polvos naturales y sintéticos, siempre y cuando estén generalmente disponibles en el mercado. Además, es preferible un diámetro de partícula de 0,5 a 15 μm desde un punto de vista de que se mantenga una dispersidad uniforme en una película lubricante sólida, y la resistencia a la excoiación y la resistencia de la película se potencian. Desde un punto de vista de resistencia a la excoiación, un polvo lubricante preferentemente es grafito y mica, y más preferentemente grafito. Esta película lubricante sólida puede formarse por recubrimiento de una dispersión en la que un polvo lubricante se dispersa en una solución que contiene aglutinante. En esta película, un polvo lubricante se adhiere firmemente a una superficie de junta roscada directamente a través de una película tratada por imprimación, en el estado en el que está dispersado en un aglutinante.

(3-2) Polvo de cobre

En la presente invención, un polvo de cobre junto con el polvo lubricante está contenido en una película. Es preferible que un polvo de cobre esté contenido a una relación especificada respecto al polvo lubricante y, mediante tal inclusión, se ejerce un efecto lubricante extremadamente mejor. Se prefiere que, como un cuerpo de cobre, no se use polvo puro por sí mismo sino un polvo de cobre que se haya inactivado por mejora superficial. De esta manera, puede proporcionarse una película lubricante sólida que no tiene ningún efecto dañino o muy pequeño sobre un cuerpo humano y el entorno.

Los ejemplos de un método para inactivar polvo de cobre por mejora de la superficie incluyen un método para retener un polvo de cobre en la atmosfera de alta temperatura para formar una película de óxido de cobre (CuO) sobre una superficie, o un método de calentamiento de un polvo de cobre de una corriente de hidrógeno y sulfuro de hidrógeno para formar una película de sulfuro de cobre (Cu₂S) sobre una superficie, y un método de puesta en contacto con un agente de inactivación de metales, tal como benzotriazol y triazol, para formar una película de ellos sobre una superficie de cobre.

Un polvo de cobre en la presente invención puede ser esférico o escamoso, y una longitud de una parte más larga es de 1 a 20 μm en cualquier caso. Mediante tal longitud, puede conseguirse la dispersión uniforme en una película lubricante sólida, y el efecto lubricante se mejora. Desde un punto de vista del efecto para evitar el óxido, es preferible un polvo de cobre escamoso.

(3-3) Aglutinante

Como un aglutinante usado en la película lubricante sólida de la presente invención, puede usarse cualquiera de una resina orgánica y un compuesto de polímero inorgánico.

Como una resina orgánica, es adecuada una resina que tiene resistencia al calor y un grado apropiado de dureza y resistencia a la abrasión. Como tal la resina pueden ejemplificarse resinas termoestables tales como una resina epoxídica, una resina de poliamida, una resina de poliamidaimida, una resina de policarbodiimida, una poliéter sulfona, una poliéter éter cetona, una resina de fenol y una resina de furano, así como una resina de polietileno y una resina de silicona. Desde un punto de vista desde el que la adherencia y la resistencia a la abrasión de la película lubricante sólida se ven mejoradas, es preferible realizar el tratamiento de curado térmico. La temperatura para este tratamiento de curado térmico preferentemente es de 120 °C o mayor, más preferentemente de 150 a 380 °C y un tiempo de tratamiento preferentemente es de 30 minutos o mayor, más preferentemente de 30 a 60 minutos. Como un disolvente usado para la formación de una película de resina, pueden usarse diversos disolventes de bajo punto de ebullición, incluyendo disolventes de hidrocarburo (por ejemplo, tolueno) y alcoholes (por ejemplo, alcohol isopropílico) en solitario o mezclándolos.

El compuesto de polímero inorgánico es un compuesto que tiene una estructura en la que un enlace metal-oxígeno está reticulado tridimensionalmente, tal como Ti-O, Si-O, Zr-O, Mn-O, Ce-O y Ba-O. Este compuesto puede formarse por hidrólisis y condensación de un compuesto organometálico hidrolizable, siendo representativo del mismo un alcóxido metálico (puede usarse un compuesto inorgánico hidrolizable, tal como tetracloruro de titanio). Como el alcóxido metálico, pueden usarse compuestos en los que un grupo alcoxi es un grupo alcoxi inferior, tal como metoxi, etoxi, isopropoxi, propoxi, isobutoxi, butoxi, y terc-butoxi. El alcóxido metálico preferible es alcóxido de titanio o silicio. El alcóxido de titanio es particularmente preferible. Entre otros, el isopropóxido de titanio es excelente en la propiedad de formación de película, siendo preferible.

Este compuesto de polímero inorgánico puede contener un grupo alquilo opcionalmente sustituido con un grupo funcional, tal como grupos amina y epoxi. Por ejemplo, puede usarse un compuesto organometálico en el que una parte de un grupo alcoxi está sustituida con un grupo alquilo que contiene un grupo funcional no hidrolizable, tal como un agente de acoplamiento de silano.

Cuando un aglutinante es un compuesto de polímero inorgánico, se añade un polvo lubricante a una solución de alcóxido metálico para dispersar el polvo, la dispersión se recubre sobre al menos una superficie de contacto de una clavija y una carcasa, se trata por humectación y, si fuera necesario, se calienta para proceder a la hidrólisis y condensación del alcóxido metálico, de esta manera, se forma una película lubricante sólida en la que un polvo lubricante se dispersa en una película compuesta de un compuesto de polímero inorgánico que comprende un enlace metal-oxígeno. Como un disolvente para el alcóxido metálico, pueden usarse diversos disolventes orgánicos tales como disolventes polares, tales como alcohol (por ejemplo, alcohol etílico, alcohol isopropílico, alcohol metílico) y cetona, hidrocarburo e hidrocarburo halogenado. Para promover la formación de una película, el alcóxido metal en una solución puede hidrolizarse parcialmente antes del recubrimiento. Además, para promover la hidrólisis después del recubrimiento, una pequeña cantidad de agua y/o un ácido para un catalizador de hidrolización puede añadirse a una solución de alcóxido metálico.

Aunque puede realizarse el tratamiento de humectación para hacer progresar la hidrólisis del alcóxido metálico, permitiendo soportar un tiempo prescrito en el aire, es deseable realizar el tratamiento de humectación en el aire a

una humedad del 70 % o mayor. Preferentemente, después del tratamiento de humectación, se realiza el calentamiento. Mediante un tratamiento de curado por calentamiento, se promueve la hidrólisis y condensación de un hidrolizado, así como la descarga de un alcohol, que es un subproducto de la hidrólisis, puede prepararse una película en un corto tiempo, la adherencia de una película lubricante sólida formada resulta firme y la resistencia a la exco-
 5 rriación se mejora. Este calentamiento se realiza preferentemente después de la evaporación de un medio de dispersión. Una temperatura de calentamiento es ventajosamente una temperatura de 100 a 200 °C cerca de un punto de ebullición de un alcohol producido como un subproducto y el soplado de aire caliente es más eficaz.

(3-4) Relación de cada componente

Es preferible que la relación en masa (B/A) de un contenido (B) de un polvo lubricante a un contenido (A) de un aglutinante en una película lubricante sólida sea de 0,3 a 9,0. Cuando esta relación en masa es menor de 0,3, se produce poco efecto para mejorar la propiedad lubricante de una película lubricante sólida formada y la mejora en la resistencia a la exco-
 10 rriación es insuficiente. Cuando esta relación en masa es mayor de 9,0 surge un problema de que la adherencia de una película lubricante sólida se reduce, y el desprendimiento de un polvo lubricante a partir de una película lubricante sólida es notable. En el caso de que se requiera adicionalmente resistencia a la exco-
 15 rriación, por ejemplo en el caso de que una cantidad de una interferencia de la parte roscada sea estricta, la relación en masa más preferentemente es de 0,5 a 7,0. En el caso de que se requiera una resistencia a la exco-
 20 rriación adicional como en un acero de alta aleación, de 0,5 a 5,0 es más preferible. Además, una relación en masa (C/B) de un contenido (C) de un polvo de cobre a un contenido (B) de un polvo lubricante preferiblemente es de 0,5 a 5,0. Cuando esta relación en masa es menor de 0,5, el efecto de mejorar la propiedad lubricante de una película lubricante sólida formada es pequeño y la mejora en la resistencia a la exco-
 25 rriación es insuficiente. Cuando esta relación en masa es mayor de 5,0, se teme que una resistencia de adhesión de una película lubricante sólida y una capacidad de formación de la película se reduzcan, el desprendimiento de una película de recubrimiento lubricante sólida es notable y el efecto lubricante no puede mantenerse durante un apretado o aflojamiento repetidos. Desde un punto de vista del efecto de refuerzo de un polvo lubricante y una propiedad de recubrimiento en la formación de una película lubricante sólida, una relación en masa es más preferentemente de 0,5 a 3,0.

(3-5) Espesor de la película

Un espesor de una película lubricante sólida deseablemente es de 5 µm o mayor. Un polvo lubricante contenido en una película lubricante se dispersa sobre una superficie de contacto total cuando experimenta una presión superficial alta, y ejerce una excelente resistencia a la exco-
 30 rriación. Cuando un espesor de una película lubricante es menor de 5 µm, una cantidad absoluta de un polvo lubricante contenido resulta pequeña, el efecto de mejorar la propiedad lubricante se reduce, y la prevención del óxido resulta insuficiente en algunos casos. Por otro lado, cuando un espesor de una película lubricante es mayor de 40 µm, un problema de que la cantidad de apriete resulta insuficiente y la hermeticidad a gas se reduce debido a las roscas de interferencia, un problema que, cuando se potencia una presión en la superficie para mantener la hermeticidad a gas, se genera fácilmente exco-
 35 rriación, y se teme la aparición de un defecto de que una película lubricante sólida se desprenda fácilmente, pero una película lubricante sólida que tiene tal espesor puede usarse dependiendo de la forma geométrica de una rosca. Desde un punto de vista de reducción en la descarga al entorno tanto como sea posible, propiedad económica, resistencia a la exco-
 40 rriación y propiedad para evitar el óxido, un espesor de película de una película lubricante sólida preferentemente es de 10 µm o mayor y 40 µm o menor.

(3-6) Recubrimiento

En la formación de una película sólida, es deseable precalentar una superficie de contacto preferentemente a una temperatura de 50 a 200 °C y recubrir una solución de recubrimiento sobre la superficie. De esta manera, se reduce la inmersión de la solución de recubrimiento y la falta de uniformidad en el espesor de película, y la resistencia a la exco-
 45 rriación puede estabilizarse adicionalmente. Cuando una temperatura es menor de 50 °C estos efectos son pequeños y, cuando una temperatura supera los 200 °C, la formación robusta de una película se inhibe en algunos casos. Un método de recubrimiento de una película lubricante sólida de la presente invención puede estar de acuerdo con un método adecuado conocido tal como recubrimiento por cepillado, tratamiento por inmersión y un método de pulverización al aire.

(3-7) Tercer componente

Pueden añadirse diversos aditivos incluyendo un agente para evitar el óxido a una película lubricante sólida en un intervalo tal que la resistencia a la exco-
 50 rriación no se deteriore. Por ejemplo, añadiendo una clase o dos o más clases de polvo de cinc, o pigmento de cromo, sílice y un pigmento de alúmina la propiedad para evitar el óxido de una película lubricante sólida puede mejorarse por sí misma. Aparte, un agente para evitar la oxidación, y un agente colorante pueden añadirse apropiadamente en un intervalo tal que el objeto y el efecto de la presente invención no se deteriores.

<4. Sitio de formación de película>

La película lubricante sólida explicada anteriormente puede formarse sobre una superficie de contacto de uno o ambos de una clavija y una carcasa. Puesto que el objeto de la presente invención se consigue suficientemente solo formando la película sobre una superficie de contacto, es económico formar la película solo en una de la clavija y la carcasa. En este caso, el trabajo de formación de la película es fácil en el caso de la carcasa.

Una superficie de contacto del otro miembro (preferentemente la clavija) sobre el cual no se forma una película lubricante sólida de la presente invención, puede estar no recubierto. En particular, como se muestra en la Figura 1, cuando una clavija y una carcasa se aprietan transitoriamente durante el montaje, puesto que incluso aunque una superficie de contacto del otro miembro tal como la clavija esté sin cubrir, este se adhiere a una película formada sobre una superficie de contacto de la carcasa durante el montaje, y el óxido sobre una superficie de contacto de la clavija puede evitarse también.

Sin embargo, durante el montaje, se fija una carcasa solo a una clavija en una parte del extremo terminal de un tubo para pozo petrolífero, y otro extremo de la clavija está expuesto. Por esta razón, en particular, para conferir una propiedad para evitar el óxido, o una propiedad para evitar el óxido y una propiedad lubricante a una clavija expuesta de este tipo, puede realizarse un tratamiento apropiado de la superficie para formar una película. Por supuesto, incluso cuando no se expone otra superficie de contacto, puede formarse una película sobre esta superficie.

Los ejemplos de tal película incluyen, además de una capa porosa de cinc o de aleación de cinc utilizada como tratamiento de imprimación de la presente invención, una película de metalizado con metal, una película de fosfato, una película de oxalato y una película de borato, así como una película basada en cerámico inorgánico (por ejemplo una película latente que comprende un laminado de partículas ultrafinas que contiene óxido de cromo como componente principal) y una película para evitar el óxido. Entre estas películas, una película porosa de cinc o aleación de cinc, una película de metalizado con metal y una película para evitar el óxido tiene un elevado efecto para conferir una propiedad para evitar el óxido y otras películas tienen el alto efecto de mejorar la propiedad de deslizamiento.

Una película de metalizado con metal puede ser, por ejemplo, metalizado con cinc, metalizado con aleación de cinc, metalizado con níquel, metalizado con cobre o metalizado con cobre y estaño. Los ejemplos de una película de fosfato incluyen una película de manganeso y fosfato, una película de cinc y fosfato, una película de calcio, cinc y fosfato y una película de hierro, cinc y fosfato. Una película de oxalato es tal que se forma una película de oxalato metálico, tal como oxalato de hierro (FeC_2O_4) y oxalato de níquel (NiC_2O_4) por inmersión en una solución acuosa de ácido oxálico ($\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_4$). Una película de borato puede ser una película de borato metálico tal como borato potásico. Una cantidad de estas películas que se va a adherir puede ser tal como en las películas anteriores, y puede determinarse de manera que la propiedad para evitar el óxido y/o la propiedad lubricante pueda conferirse suficientemente, y la cantidad no resulte excesiva. Estas películas pueden ser bicapa o de más capas, de manera que se forma una película de oxalato, fosfato o borato sobre una capa porosa de cinc o aleación de cinc o una película de metalizado con metal. Como una película para evitar el óxido, puede usarse por supuesto cualquier película, con secado o sin secado, siempre y cuando no sea dañina para el entorno y el cuerpo humano.

Ejemplos

La presente invención se explicará con más detalle a continuación mediante los Ejemplos. En lo sucesivo en este documento, una superficie de contacto de una parte roscada y una parte de contacto metálica de una clavija se denomina "superficie de clavija" y una superficie tanto de una parte roscada como de una parte de contacto metálica de una carcasa se denomina "superficie de carcasa".

Las superficies de clavija y carcasa de una junta roscada (diámetro externo: 17,78 cm (7 pulgadas), espesor de pared: 1,036 cm (0,408 pulgadas)) que comprende un acero al carbono A, un acero de Cr-Mo B, un acero al 13 % Cr C y un acero de alta aleación D mostrados en la Tabla 1, se sometieron al tratamiento de la superficie mostrado en las Tablas 2 y 3. La formación de una película lubricante sólida se realizó después de que la superficie de formación de película se hubiera calentado a una temperatura de aproximadamente 50 °C por adelantado, excepto para el Ejemplo 10 y el Ejemplo Comparativo 1. La Tabla 4 muestra las condiciones de apriete y la Tabla 5 muestra la excoiación y la nocividad sobre el cuerpo humano y el entorno. Además, la propiedad para evitar el óxido se evaluó formando cada película lubricante sólida sobre una pieza de ensayo de una probeta preparada por separado (70 mm x 150 mm x 2 mm de espesor), y realizando un ensayo de humectación (temperatura 50 °C, humedad 98 %, 200 horas). Como resultado, se confirmó que no se genera óxido en todos los Ejemplos.

ES 2 552 057 T3

Tabla 1

Composición química de la junta roscada									
Símbolo	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
A	0,24	0,3	1,3	0,02	0,01	0,04	0,07	0,17	0,04
B	0,25	0,25	0,8	0,02	0,01	0,04	0,05	0,95	0,18
C	0,19	0,25	0,8	0,02	0,01	0,04	0,1	13	0,04
D	0,02	0,3	0,5	0,02	0,01	0,5	7	25	3,2

(Nota) El contenido está en porcentajes en masa.
El resto es Fe e impurezas inevitables.

Tabla 2

Nº	Clavija		Carcasa		Condición de la película lubricante sólida tratada térmicamente
	Tratamiento de imprimación	Película lubricante sólida	Tratamiento	Película lubricante sólida	
Ejemplo 1	Acabado de amolado (R = 3) 1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Zn (R = 10) (t = 15)	Ninguna	1. Acabado de amolado (R = 3) 1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Mn (R = 10) (t = 15)	Resina epoxi grafito (M = 0,6) Polvo de cobre (N = 1,2) (t = 30)	180 °C, 30 minutos
Ejemplo 2	Acabado de amolado (R = 3) 1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Zn (R = 10) (t = 15)	Ninguna	1. Chorreado de arena (R = 10) 2. Metalizado con cobre (t = 5)	Resina epoxi grafito (M = 1,0) Polvo de cobre (N = 0,5) (t = 15)	180 °C, 30 minutos
Ejemplo 3	Acabado de amolado (R = 3)	Ninguna	1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Metalizado por impacto con cinc (t = 7)	Resina epoxi mica (M = 2,0) Polvo de cobre (N = 1,0) (t = 20)	180 °C, 30 minutos
Ejemplo 4	Acabado de amolado (R = 3)	Ninguna	1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Metalizado por impacto con cinc (t = 7)	Resina de poliamidaimida grafito (M = 4,0) Polvo de cobre (N = 2,5) (t = 30)	260 °C, 30 minutos
Ejemplo 5	1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Zn (R = 10) (t = 15)	Resina epoxi grafito (M = 1,0) Polvo de cobre (N = 0,5) (t = 20)	1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Mn (R = 10) (t = 12)	Resina epoxi grafito (M = 1,0) Polvo de cobre (N = 0,5) (t = 20)	Tanto la clavija como la carcasa están a 180 °C y 30 minutos.
Ejemplo 6	1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Zn (R = 10) (t = 15)	Grafito Ti-0 (M = 3,0) Polvo de cobre (N = 0,8) (t = 40)	1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Mn (R = 10) (t = 15)	Grafito Ti-0 (M = 3,0) Polvo de cobre (N = 0,8) (t = 40)	Tanto en la clavija como en la carcasa, después de dejar reposar durante 3 horas al aire, se sopló aire caliente a 150 °C durante 10 minutos.
Ejemplo 7	1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Zn (R = 10) (t = 15)	Ninguna	1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Mn (R = 10) (t = 15)	Resina epoxi carbonato de calcio, caolín (M = 7,5) Polvo de cobre (N = 4,0) (t = 15)	180 °C, 30 minutos
Ejemplo 8	1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Zn (R = 10) (t = 15)	Ninguna	1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Mn (R = 10) (t = 15)	Resina epoxi carbonato de calcio, caolín (M = 7,5) Polvo de cobre (N = 5,5) (t = 15)	180 °C, 30 minutos
Ejemplo 9	1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Zn (R = 10) (t = 15)	Ninguna	1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Mn (R = 10) (t = 15)	Resina epoxi grafito (M = 1,0) Polvo de cobre (N = 1,2) (t = 15)	Ninguna

Nº	Clavija		Carcasa		Condición de la película lubricante sólida tratada térmicamente
	Tratamiento de imprimación	Película lubricante sólida	Tratamiento	Película lubricante sólida	
Ejemplo 10	1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Zn (R = 10) (t = 15)	Ninguna	1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Mn (R = 10) (t = 15)	Resina epoxi grafito (M = 1,0) Polvo de cobre (N = 1,2) (t = 15)	180 °C, 30 minutos (sin precalentamiento)

(Nota) (1) Ti-O indica un compuesto de polímero inorgánico que tiene un esqueleto de Ti-O.
 (2) R representa la rugosidad superficial R_{máx} (µm), y t indica un espesor de película (µm),
 (3) M representa una relación en masa de un contenido de polvo lubricante que permite que un aglutinante sea 1 y N representa una relación en masa de un polvo de cobre que permite que un contenido de polvo lubricante sea 1, respectivamente.

Tabla 3

Nº	Clavija		Carcasa		Composición del acero	Condición de tratamiento térmico para la película lubricante sólida
	Tratamiento de imprimación	Película lubricante sólida	Tratamiento de imprimación	Película lubricante sólida		
Ejemplo comparativo 1	Acabado de amolado (R = 3)	Ninguna	1. Acabado de amolado 2. Fosfato de Mn (t = 12)	Compuesto graso prescrito en la norma API BUL 5A2	A	
Ejemplo comparativo 2	Acabado de amolado (R = 3)	Ninguna	1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Mn (t = 15)	Resina de poliamidaimida MoS 2 (M = 1) (t = 25)	B	260 °C, 30 minutos
Ejemplo comparativo 3	1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Zn (R = 10) (t = 15)	Ninguna	1. Acabado de amolado (R = 3) 2. Fosfato de Mn (R = 10) (t = 15)	Resina epoxi grafito (M = 1,0) (t = 15)	B	180 °C, 30 minutos

(Nota) (1) R representa la rugosidad superficial R_{max} (μm) y t representa un espesor de película (μm).
 (2) M representa un valor relativo de un contenido de un polvo lubricante sólido que permite que un aglutinante sea 1.

5

Tabla 4

Condición de apriete	
Velocidad de apriete	10 rpm
Par de torsión de apriete	14 kNm

Tabla 5

Nº	Situación de aparición de excoriación (1) (Valor numérico: tiempos de apriete)											Nocividad para el cuerpo humano y el entorno	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Ejemplo	1	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Ninguna
	2	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Ninguna
	3	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Ninguna
	4	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Ninguna
	5	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Ninguna
	6	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Δ	Δ	Ninguna
	7	O	O	O	O	O	O	O	Δ	Δ	Δ		Ninguna
	8	O	O	O	O	O	O	Δ	Δ	Δ	×		Ninguna
	9	O	O	O	O	O	O	Δ	Δ	Δ	×		Ninguna
	10	O	O	O	O	O	O	O	Δ	Δ	×		Ninguna
Ejemplo comparativo	1	O	O	O	O	O	O	O	O	Δ	Δ	Presencia (incluyendo metal pesado tal como plomo)	
	2	O	O	O	O	O	O	Δ	Δ	Δ	×	Presencia (posible generación de ácido sulfúrico gaseoso)	
	3	O	O	O	O	Δ	Δ	×	-	-	-	Ninguna	

(Nota) (1) O : No hay aparición de excoriación, Δ: Ligera aparición de excoriación (se reparó el defecto de excoriación y es posible volver a apretar), × : mayor aparición de excoriación (la reparación es imposible), - : No implementado

10 **Ejemplo 1**

Una junta roscada fabricada de un acero al carbono que tiene una composición A mostrada en la Tabla 1 se sometió

al siguiente tratamiento de superficie. Una superficie de la carcasa se sometió a un acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm), y se formó sobre la misma una película lubricante sólida que tenía un espesor de 30 μm que comprendía una resina epoxi que contenía un polvo de grafito que tenía un diámetro de partícula promedio de 5 μm y un polvo de cobre que tenía una longitud máxima de 15 μm que se había inactivado mediante tratamiento de la superficie. Una película lubricante sólida era una película que contenía 0,6 de grafito respecto a 1 de una resina epoxi, y 1,2 de un polvo de cobre respecto a 1 de grafito expresado como relación en masa. Después de la formación de la película lubricante sólida, esta se trató térmicamente a 180 °C durante 30 minutos para endurecer la película. Una superficie de la clavija se sometió solo a un acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm). En un ensayo de apriete y aflojamiento, no ocurrió excoiación en 10 veces de apriete y aflojamiento en la Tabla 5, lo que era extremadamente favorable. Por supuesto, no hace falta decir que el grafito, un polvo de cobre y una resina epoxi en un ejemplo de la presente invención no son dañinos para el entorno y un cuerpo humano, y la descarga al entorno es ligera en comparación con el uso de la grasa previa en el Ejemplo Comparativo 1 descrito posteriormente.

15 **Ejemplo 2**

Una junta roscada fabricada de un acero de Cr-Mo que tenía una composición B mostrada en la Tabla 1 se sometió al siguiente tratamiento de superficie. Se sometió una superficie de la carcasa a un acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm), después una superficie de la misma se sumergió en una solución de tratamiento químico de fosfato de manganeso a 80 a 95 °C durante 10 minutos para formar una película de fosfato de manganeso que tenía un espesor de 15 μm sobre la superficie, y se formó adicionalmente sobre la misma una película lubricante sólida que tenía un espesor de 15 μm que comprendía una resina epoxi que contenía un polvo de grafito que tenía un diámetro de partícula promedio de 10 μm y un polvo de cobre que tenía una longitud más larga de 15 μm . La película lubricante sólida era una película que contenía 1 de grafito respecto a 1 de una resina epoxi, y 0,5 de un polvo de cobre respecto a 1 de grafito expresado como relación en masa. Después de la formación de una película lubricante sólida, esta se trató térmicamente a 180 °C durante 30 minutos para endurecer una película. Una superficie de la clavija se sometió a un acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm), y se sumergió en una solución de tratamiento químico de fosfato de cinc de 75 a 85 °C durante 10 minutos para formar una película de fosfato de cinc que tiene un espesor de 15 μm . En un ensayo de apriete y aflojamiento, no ocurrió excoiación en 10 veces de apriete y aflojamiento en la Tabla 5, lo que es extremadamente favorable.

35 **Ejemplo 3**

Una junta roscada fabricada de acero 13Cr que tenía una composición C mostrada en la Tabla 1 se sometió al siguiente tratamiento de superficie. Una arena del N° 80 se sopló a una superficie de la carcasa para ajustar la rugosidad de la superficie a 10 μm , formándose sobre la misma un metalizado con cobre que tenía un espesor de aproximadamente 5 μm , y se formó adicionalmente sobre la misma una película lubricante sólida que tenía un espesor de 20 μm que comprendía una resina epoxi que contenía un polvo de mica que tenía un diámetro de partícula promedio de 2 μm y un polvo de cobre que tenía una longitud más larga de 10 μm . La película lubricante sólida era una película que contenía 2 de mica respecto a 1 de una resina epoxi, y 1 de un polvo de cobre respecto a 1 de mica expresado como relación en masa. Después de la formación de la película lubricante sólida, esta se trató térmicamente a 180 °C durante 30 minutos para endurecer la película. Una superficie de la clavija se sometió solo a un acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm). En un ensayo de apriete y aflojamiento, no ocurrió excoiación en 10 veces de apriete y aflojamiento en la Tabla 5, lo que es extremadamente favorable.

45 **Ejemplo 4**

Una junta roscada fabricada de una alta aleación que tiene una composición D mostrada en la Tabla 1 se sometió al siguiente tratamiento de superficie. Una superficie de la carcasa se sometió a un acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm), formándose un metalizado por impacto con cinc poroso de 7 μm mediante un método de metalizado por proyección usando una partícula en la cual el recubrimiento es cinc y se formó sobre la misma una película lubricante sólida que tenía un espesor de 30 μm que comprendía una resina de poliamidaimida que contenía un polvo de grafito que tenía un diámetro de partícula promedio de 5 μm y un polvo de cobre que tenía una longitud más larga de 10 μm . La película lubricante sólida era una película que contenía 4 de grafito respecto a 1 de una resina de poliamidaimida y 2,5 de un polvo de cobre respecto a 1 de grafito expresado como relación en masa. Después de la formación de la película lubricante sólida, esta se trató térmicamente a 260 °C durante 30 minutos para endurecer la película. Una superficie de la clavija se sometió solo a un acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm). En un ensayo de apriete y aflojamiento, no ocurrió excoiación en 10 veces de apriete y aflojamiento en la Tabla 5, lo que era extremadamente favorable.

60

Ejemplo 5

Una junta roscada fabricada de un acero de Cr-Mo que tenía una composición B mostrada en la Tabla 1 se sometió al siguiente tratamiento de superficie. Una superficie de carcasa se sometió a acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm), después una superficie de la misma se sumergió en una solución de tratamiento químico de fosfato de manganeso de 80 a 95 °C durante 10 minutos para formar una película de fosfato de manganeso que tenía un espesor de 12 μm sobre la superficie, y se formó adicionalmente sobre la misma una película lubricante sólida que tenía un espesor de 20 μm que comprendía una resina epoxi que contenía un polvo de grafito que tenía un diámetro de partícula promedio de 10 μm y un polvo de cobre que tenía una longitud más larga de 10 μm . La película lubricante sólida era una película que contenía 1 de grafito respecto a 1 de una resina epoxi, y 0,5 de un polvo de cobre respecto a 1 de grafito expresado como relación en masa. Una superficie de la clavija se sometió a acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm), solo una parte roscada en un extremo del tubo se sumergió en una solución de tratamiento químico de fosfato de cinc de 80 a 95 °C durante 15 minutos para formar una capa de película de fosfato de cinc que tenía un espesor de 15 μm y la misma película lubricante sólida que la película lubricante sólida formada sobre una carcasa se formó adicionalmente sobre la misma. Después de la formación de la película lubricante sólida tanto en la clavija como en la carcasa, estas se trataron térmicamente a 180 °C durante 30 minutos para endurecer la película. En un ensayo de apriete y aflojamiento, no ocurrió excoiación en 10 veces de apriete y aflojamiento en la Tabla 5, lo que es extremadamente favorable.

Ejemplo 6

Una junta roscada fabricada de Cr-Mo que tenía una composición B mostrada en la Tabla 1 se sometió al siguiente tratamiento de la superficie. Una superficie de carcasa se sometió a acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm), después una superficie de la misma se sumergió en una solución de tratamiento químico de fosfato de manganeso de 80 a 95 °C durante 10 minutos para formar una película de fosfato de manganeso que tenía un espesor de 12 μm sobre la superficie, y se formó adicionalmente sobre la misma una película lubricante sólida de 40 μm que comprendía un compuesto de polímero inorgánico con un esqueleto de Ti-O que contenía un polvo de grafito que tenía un diámetro de partícula promedio de 10 μm y un polvo de cobre que tenía una longitud más larga de 10 μm . La película lubricante sólida era una película que contenía 3 de grafito respecto a 1 de un compuesto de polímero inorgánico con un esqueleto de Ti-O y 0,8 de un polvo de cobre respecto a 1 de grafito expresado como relación en masa. La película lubricante sólida se formó por recubrimiento de una solución de recubrimiento en la que el grafito y el polvo de cobre se habían dispersado en una solución obtenida mediante isopropóxido de titanio en un disolvente mixto de xileno: alcohol butílico: tricloroetileno = 3:1:3 para que tuviera la proporción anterior en términos de TiO_2 , permitiendo mantener esto en el aire durante 3 horas para realizar el tratamiento de humectación, y soplando el aire caliente a 150 °C durante 10 minutos. Una superficie de la clavija se sometió a acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm), solo una parte roscada en un extremo de la tubería se sumergió en una solución de tratamiento químico de fosfato de cinc de 80 a 95 °C durante 15 minutos para formar una capa de película de fosfato de cinc que tenía un espesor de 15 μm y la misma película lubricante sólida que la película lubricante sólida formada sobre una carcasa se formó adicionalmente sobre la misma. En un ensayo de apriete y aflojamiento, ocurrió una ligera excoiación al completarse la novena y décima veces en las diez veces de apriete y aflojamiento en la Tabla 5, pero por reparación, fue posible el apriete y aflojamiento hasta la décima vez.

Ejemplo 7

Una junta roscada fabricada de acero al carbono que tenía una composición A mostrada en la Tabla 1 se sometió al siguiente tratamiento de superficie. Una superficie de carcasa se sometió a un acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm), después una superficie de la misma se sumergió en una solución de tratamiento químico de fosfato de manganeso de 80 a 95 °C durante 10 minutos para formar una película de fosfato de manganeso que tenía un espesor de 12 μm , y se formó adicionalmente sobre la misma una película lubricante sólida que tenía un espesor de 15 μm que comprendía una resina epoxi que contenía un polvo lubricante que contenía un polvo de carbonato de calcio que tenía un diámetro de partícula promedio de 12 μm y caolín que tenía un diámetro de partícula promedio de 10 μm a la misma relación, y un polvo de cobre que tenía una longitud más larga de 10 μm . La película lubricante sólida era una película que contenía un total de 7,5 de carbonato de calcio y caolín respecto a 1 de una resina epoxi y 4,0 de un polvo de cobre respecto a un total de 1 de carbonato de calcio y caolín expresado como relación en masa. Después de la formación de la película lubricante sólida esta se trató térmicamente a 180 °C durante 30 minutos para endurecer la película. Una superficie de la clavija se sometió solo a acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm). En un ensayo de apriete y aflojamiento, ocurrió una ligera excoiación en la octava vez o posterior en las diez veces de apriete y aflojamiento en la Tabla 5, pero con reparación, pudo realizarse el apriete y aflojamiento hasta la décima vez. Esto indica que, cuando una relación en masa de polvo de cobre respecto a un total de 1 de carbonato de calcio y caolín supera un valor de 3, la resistencia de una película lubricante sólida se ve ligeramente reducida. Sin embargo, este es un nivel que no tiene problemas respecto al rendimiento para la resistencia a la excoiación.

Ejemplo 8

Una junta roscada fabricada de un acero de Cr-Mo que tenía una composición B mostrada en la Tabla 1 se sometió al siguiente tratamiento de superficie. Una superficie de carcasa se sometió a acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm), después una superficie de la misma se sumergió en una solución de tratamiento químico de fosfato de manganeso de 80 a 95 °C durante 10 minutos para formar una película de fosfato de manganeso que tenía un espesor de 15 μm , y se formó adicionalmente sobre la misma una película lubricante sólida con un espesor de 15 μm que comprendía una resina epoxi que contenía un polvo de grafito que tenía un diámetro de partícula promedio de 10 μm y un polvo de cobre con longitud mayor de 15 μm . La película lubricante sólida era una película que contenía un total de 7,5 de carbonato de calcio y caolín respecto a 1 de una resina epoxi y 5,5 de un polvo de cobre respecto a un total de 1 de carbonato de calcio y caolín expresado como relación en masa. Después de la formación de la película lubricante sólida, esta se trató térmicamente a 180 °C durante 30 minutos para endurecer la película. Una superficie de la clavija se sometió solo a acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm). En un ensayo de apriete y aflojamiento, ocurrió una ligera excoiación en la séptima, octava y novena veces en diez veces de apriete y aflojamiento en la Tabla 5, y la reparación se realizó para continuar el apriete y aflojamiento, pero ocurrió una mayor excoiación en la décima vez. Esto indica que, cuando una relación en masa de un polvo de cobre respecto a un total 1 de carbonato de calcio y caolín que es un polvo lubricante supera un valor de 5, una resistencia de una película lubricante sólida se reduce como en el Ejemplo 8. Sin embargo, este es un nivel comparable al de los Ejemplos Comparativos 1 y 2 anteriores como un rendimiento para la resistencia a la excoiación.

Ejemplo 9

Una junta roscada fabricada de un acero de Cr-Mo que tenía una composición B mostrada en la Tabla 1 se sometió al siguiente tratamiento de superficie. Una superficie de carcasa se sometió a un acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm), después una superficie de la misma se sumergió en una solución de tratamiento químico de fosfato de manganeso a 80 a 95 °C durante 10 minutos para formar una película de fosfato de manganeso que tenía un espesor de 15 μm sobre la superficie, y se formó adicionalmente sobre la misma una película lubricante sólida con un espesor de 15 μm que comprendía una resina epoxi que contenía un polvo de grafito que tenía un diámetro de partícula promedio 10 μm y un polvo de cobre que tenía una longitud más larga de 15 μm . La película lubricante sólida era una película que contenía 1 de grafito respecto a 1 de una resina epoxi y 1,2 de un polvo de cobre respecto a 1 de grafito expresado como relación en masa. No se realizó tratamiento térmico después de la formación de la película lubricante sólida. Una superficie de la clavija se sometió a acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm), y esta se sumergió en una solución de tratamiento químico de fosfato de cinc de 75 a 85 °C durante 10 minutos para formar una película de fosfato de cinc que tenía un espesor de 15 μm . En un ensayo de apriete y aflojamiento, ocurrió una ligera excoiación en la séptima, octava y novena veces en 10 veces de apriete y aflojamiento en la Tabla 5, y se realizó una reparación para continuar el apriete y aflojamiento pero ocurrió una mayor excoiación en la décima vez. Esto se presupone puesto que el tratamiento térmico no se realizó después de la formación de una película lubricante sólida, una resistencia de la película lubricante sólida se redujo en comparación con el Ejemplo 2 de la presente invención, y el rendimiento para la resistencia a la excoiación era inferior. Sin embargo, este es un nivel comparable con el de los Ejemplos Comparativos 1 y 2 anteriores respecto al rendimiento para la resistencia a la excoiación.

Ejemplo 10

Una junta roscada fabricada de acero de Cr-Mo que tenía una composición B mostrada en la Tabla 1 se sometió al siguiente tratamiento de superficie. Una superficie de carcasa se sometió a acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm), después una superficie de la misma se sumergió en una solución de tratamiento químico de fosfato de manganeso de 80 a 95 °C durante 10 minutos para formar una película de fosfato de manganeso que tenía un espesor de 15 μm sobre la superficie, y se formó adicionalmente sobre la misma una película lubricante sólida que tenía un espesor de 15 μm que comprendía una resina epoxi que contenía un polvo de grafito que tenía un diámetro de partícula promedio de 10 μm y un polvo de cobre con una longitud mayor de 15 μm . La película lubricante sólida era una película que contenía 1 de grafito respecto a 1 de una resina epoxi y 1,2 de un polvo de cobre respecto a 1 de grafito expresado como relación en masa. Tras la formación de una película lubricante sólida, una superficie de contacto no se precalentó, pero la formación se realizó a temperatura ambiente. Una superficie de la clavija se sometió a un acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm), esta se sumergió en una solución de tratamiento químico de fosfato de cinc de 75 a 85 °C durante 10 minutos para formar una película de fosfato de cinc que tenía un espesor de 15 μm . En un ensayo de apriete y aflojamiento, ocurrió una ligera excoiación en la octava y novena veces en las diez veces de apriete y aflojamiento en la Tabla 5, y se realizó una reparación para continuar el apriete y aflojamiento, pero ocurrió una gran excoiación en la décima vez. Esto se presupone puesto que tras la formación de una película lubricante sólida, esta se realizó sin precalentamiento de una superficie de contacto, la formación de una película tardó un cierto tiempo, y el espesor de película se hizo ligeramente no uniforme debido al goteo. Sin embargo, este es un nivel comparable al de los ejemplos comparativos 1 y 2 previos respecto al rendimiento para la resistencia a la excoiación.

Ejemplo comparativo 1

Una junta roscada fabricada de un acero al carbono que tenía una composición A mostrada en la Tabla 1 se sometió al siguiente tratamiento de superficie. Una superficie de la carcasa se sometió a acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm), después una superficie de la misma se sumergió en una solución de tratamiento químico de fosfato de manganeso de 80 a 95 °C durante 10 minutos para formar una película de fosfato de manganeso que tenía un espesor de 15 μm sobre la superficie. Como lubricante, se recubrió un compuesto graso de acuerdo con la norma API. Una superficie de la clavija se sometió solo a un acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm). En un ensayo de apriete y aflojamiento, no ocurrió excoiación hasta la octava vez en diez veces de apriete y aflojamiento en la Tabla 5. Sin embargo, en la novena vez, ocurrió una ligera excoiación, pero por reparación, el apriete y aflojamiento se realizó hasta la décima vez para completar un ensayo.

Ejemplo comparativo 2

Una junta roscada fabricada de un acero de Cr-Mo que tenía una composición B mostrada en la Tabla 1 se sometió al siguiente tratamiento de superficie. Una superficie de la carcasa se sometió a acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 2 μm), después una superficie de la misma se sumergió en una solución de tratamiento químico de fosfato de manganeso de 80 a 95 °C durante 10 minutos para formar una película de fosfato de manganeso que tenía un espesor de 15 μm sobre la superficie, y se formó sobre la misma una película lubricante sólida con un espesor de 25 μm que comprendía una resina de poliamidaimida que contenía un polvo de disulfuro de molibdeno que tenía un diámetro de partícula promedio de 5 μm . Una película lubricante sólida era una película que contenía 2 de disulfuro de molibdeno respecto a 1 de una resina de poliamidaimida, expresado como relación en masa. Se formó sobre la misma una película lubricante sólida de 10 μm que comprendía un compuesto de polímero inorgánico con un esqueleto de Ti-O que contenía un polvo de disulfuro de molibdeno que tenía un diámetro de partícula promedio de 5 μm y un polvo de disulfuro de wolframio que tenía un diámetro de partícula promedio de 3 μm . Después de la formación de una película lubricante sólida esta se trató térmicamente a 260 °C durante 30 minutos para endurecer la película. En un ensayo de apriete y aflojamiento no ocurrió excoiación hasta la séptima vez en diez veces de apriete y aflojamiento en la Tabla 5. Sin embargo, ocurrió una ligera excoiación en la séptima vez, se realizó una reparación para continuar el apriete y aflojamiento hasta la novena vez, pero ocurrió una excoiación vigorosa en la décima vez.

Ejemplo comparativo 3

Una junta roscada fabricada de un acero de Cr-Mo que tenía una composición B mostrada en la Tabla 1 se sometió al siguiente tratamiento de la superficie. Se sometió una superficie de la carcasa a un acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm), después una superficie de la misma se sumergió en una solución de tratamiento químico de fosfato de manganeso de 80 a 95 °C durante 10 minutos para formar una película de fosfato de manganeso que tenía un espesor de 15 μm sobre la superficie, y se formó adicionalmente sobre la misma una película lubricante sólida que tenía un espesor de 15 μm que comprendía una resina epoxi que contenía solo un polvo de grafito que tenía un diámetro de partícula promedio de 10 μm . Una película lubricante sólida era una película que contenía 1 de grafito respecto a 1 de una resina epoxi expresado como relación en masa. Después de la formación de una película lubricante sólida, esta se trató térmicamente a 180 °C durante 30 minutos para endurecer la película. Una superficie de la clavija se sometió a un acabado por amolado mecánico (rugosidad de la superficie 3 μm) y se sumergió en una solución de tratamiento químico de fosfato de cinc de 75 a 85 °C durante 10 minutos para formar una película de fosfato de cinc que tenía un espesor de 15 μm . En un ensayo de apriete y aflojamiento, no ocurrió excoiación hasta la cuarta vez en diez veces de apriete y aflojamiento en la Tabla 5. Sin embargo, en la quinta vez, ocurrió una ligera excoiación, se realizó una reparación para continuar el apriete y aflojamiento hasta la sexta vez, pero en la séptima vez ocurrió una excoiación vigorosa y el ensayo se completó.

Como se ha descrito anteriormente, la presente invención se ha explicado junto con las realizaciones que son más prácticas y que se consideran preferibles actualmente, pero la presente invención no está limitada a las realizaciones divulgadas en la presente descripción, es posible una variación apropiada en un intervalo tal que no sea contrario a la parte fundamental o idea de la invención leída a partir de las reivindicaciones y la descripción completa, y debe entenderse que una junta roscada para un tubo de acero acompañada de tal variación, y un proceso para fabricar la misma están incluidos en el intervalo técnico de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Una junta roscada para un tubo de acero (A) que comprende una clavija (1) y una carcasa (2) con una superficie de contacto que tiene una parte roscada (3a, 3b) y una parte de contacto metálica no roscada (4a, 4b),
 5 donde una película lubricante sólida (31a) que contiene: una o más clases de polvos lubricantes seleccionados de entre grafito, mica, carbonato de calcio y caolín; un polvo de cobre con una longitud de la parte mayor de 1 a 20 µm; y un aglutinante, está formada sobre al menos una superficie de contacto de la clavija (1) y la carcasa (2), donde una superficie del polvo de cobre está tratada para inactivación formando sobre una superficie del cobre una de entre:
 10 una película de óxido de cobre, una película de sulfuro de cobre, una película de benzotriazol y una película de tiadiazol.
2. La junta roscada para un tubo de acero de acuerdo con la reivindicación 1, donde una relación en masa (C/B) de un contenido (C) de un polvo de cobre respecto de un contenido (B) del polvo lubricante en la película lubricante sólida es de 0,5 a 5,0.
 15
3. La junta roscada para un tubo de acero de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en la que la película lubricante sólida (31a) está formada sobre la superficie de contacto de la carcasa (2).
4. La junta roscada para un tubo de acero de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la película lubricante sólida (31a) está formada solo sobre la superficie de contacto de una de entre la clavija (1) y la carcasa (2), y sobre la otra superficie de contacto están formadas películas de tipo monocapa, dicapa o multicapa seleccionadas de entre una película de cinc o aleación de cinc, una película de metalizado con metal, una película de fosfato, una película de oxalato, una película de borato y una película para evitar el óxido.
 20
5. La junta roscada para un tubo de acero de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la película lubricante sólida (31a) está formada sobre la superficie de contacto que ha sido sometida a cualquier tratamiento de imprimación de tipo tratamiento por lavado con ácido, tratamiento de bombardeo, tratamiento de metalizado por impacto con cinc o aleación de cinc, tratamiento de metalizado con metal, tratamiento de nitrificación blanda, tratamiento de recubrimiento con metal compuesto, tratamiento con fosfato y tratamiento con oxalato.
 25
 30
6. La junta roscada para un tubo de acero de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en la que la película lubricante sólida (31a) formada sobre la superficie de contacto está tratada térmicamente.
7. Un método para formar la película lubricante sólida sobre la superficie de contacto de la junta roscada para un tubo de acero como se ha definido en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende precalentar la superficie de contacto sobre la que se va a formar la película lubricante sólida.
 35
8. Un proceso para fabricar una junta roscada para un tubo de acero (A) que comprende una clavija (1) y una carcasa (2) con una superficie de contacto que tiene una parte roscada (3a, 3b) y una parte de contacto metálica no roscada (4a, 4b) y en la que se forma una película lubricante sólida (31a) sobre una superficie de contacto de al menos una de la clavija (1) y la carcasa (2), que comprende:
 40
 45 un proceso de someter la superficie de contacto sobre la que se va a formar la película lubricante sólida (31a) a cualquier tratamiento de imprimación de tipo tratamiento de lavado con ácido, tratamiento por bombardeo, tratamiento de metalizado por impacto con cinc o aleación de cinc, tratamiento de metalizado con metal, tratamiento de nitrificación blanda, tratamiento de recubrimiento con metal compuesto, tratamiento con fosfato y tratamiento con oxalato,
 un proceso de precalentamiento de la superficie de contacto sobre la que se va a formar la película lubricante sólida (31a)
 50 un proceso de formación, sobre la superficie de contacto, de una película lubricante sólida (31a) que contiene una o más clases de polvos lubricantes seleccionados de entre grafito, mica, carbonato de calcio y caolín; un polvo de cobre con una longitud de una parte más larga de 1 a 20 µm y una superficie del polvo de cobre se trata por inactivación formando sobre una superficie del cobre una de entre: (a) una película de óxido de cobre, (b) una película de sulfuro de cobre, (c) una película de benzotriazol, (d) una película de tiadiazol; y un aglutinante sobre, y
 55 un proceso de calentamiento de la película lubricante sólida formada (31a).

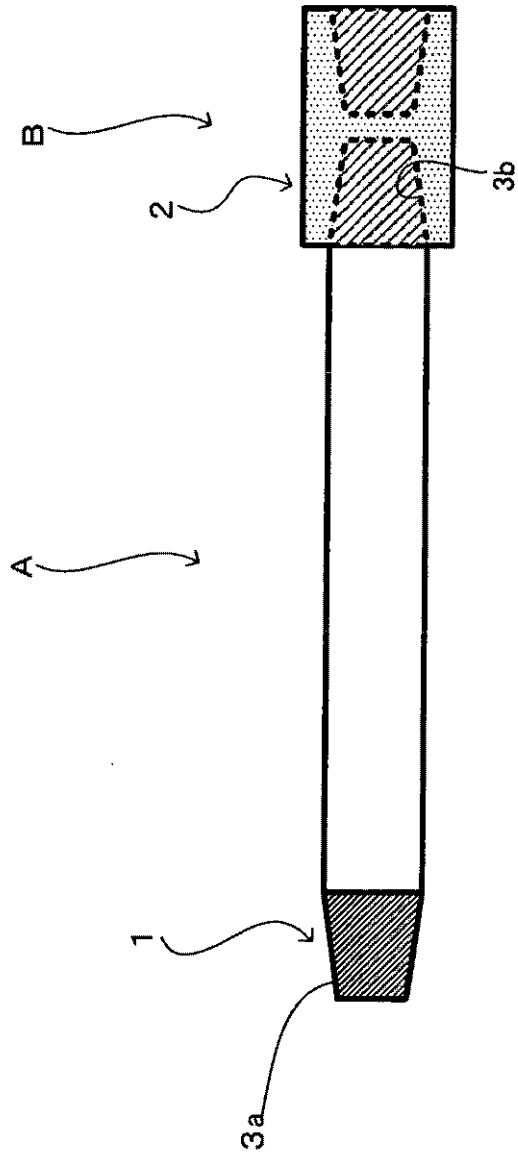


Fig.1

Fig.2

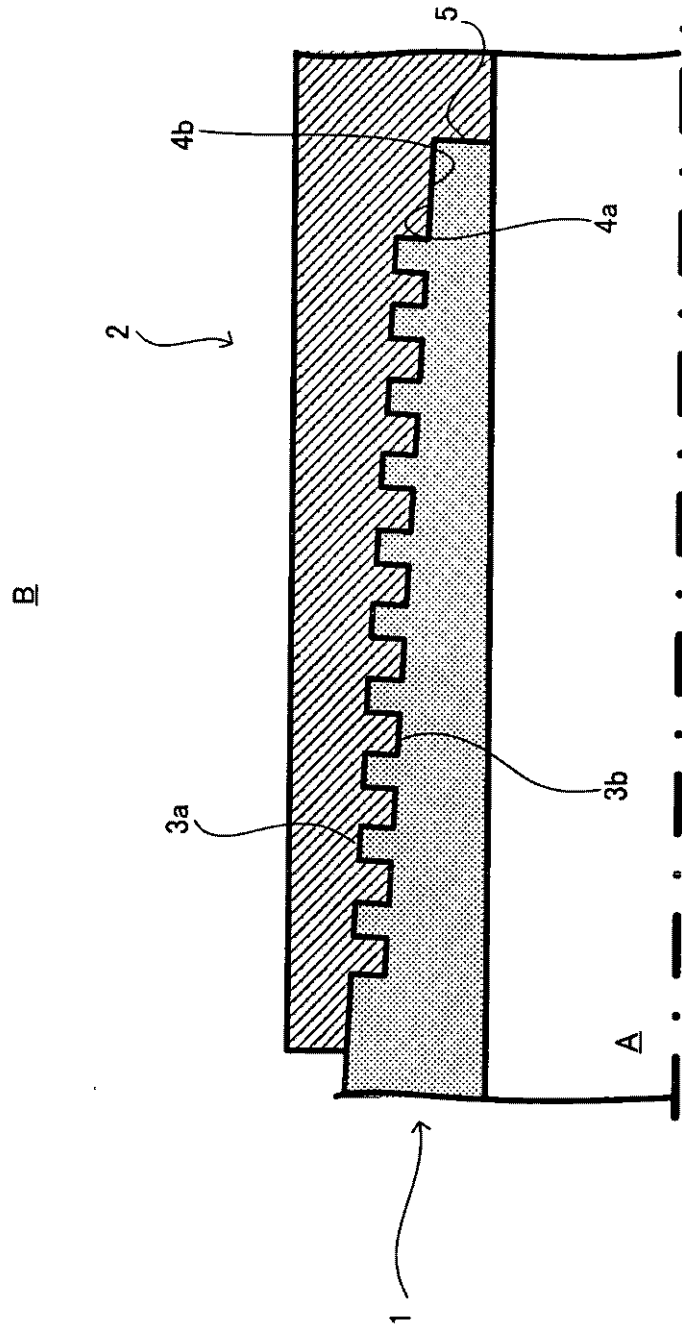
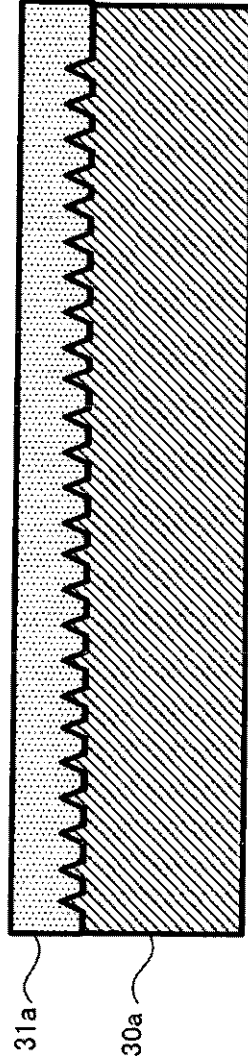


Fig.3

(a)



(b)

