



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 336 596**

(51) Int. Cl.:

**F16L 15/04** (2006.01)

**C23C 24/04** (2006.01)

**F16B 33/06** (2006.01)

(12)

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **06700861 .5**

(96) Fecha de presentación : **11.01.2006**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1844255**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **17.10.2007**

(54) Título: **Junta roscada para tuberías de acero.**

(30) Prioridad: **13.01.2005 JP 2005-6338**

(73) Titular/es: **SUMITOMO METAL INDUSTRIES, Ltd.**  
**5-33, Kitahama 4-chome**  
**Chuo-ku, Osaka-shi, Osaka 541-0041, JP**  
**VALLOUREC MANNESMANN OIL & GAS FRANCE**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**14.04.2010**

(72) Inventor/es: **Imai, Ryuichi;**  
**Goto, Kunio;**  
**Takanashi, Kaoru y**  
**Ogawa, Yasuhiro**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**14.04.2010**

(74) Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 336 596 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 tuberías de acero.

### 5 Campo técnico

Esta invención se refiere a una junta roscada para tuberías de acero que puede presentar una excelente resistencia a gripado con certeza sin recubrirla con una grasa compuesta aplicada a las juntas roscadas cuando conectan OCTG (artículos tubulares petrolíferos). La junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención puede evitar los efectos dañinos sobre el medio ambiente global y sobre los seres humanos provocados por una grasa compuesta.

### Técnica anterior

15 Los OCTG, tales como tubos y cubiertas, usados en la excavación de pozos de gas y pozos petrolíferos normalmente se conectan entre sí mediante juntas roscadas. En el pasado, la profundidad de los pozos petrolíferos era de generalmente 2.000-3.000 metros, pero en los pozos petrolíferos profundos tales como los campos petrolíferos marinos más recientes, la profundidad de los pozos petrolíferos alcanza los 8.000-10.000 metros. En el entorno de uso, las juntas roscadas para conectar dichos OCTG están sometidas a diversas fuerzas, tales como fuerzas de tracción axial provocadas por el peso de los OCTG y las propias juntas roscadas, la combinación de presiones internas y externas y el calor geotérmico. Por consiguiente, es necesario que las juntas roscadas usadas para los OCTG puedan mantener la hermeticidad sin experimentar daños incluso en dicho entorno.

25 Una junta roscada típica usada para conectar los OCTG tiene una estructura de punta-casquillo con una parte roscada externamente formada sobre la parte final de una tubería de acero (punta) y una parte roscada internamente formada sobre la superficie interna de un acoplamiento (casquillo), que es un miembro de conexión separado. Una parte de contacto de metal a metal no roscada se forma en el extremo de la parte roscada externamente de la punta y, por consecuencia, se forma también en la base de la parte roscada internamente del casquillo. Un extremo de la tubería de acero se inserta en el acoplamiento y la parte roscada externamente de la punta y la parte roscada internamente del casquillo se aprietan entonces hasta que se permite que las partes de contacto de metal a metal no roscadas de estos dos miembros contacten entre sí formando de esta manera un sello metálico para garantizar la hermeticidad.

35 Durante el proceso de bajar el tubo o la cubierta a un pozo de gas o petróleo, debido a diversos problemas, hay casos en los que es necesario aflojar una junta roscada que ya se había apretado para conectar dos tuberías, para elevar las tuberías y la junta roscada fuera del pozo, volver a apretar las tuberías con la junta y después volver a bajarlas. El API (Instituto Americano del Petróleo) requiere una junta en la que se mantenga la hermeticidad sin la aparición de agarrotamiento grave, denominado gripado, incluso aunque se repita el apretado (constitución) y aflojado (separación) diez veces para una junta para tubos o tres veces para una junta para cubiertas.

40 En el momento del apretado, para aumentar la resistencia a gripado y la hermeticidad, un lubricante líquido viscoso que contiene polvos de metal pesado y que se denomina "grasa compuesta" se aplicaba convencionalmente a las superficies de contacto (en concreto, las partes roscadas y las partes de contacto de metal a metal no roscadas) de una junta roscada. Dicha grasa compuesta se especifica en el Boletín 5A2 del API.

45 En el pasado, se ha propuesto formar una o más capas mediante tratamiento superficial tal como nitruración, diversos tipos de metalizado incluyendo metalizado con cinc y metalizado dispersado y fosfatación sobre las superficies de contacto de una junta roscada para aumentar la retención de una grasa compuesta sobre las superficies de contacto y, de esta manera, mejorar las propiedades de deslizamiento. Sin embargo, como se describe a continuación, el uso de una grasa compuesta supone la amenaza de efectos dañinos sobre el medioambiente y los seres humanos.

50 La grasa compuesta contiene grandes cantidades de polvos de metales pesados tales como cinc, plomo y cobre. Cuando se aprieta una junta roscada, la grasa que se ha aplicado se retira por lavado o rebosa a la superficie exterior y hay posibilidad de que la grasa provoque efectos dañinos sobre el medio ambiente y, especialmente, sobre la vida marina, particularmente debido a los metales pesados dañinos tales como plomo. Además, el proceso de aplicar una grasa compuesta empeora el entorno de trabajo y hay una preocupación sobre los efectos dañinos sobre seres humanos.

En años recientes, como resultado de la promulgación en 1998 del Tratado OS PAR (Tratado Oslo-Paris) respecto a la prevención de la contaminación oceánica en el Atlántico Noreste, las restricciones respecto al medio ambiente global se están haciendo más estrictas y, en algunos países, el uso de una grasa compuesta está ya restringido. Por consiguiente, en la excavación de pozos petrolíferos y pozos de aceite, para evitar efectos dañinos sobre el medio ambiente y los seres humanos, ha habido una demanda de juntas roscadas que puedan presentar una resistencia a gripado excelente sin usar una grasa compuesta.

Hasta ahora, ha habido algunas propuestas de juntas roscadas que pueden usarse para la conexión de OCTG en un estado no lubricado, sin aplicación de una grasa compuesta.

Por ejemplo, los documentos JP-A 08-233163, JP-A 08-233164 y JP-A 09-72467 describen juntas roscadas que tienen, sobre las superficies de contacto de una junta roscada, un recubrimiento de fosfato inferior (conversión quí-

mica) y un recubrimiento lubricante sólido superior que contiene un lubricante sólido seleccionado entre disulfuro de molibdeno ( $\text{MoS}_2$ ) y disulfuro de volframio ( $\text{WS}_2$ ) en una resina. Las superficies de contacto pueden someterse, antes de la formación de un recubrimiento de fosfato, a un tratamiento para aumentar la rugosidad superficial o a un tratamiento de nitruración.

5 El documento WO 2004/033951 describe una junta roscada que tiene una capa inferior de un recubrimiento protector frente a la corrosión y una capa superior de un recubrimiento lubricante sólido sobre las superficies de contacto de la junta. El recubrimiento protector frente a la corrosión contiene polvo de cinc en una resina epoxi; y el recubrimiento lubricante sólido contiene disulfuro de molibdeno ( $\text{MoS}_2$ ) u otro lubricante sólido en un aglutinante inorgánico.

10 Sin embargo, en cada una de las juntas roscadas descritas anteriormente diseñadas para usar en un estado no lubricado en la técnica anterior, el recubrimiento lubricante sólido, que es la capa más externa, es un recubrimiento que contiene partículas lubricantes sólidas en una resina, que como se describe más adelante, provoca problemas en su uso actual.

15 Los OCTG se transportan habitualmente por transporte oceánico y se almacenan en el exterior. Para evitar la corrosión durante el transporte y almacenamiento antes de su uso, normalmente se aplica un aceite para evitar la oxidación (u otro líquido diseñado para evitar la oxidación) a las superficies interna y externa de la tubería. Además, para proteger las superficies roscadas y las partes de contacto de metal a metal no roscadas durante el transporte y 20 almacenamiento, a menudo se monta un protector sobre una junta roscada para proteger cada superficie de contacto expuesta de la punta y casquillo de la junta. Cuando una tubería de acero para OCTG se transporta en un estado en el que un acoplamiento se conecta a un extremo de la tubería como se muestra en la Figura 1, los protectores se montan en el otro extremo de la tubería y en el otro extremo del acoplamiento.

25 Incluso aunque los protectores se instalen de esta manera, el aceite para evitar la oxidación que se aplica a las superficies interna y externa de la tubería de acero antes del transporte penetra en el interior del protector durante el transporte o almacenamiento. Además, las superficies interna y externa de la tubería de acero se humedecen con el agua procedente de la condensación de humedad o de la lluvia durante el transporte y almacenamiento y esta agua penetra también en el interior de los protectores. Tanto el aceite para evitar la oxidación como el agua que ha penetrado en 30 el interior del protector entran en contacto con el recubrimiento lubricante sólido formado como la capa más externa sobre las superficies de contacto de la junta roscada. Si no se realiza la instalación de un protector, dicho contacto ocurre más fácilmente.

35 Un recubrimiento lubricante sólido se forma mediante partículas de un lubricante sólido tales como disulfuro de molibdeno o disulfuro de volframio dispersadas en un aglutinante, de manera que el recubrimiento es inherentemente poroso.

40 Por lo tanto, si un aceite para evitar la oxidación entra en contacto con un recubrimiento lubricante sólido, permea fácilmente hacia este recubrimiento que es poroso. Como resultado, el recubrimiento lubricante sólido no puede realizar su función adecuadamente y existe la posibilidad de que la resistencia a gripado de la junta roscada disminuya notablemente. Se conjectura que esto se debe a una disminución en el rendimiento lubricante debido a una reacción 45 química entre el aceite para evitar la oxidación y el lubricante sólido o el aglutinante o debido a que se genera una presión extrema en el aceite para evitar la oxidación que se confina en el recubrimiento lubricante por la presión que se genera en el momento de apretar una junta roscada, dando como resultado de esta manera la degradación del enlace del recubrimiento lubricante.

Análogamente, el agua condensada y el agua de lluvia que penetran en el interior del protector y entran en contacto con el recubrimiento lubricante sólido permea fácilmente dentro de este recubrimiento. Como resultado, existe la posibilidad de que las propiedades lubricantes del recubrimiento disminuyan debido a una reacción del agua 50 con el lubricante sólido o que el aspecto de la superficie empeore particularmente cuando el recubrimiento contiene cobre.

55 Estos problemas provocados por un aceite para evitar la oxidación o el agua son el resultado del hecho de que el recubrimiento lubricante sólido poroso más externo no está protegido eficazmente. Un recubrimiento protector frente a la corrosión formado por debajo del recubrimiento lubricante sólido para protección de la propia tubería de acero como se describe en el documento WO 2004/033951 no puede resolver estos problemas.

60 El documento EP-A1-1.211.451 describe una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la sección de pre-caracterización de la reivindicación 1.

## 60 Descripción de la invención

65 Esta invención proporciona una junta roscada para tuberías de acero que tiene una resistencia a gripado excelente y capaz de evitar el empeoramiento del aspecto superficial. La junta roscada puede usarse sin aplicación de una grasa compuesta que tiene efectos dañinos sobre el medio ambiente global, tal como la vida marina, y sobre los seres humanos. La junta roscada no presenta una disminución notable en la resistencia a gripado incluso aunque se aplique un aceite para evitar la oxidación a las superficies interna y externa de una tubería para evitar la corrosión durante el transporte y almacenamiento ni una disminución notable en la resistencia a gripado o empeoramiento del aspecto

## ES 2 336 596 T3

incluso aunque estas superficies de una tubería se expongan a agua condensada o agua de lluvia durante el transporte y almacenamiento.

- De acuerdo con la presente invención, formando un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido, no poroso, que no contiene partículas sólidas encima de un recubrimiento lubricante sólido formado sobre las superficies de contacto de una junta roscada, puede proporcionarse una junta roscada para tuberías de acero que tiene una resistencia a gripado excelente en un estado no lubricado (sin la aplicación de una grasa compuesta) y sin una disminución significativa en el rendimiento durante el transporte o almacenamiento.
- Una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención comprende una punta y casquillo que tiene superficies de contacto respectivas que entran en contacto entre sí cuando la junta se aprieta, en la que las superficies de contacto de al menos uno de la punta y el casquillo se recubren con un recubrimiento lubricante sólido que comprende un polvo lubricante y un aglutinante y con un recubrimiento protector frente a la corrosión que no contiene partículas sólidas formadas encima del recubrimiento lubricante sólido, caracterizado por que el recubrimiento protector frente a la corrosión es un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido.

En esta memoria descriptiva, una punta se refiere a un miembro de una junta roscada que tiene una parte roscada externamente y un casquillo se refiere al otro miembro de una junta roscada que tiene una parte roscada internamente que encaja con la parte roscada externamente de la punta. Típicamente, ambos extremos de una tubería de acero forman una punta en sus superficies externas, y ambos lados de un acoplamiento, que es un miembro de conexión diferente, forman un casquillo en sus superficies internas. A la inversa, también es teóricamente posible que las superficies internas de ambos extremos de una tubería de acero sean un casquillo y que un acoplamiento constituya una punta. Además, hay también juntas roscadas integrales que pueden conectarse directamente entre sí sin usar un acoplamiento y en las que un extremo de una tubería de acero forma una punta y el otro extremo de las mismas forma un casquillo.

La presente invención puede aplicarse a cualquiera de estas juntas roscadas.

En una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención, un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido, no poroso, se forma como la capa más externa. Como resultado, incluso aunque las superficies interna y externa de una tubería de acero se recubren con un aceite para evitar la corrosión u otro líquido para evitar la corrosión antes del transporte o se expongan a agua condensada o agua de lluvia durante el transporte y almacenamiento, el líquido para evitar la oxidación o el agua se bloquean mediante el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido más externo y, de esta manera, se evita que permeen en el recubrimiento lubricante sólido formado sobre la superficie de la junta roscada durante el transporte y almacenamiento, evitando de esta manera una disminución en el rendimiento lubricante y un empeoramiento en el aspecto de la superficie.

En el momento del apretado de la junta roscada, el recubrimiento protector frente a la corrosión se desgasta gradualmente en las partes de contacto debido a la fricción que ocurre durante el apretado, y el recubrimiento lubricante sólido subyacente se expone y puede presentar su acción lubricante. Por lo tanto, puede conseguirse una resistencia a gripado excelente que puede evitar la aparición de gripado durante el apretado y aflojado repetido en un estado no lubricado, sin usar una grasa compuesta. De esta manera, puede evitarse el empeoramiento del entorno de trabajo y la contaminación del medio ambiente, particularmente el medio ambiente marítimo, que acompaña al uso de una grasa compuesta que tiene la posibilidad de fluir hacia fuera, hacia los alrededores, en el momento de su aplicación o en el momento del apretado. Además, el proceso de aplicar una grasa compuesta en el campo se hace innecesario, de manera que el tiempo requerido para sujetar un OCTG se acorta.

En una junta roscada para tuberías de acero de acuerdo con la presente invención, la capa superior en forma de un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido puede estar constituida totalmente por una resina orgánica. Dicho recubrimiento protector frente a la corrosión sólido tiene propiedades para evitar la corrosión aumentadas.

El aglutinante usado en el recubrimiento lubricante sólido como la capa inferior puede ser un aglutinante inorgánico (un compuesto polimérico inorgánico) o un aglutinante orgánico (una resina orgánica). Cuando el aglutinante del recubrimiento lubricante sólido es una resina orgánica, el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido puede formarse total o parcialmente a partir de la misma resina orgánica usada para el aglutinante de la capa inferior. Esto hace posible aumentar la adhesión entre el recubrimiento lubricante sólido inferior y el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido superior, y la resistencia a gripado de una junta roscada para tuberías de acero puede aumentarse adicionalmente.

En una realización preferida, un recubrimiento lubricante sólido y un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido se forman sobre las superficies de contacto del casquillo de una junta roscada. Un casquillo se forma normalmente sobre un acoplamiento corto, de manera que el proceso de formación de un recubrimiento en un casquillo puede realizarse más fácilmente que en una punta. Además, esta realización es más económica comparado con la formación de un recubrimiento lubricante sólido y un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido, tanto en la punta como en el casquillo.

Cuando el recubrimiento lubricante sólido y el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido se forman sobre las superficies de contacto de sólo un miembro de la punta y el casquillo, el otro miembro puede tratarse para formar una o más capas de recubrimiento seleccionadas entre un recubrimiento de cinc o de aleación de cinc, un recubrimiento metalizado con un metal, un recubrimiento de fosfato, un recubrimiento de oxalato, un recubrimiento de borato y

# ES 2 336 596 T3

un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido sobre las superficies de contacto del mismo. Confiriendo de esta manera propiedades para evitar la corrosión al otro miembro, las propiedades para evitar la corrosión de la junta roscada para tuberías de acero pueden mejorarse. Como alternativa, un recubrimiento lubricante sólido puede formarse sobre las superficies de contacto del otro miembro para aumentar adicionalmente la resistencia a gripado de la junta roscada.

Análogamente, cuando el recubrimiento lubricante sólido y el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido se forman sobre las superficies de contacto de sólo uno de la punta y el casquillo, el otro miembro puede tratarse para formar un recubrimiento lubricante sólido o un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido sobre las superficies de contacto del mismo después de que las superficies de contacto se hayan sometido a un tratamiento superficial preparativo para aumentar la rugosidad superficial seleccionado entre decapado, granallado, metalizado por impacto con cinc o una aleación de cinc, metalizado con un metal, nitruración suave, metalizado con un metal compuesto, fosfatación, tratamiento con oxalato y tratamiento con borato. De esta manera, mediante el denominado efecto ancla conseguido con el aumento de la rugosidad superficial, la adhesión del recubrimiento lubricante sólido o el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido a las superficies de contacto puede reforzarse, y resulta difícil que tenga lugar el desprendimiento del recubrimiento durante el transporte o almacenamiento, dando como resultado una mejora adicional en las propiedades para evitar la corrosión o en las propiedades lubricantes de una junta roscada para tuberías de acero.

Las superficies de contacto de una junta roscada en la que el recubrimiento lubricante sólido inferior y el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido, no poroso, superior se forman de acuerdo con la presente invención pueden someterse también, antes de la formación del recubrimiento inferior, a un tratamiento superficial preparativo seleccionado entre decapado, granallado, metalizado por impacto con cinc o una aleación de cinc, metalizado con un metal, nitruración suave, metalizado con un metal compuesto, fosfatación, tratamiento con oxalato y tratamiento con borato para hacer más rugosas las superficies. También en este caso, debido al efecto ancla, la adhesión del recubrimiento lubricante sólido inferior a las superficies de contacto puede reforzarse, y resulta difícil que tenga lugar el desprendimiento del recubrimiento lubricante sólido, conduciendo a una mejora adicional en la resistencia a gripado.

El espesor de cada uno del recubrimiento lubricante sólido y el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido es preferiblemente 5-40  $\mu\text{m}$ . Esto es suficiente para conferir un efecto para evitar la corrosión adecuado, una resistencia a gripado excelente y hermeticidad a una junta roscada para tuberías de acero.

## Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra esquemáticamente la estructura ensamblada de una tubería de acero y un acoplamiento en el momento del transporte de la tubería de acero.

La Figura 2 muestra esquemáticamente las partes de conexión de una junta roscada para tuberías de acero.

Las Figuras 3(a) y 3(b) son vistas explicativas que muestran dos modos de aumentar la rugosidad superficial de una superficie de contacto.

## Mejor modo para realizar la invención

La presente invención se explicará con respecto a las realizaciones mostradas en los dibujos.

### Estructura ensamblada de una junta roscada

La Figura 1 ilustra esquemáticamente la estructura ensamblada de una junta roscada típica que muestra el estado de una tubería de acero para un OCTG y un acoplamiento en el momento del transporte. Una tubería de acero A tiene en ambos de sus extremos una punta 1 que tiene una parte roscada externamente 3a formada sobre su superficie externa y un acoplamiento (un miembro de conexión roscado) B tiene en ambos lados un casquillo 2 que tiene una parte roscada internamente 3b formada sobre su superficie interna. Uno de los casquillos del acoplamiento B se conecta a una de las puntas de la tubería A. Aunque no se muestra en el dibujo, un protector normalmente se monta sobre la otra punta de la tubería de acero A y también sobre el otro casquillo del acoplamiento B antes del transporte para proteger las superficies de contacto de esta punta y casquillo no conectados. Estos protectores se retiran antes del uso de la junta roscada.

La Figura 2 muestra esquemáticamente la estructura de una junta roscada representativa para tuberías de acero (denominadas a continuación simplemente "junta roscada"). La junta roscada está constituida por una punta 1 formada sobre la superficie externa del extremo de una tubería de acero A y un casquillo 2 formado sobre la superficie interna de un acoplamiento B. La punta 1 tiene una parte roscada externamente 3a y una parte de contacto de metal a metal no roscada 4a que está situada en el extremo de la tubería de acero. En correspondencia con esto, el casquillo 2 tiene una parte roscada internamente 3b y una parte de contacto de metal a metal no roscada 4b situada en el lado interno de la parte roscada 3b.

Las partes roscadas 3a y 3b y las partes de contacto de metal a metal 4a y 4b de la punta 1 y el casquillo 2, respectivamente, son las superficies de contacto de la junta roscada 1. Se requiere que estas superficies de contacto

# ES 2 336 596 T3

tengan resistencia a gripado, hermeticidad y eviten la corrosión. En el pasado, para este fin, se aplicaba una grasa compuesta que contenía polvos de metal pesado, o se formaba un recubrimiento lubricante sólido sobre las superficies de contacto. Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, ambas de estas técnicas de la técnica anterior tenían problemas en el uso real debido a los efectos dañinos sobre los seres humanos y el medio ambiente o debido a una disminución en el rendimiento, incluyendo la resistencia a gripado durante el transporte y almacenamiento.

De acuerdo con la presente invención, una capa inferior en forma de un recubrimiento lubricante sólido y una capa superior en forma de un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido se forman sobre las superficies de contacto de al menos uno de la punta 1 y el casquillo 2. El recubrimiento lubricante sólido puede ser igual al usado en la técnica anterior y contener uno o más tipos de polvo lubricante en una resina. El recubrimiento protector frente a la corrosión sólido es un recubrimiento homogéneo no poroso que no contiene partículas sólidas y que sirve como barrera para proteger el recubrimiento lubricante sólido subyacente.

Como se ha descrito anteriormente, en el momento del apretado, el recubrimiento protector frente a la corrosión superior se desgasta gradualmente debido a la fricción para exponer el recubrimiento lubricante sólido inferior, permitiendo de esta manera que el recubrimiento lubricante sólido presente su acción lubricante suficientemente. Por lo tanto, a pesar de la presencia del recubrimiento protector superior encima del recubrimiento lubricante sólido, puede conferirse una resistencia a gripado excelente a una junta roscada en un estado no lubricado sin la aplicación de una grasa compuesta. Además, debido a la función de barrera de la capa protectora frente a la corrosión superior, incluso aunque las superficies interna y externa de una tubería de acero se recubran con un aceite para evitar la oxidación o un líquido en el momento del transporte o se expongan a agua condensada o agua de lluvia durante el transporte y almacenamiento, el líquido o el agua no pueden permear hacia el recubrimiento lubricante sólido inferior a través del recubrimiento protector no poroso superior, y se evita una disminución en el rendimiento durante el transporte o almacenamiento provocada por esta permeación.

## 25 *Aumento de la rugosidad de las superficies de contacto*

Las superficies de contacto de al menos uno de la punta y el casquillo en la que una capa inferior de un recubrimiento lubricante sólido y una capa superior de un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido se forman de acuerdo con la presente invención se someten preferiblemente a un tratamiento superficial preparativo para aumentar la rugosidad de la superficie, de manera que la rugosidad superficial Rmax es mayor que la rugosidad superficial obtenida mediante una rectificación mecánica ( $3-5 \mu\text{m}$ ) para asegurar que el recubrimiento lubricante sólido formado sobre la misma tiene una buena adhesión. Sin embargo, el objeto de la presente invención puede conseguirse incluso aunque el recubrimiento lubricante sólido y el recubrimiento protector contra la corrosión sólido se formen sin el tratamiento superficial preparativo para aumentar la rugosidad de las superficies de contacto.

La Figura 3 muestra dos modos de aumentar la rugosidad de las superficies de contacto.

En un primer modo para aumentar la rugosidad de la superficie mostrado en la Figura 3(a), se aumenta la rugosidad de la superficie de acero 30a por sí misma mediante un tratamiento superficial preparativo y un recubrimiento lubricante sólido 31a y un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido 32a se forma secuencialmente directamente encima de la misma. Este modo de aumentar la rugosidad superficial puede conseguirse mediante granallado, en el que un material de granallado, tal como perdigones que tienen una forma esférica o grava que tiene una forma angular, se proyecta contra la superficie, o por decapado, en el que la superficie se sumerge en un ácido fuerte tal como ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico o ácido fluorhídrico.

En un segundo modo para aumentar la rugosidad superficial mostrado en la Figura 3(b), una capa primaria bajo el recubrimiento 33 que tiene una superficie rugosa se forma mediante un tratamiento superficial preparativo encima de la superficie de acero 30b y un recubrimiento lubricante sólido 31b y un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido 32b se forman secuencialmente encima de la capa primaria. De esta manera, la capa primaria 33 se dispone entre la superficie de contacto de acero 30b y el recubrimiento lubricante sólido 31b. Los ejemplos de tratamiento superficial preparativo para formar una capa primaria son un tratamiento de conversión química tal como tratamiento con fosfato (fosfatación), tratamiento con oxalato y tratamiento con borato (la rugosidad superficial aumenta con el crecimiento de los cristales que se forman mediante el tratamiento de conversión química), metalizado con un metal tal como metalizado con cobre o metalizado con hierro (las proyecciones se metalizan preferentemente, de manera que la superficie se hace ligeramente más rugosa), metalizado por impacto con cinc o una aleación de cinc que forma un recubrimiento poroso de cinc o de aleación de cinc, nitruración suave que forma una capa de nitruro (tal como tufftriding) y metalizado con un metal compuesto que forma un recubrimiento poroso que contiene partículas sólidas finas dispersadas en una matriz metálica.

En cualquiera del primer y segundo modos para aumentar la rugosidad de las superficies de contacto, la rugosidad de la superficie Rmax obtenida mediante el tratamiento superficial preparativo está preferiblemente en el intervalo 5-40  $\mu\text{m}$ . Si Rmax es menor de 5  $\mu\text{m}$ , la adhesión del recubrimiento lubricante sólido a la superficie y la capacidad de la superficie para contener un recubrimiento pueden hacerse inadecuadas. Si Rmax supera los 40  $\mu\text{m}$ , la fricción de la superficie aumenta y el recubrimiento lubricante sólido puede no soportar las fuerzas de cizalla y las fuerzas compresivas que recibe el recubrimiento cuando se aplica una alta presión a la superficie durante el apretado, provocando de esta manera fácilmente la degradación o el desprendimiento del recubrimiento lubricante sólido. Pueden realizarse dos o más tipos de tratamiento superficial preparativo para lograr la rugosidad superficial.

## ES 2 336 596 T3

Desde el punto de vista de la adhesión de un recubrimiento lubricante sólido, un recubrimiento poroso y, particularmente, se prefiere un recubrimiento formado por fosfatación (por ejemplo, por tratamiento con fosfato de manganeso, fosfato de cinc, fosfato de hierro-manganeso o fosfato de cinc-calcio) o un recubrimiento de cinc o de aleación de cinc-hierro formado por metalizado por impacto. Lo más preferido desde el punto de vista de la adhesión es un recubrimiento de fosfato de manganeso. Desde el punto de vista de prevención de la corrosión, un recubrimiento poroso de cinc o de aleación de cinc-hierro es más preferido, ya que puede esperarse que el cinc proporcione una capacidad para evitar la corrosión de sacrificio.

Tanto un recubrimiento formado por fosfatación como un recubrimiento de cinc o de aleación de cinc-hierro formado por metalizado por impacto son porosos. Por lo tanto, un recubrimiento lubricante sólido formado encima de dicho recubrimiento tiene una adhesión aumentada por el denominado "efecto ancla". Como resultado, es difícil que ocurra el desprendimiento del recubrimiento lubricante sólido incluso aunque el apretado y el aflojado se repitan y el contacto directo entre las superficies metálicas se evita eficazmente, contribuyendo de esta manera a mejorar la resistencia al gripado, hermeticidad y evitar la corrosión.

La fosfatación puede realizarse por inmersión o pulverización de una manera convencional usando una solución de fosfatación ácida que se usa habitualmente para un material de acero metalizado con cinc. A modo de ejemplo, puede usarse una solución de fosfatación de tipo fosfato de cinc que contiene 1-150 g/l de iones fosfato, 3-70 g/l de iones cinc, 1-100 g/l de iones nitrato y 0-30 g/l de iones níquel. Otro ejemplo que puede usarse es una solución de fosfatación de tipo fosfato de manganeso que se usa convencionalmente para juntas roscadas. La temperatura de la solución durante el tratamiento puede ser de temperatura ambiente a 100°C. La duración del tratamiento puede ajustarse dependiendo del espesor del recubrimiento que se desea formar y, normalmente, es de hasta 15 minutos. Para promover la formación de un recubrimiento de fosfato, la superficie a tratar puede pre-tratarse con una solución acuosa que contiene titanio coloidal para la modificación de la superficie antes de la fosfatación. Después de la fosfatación, es preferible realizar el enjuagado con agua o agua caliente, seguido de secado.

El metalizado por impacto generalmente puede realizarse haciendo impactar partículas para metalizado contra un material a metalizar, e incluye el metalizado mecánico, en el que se permite que las partículas de metalizado y el material a metalizar choquen en un tambor rotatorio, y el metalizado por granallado, en el que se usa un dispositivo de granallado para soplar las partículas de metalizado contra el material a metalizar. En la presente invención, como sólo se metalizan las superficies de contacto, es preferible usar un metalizado de granallado mediante el que es posible el metalizado localizado.

El metalizado de granallado puede realizarse usando, por ejemplo, partículas de metalizado que tienen un núcleo basado en hierro recubierto con una capa superficial de cinc o de aleación de cinc como partículas de granalla que impactan contra las superficies de contacto de una punta y/o casquillo a metalizar. La cantidad de la capa superficial de cinc o de aleación de cinc en las partículas está preferiblemente en el intervalo de 20-60% en peso y el diámetro de las partículas está preferiblemente en el intervalo de 0,2-1,5 mm. Dichas partículas pueden prepararse por un método en el que un polvo de hierro o aleación de hierro que forma el núcleo se metaliza con cinc o una aleación de cinc (tal como una aleación Zn-Fe-Al) y después se trata térmicamente para formar una capa de aleación hierro-cinc en la interfaz entre el núcleo y el metalizado, o mediante un método de formación de aleación mecánico. Un ejemplo de un producto disponible en el mercado de dichas partículas es "Hierro Z" fabricado por Dowa Iron Powder Co., Ltd. Los ejemplos de un dispositivo de metalizado que pueden usarse incluyen un dispositivo de granallado de fluido a alta presión que sopla partículas usando un fluido a alta presión, tal como aire comprimido y un dispositivo de granallado mecánico que utiliza un impulsor u otras palas rotatorias.

Cuando las partículas descritas anteriormente se granallan contra un sustrato a metalizar tal como una superficie de contacto de una junta roscada, sólo las capas superficiales de cinc o de aleación de cinc de las partículas se adhieren al sustrato individualmente, de manera que un recubrimiento poroso de cinc o de aleación de cinc se forma sobre el sustrato. Esta técnica de metalizado por granallado puede formar un recubrimiento metalizado que tiene una buena adhesión a la superficie de acero independientemente de la composición del acero.

Desde los puntos de vista de evitar la corrosión y adhesión, el espesor de la capa de cinc o aleación de cinc formada por metalizado por impacto es preferiblemente 5-40 µm. Si es menor de 5 µm, hay casos en los que no se garantiza una resistencia a corrosión adecuada. Por otro lado, si supera los 40 µm, la adhesión al recubrimiento lubricante sólido tiende a disminuir.

Incluso aunque se use otro método para el tratamiento superficial preparativo, el tratamiento superficial se realiza para formar un recubrimiento primario que tiene una rugosidad superficial Rmax en el intervalo de 5-40 µm.

### 60 Recubrimiento lubricante sólido

Un recubrimiento lubricante sólido en la presente invención es un recubrimiento que comprende uno o más tipos de polvo lubricante sólido y un aglutinante como una matriz. En concreto, es un recubrimiento heterogéneo que contiene un polvo lubricante sólido unido con un aglutinante.

65 El polvo lubricante sólido es un polvo que presenta un efecto lubricante y puede formarse a partir de materiales que se han usado convencionalmente como lubricantes sólidos. Un material que no tiene un efecto adverso sobre el medio ambiente se prefiere como el polvo lubricante.

# ES 2 336 596 T3

Los ejemplos de polvos lubricantes preferidos incluyen polvos inorgánicos de un material que tiene una estructura cristalina laminar de tipo grafito tal como disulfuro de molibdeno ( $\text{MoS}_2$ ), disulfuro de volframio ( $\text{WS}_2$ ), grafito y nitrógeno de boro (BN), así como polvo de politetrafluoroetileno. El diámetro de partícula medio del polvo lubricante está preferiblemente en el intervalo de 0,5-15  $\mu\text{m}$ .

5 La cantidad de polvo lubricante sólido en el recubrimiento lubricante sólido (la cantidad total cuando se usan dos o más tipos de polvo) se selecciona preferiblemente de manera que la proporción en masa del polvo lubricante sólido aglutinante en el recubrimiento está en el intervalo de 0,3-0,9. Si la cantidad de polvo lubricante es demasiado pequeña, la resistencia a gripado disminuye y si es demasiado grande, la adhesión y la resistencia del recubrimiento del recubrimiento lubricante sólido disminuye. En la presente invención, como el recubrimiento lubricante sólido está revestido con un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido, comparado con el caso en el que el recubrimiento lubricante sólido es la capa más externa, el contenido de polvo lubricante en un recubrimiento lubricante sólido puede aumentarse.

10 15 El recubrimiento lubricante sólido puede contener uno o más tipos de polvos adicionales distintos de un polvo lubricante sólido. Los ejemplos de dichos polvos son cinc, cobre, níquel, estaño u otros polvos metálicos y otros polvos inorgánicos, cada uno de los cuales aumenta la resistencia a corrosión. Cuando se contienen otros polvos, la proporción en masa de la cantidad total de los otros polvos y el polvo lubricante a la cantidad de aglutinante es preferiblemente, como máximo, 0,9.

20 25 El aglutinante del recubrimiento lubricante sólido es un material que tiene la capacidad de formar una película. Puede ser una resina orgánica o un compuesto polimérico inorgánico. Como el aglutinante, puede usarse la misma clase de material que se usa para el material que constituye el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido superior, como se describe a continuación más completamente.

30 35 40 El espesor del recubrimiento lubricante sólido es preferiblemente de al menos 5  $\mu\text{m}$ . El polvo lubricante contenido en el recubrimiento lubricante sólido se dispersa por todas las superficies de contacto de una junta roscada cuando recibe una alta presión, de manera que puede presentar una resistencia a gripado excelente. Si el espesor del recubrimiento lubricante sólido es menor de 5  $\mu\text{m}$ , la cantidad absoluta del polvo lubricante presente sobre las superficies de contacto se hace demasiado pequeña para ejercer su efecto lubricante adecuadamente. Si el espesor del recubrimiento lubricante sólido supera los 40  $\mu\text{m}$ , la cantidad de tensado que se consigue por interferencia entre las rosas macho y hembra se hace inadecuada, conduciendo a una disminución en la hermeticidad. Si la presión aplicada durante el apretado aumenta para asegurar la hermeticidad, hay una preocupación de que los problemas tales como gripado y desprendimiento del recubrimiento ocurran más fácilmente. Sin embargo, dependiendo de la forma geométrica de las rosas, es posible hacer que el espesor del recubrimiento lubricante sólido sea mayor de 40  $\mu\text{m}$ . Desde el punto de vista de la economía y resistencia a gripado, un espesor más preferido del recubrimiento lubricante sólido es de al menos 10  $\mu\text{m}$  y, como máximo, 40  $\mu\text{m}$ .

## *Materiales para el aglutinante del recubrimiento lubricante sólido y el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido*

45 Se usa un material de formación de película tanto para el aglutinante del recubrimiento lubricante sólido como para el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido. Para cualquiera de ellos, puede usarse una resina orgánica o un compuesto polimérico inorgánico.

Una resina orgánica preferida es una que tiene resistencia térmica, una dureza adecuada y una resistencia a desgaste adecuada. Los ejemplos de dicha resina orgánica incluyen resinas termoestables tales como resinas epoxi, resinas de poliimida, resinas de poliamida-imida, resinas de policarbodiimida, polieteresulfonas, polieteretercetonas, resinas fenólicas, y resinas de furano, así como resinas de polietileno, resinas de silicona y fluororresinas.

50 Un recubrimiento lubricante sólido o un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido pueden formarse aplicando una composición de recubrimiento de resina (una solución o una dispersión de una resina o la propia resina en forma líquida) seguido de secado. En el caso del recubrimiento lubricante sólido, antes de la aplicación, se añade un polvo lubricante a la composición de recubrimiento de resina y se dispersa uniformemente en su interior.

55 60 65 Para aumentar la adhesión del recubrimiento lubricante sólido o el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido, la aplicación de una composición de recubrimiento de resina va seguida preferiblemente de estabilización térmica. La estabilización térmica se realiza preferiblemente a una temperatura de al menos 120°C y, más preferiblemente, 150-380°C. La duración del calentamiento es preferiblemente de al menos 30 minutos y, más preferiblemente, 30-60 minutos. La estabilización térmica puede realizarse después de formar el recubrimiento lubricante sólido y, de nuevo, después de formar el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido o puede realizarse sólo después de formar el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido.

Un compuesto polimérico inorgánico es un compuesto que tiene una estructura en la que los enlaces metal-oxígeno tales como Ti-O, Si-O, Zr-O, Mn-O, Ce-O, o Ba-O están reticulados tridimensionalmente. Dicho compuesto polimérico inorgánico puede formarse por hidrólisis y condensación de un compuesto metálico hidrolizable, tal como un alcóxido metálico o un cloruro metálico. Un compuesto metálico hidrolizable que contiene un grupo funcional tal como un grupo amina o epoxi como se exemplifica mediante un agente de acoplamiento de xilano o un agente de acoplamiento de titanato puede usarse también para formar el compuesto polimérico inorgánico.

## ES 2 336 596 T3

Cuando se usa un compuesto polimérico inorgánico, un recubrimiento lubricante sólido o un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido puede formarse por aplicación de una solución del compuesto metálico hidrolizable o un hidrolizado parcial del mismo en un disolvente, seguido de, si fuera necesario, un tratamiento de humidificación y/o calentamiento. Naturalmente, en el caso del recubrimiento lubricante sólido, un polvo lubricante se dispersa en la solución antes de la aplicación del mismo.

El tratamiento de humidificación puede realizarse para promover la hidrólisis del compuesto metálico hidrolizable. Puede realizarse permitiendo que el recubrimiento aplicado permanezca en el aire, preferiblemente en un aire humidificado que tiene una humedad relativa de al menos el 70%, durante un cierto periodo. Preferiblemente, el tratamiento de humidificación va seguido de calentamiento para acelerar la hidrólisis del compuesto metálico y la condensación del hidrolizado resultante y la descarga de los subproductos formados por hidrólisis (un alcohol cuando el compuesto metálico es un alcóxido metálico) y la condensación (agua), haciendo posible de esta manera formar un recubrimiento en un corto periodo de tiempo. Además, la adhesión del recubrimiento resultante se refuerza. El calentamiento se realiza preferiblemente después de la evaporación del disolvente que queda en el recubrimiento aplicado y la temperatura de calentamiento es preferiblemente una temperatura en el intervalo de 50-200°C, que está cerca del punto de ebullición del subproducto alcohol. El calentamiento en un horno de aire caliente es más eficaz.

### *Recubrimiento protector frente a la corrosión sólido*

El recubrimiento protector frente a la corrosión sólido es un recubrimiento no poroso que no contiene ninguna partícula sólida. Como el aglutinante del recubrimiento protector frente a la corrosión sólido, puede formarse a partir de un material de formación de película.

El recubrimiento protector frente a la corrosión sólido se forma preferiblemente básicamente a partir de una resina orgánica. También es posible formar el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido a partir de un compuesto polimérico inorgánico, pero un recubrimiento formado a partir de un compuesto polimérico inorgánico generalmente tiene una mayor tendencia a la formación de huecos que un recubrimiento de resina orgánica y es inferior respecto a propiedades para evitar la corrosión.

El recubrimiento protector frente a la corrosión sólido puede contener aditivos distintos de partículas sólidas. Por ejemplo, para proporcionar al recubrimiento propiedades aumentadas de protección frente a corrosión, puede añadirse sílice coloidal o cera a la composición de recubrimiento de resina que se usa para formar el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido.

Cuando el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido se forma sustancialmente totalmente o parcialmente de una resina orgánica, es preferible que al menos parte del aglutinante del recubrimiento lubricante sólido sea igual que la resina que se usa para el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido, de manera que la misma resina orgánica está presente en el aglutinante del recubrimiento lubricante sólido inferior y el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido superior. Como resultado, la adhesión del recubrimiento protector frente a la corrosión sólido al recubrimiento lubricante sólido aumenta notablemente y el efecto del recubrimiento protector frente a la corrosión sólido sobre la protección del recubrimiento lubricante sólido subyacente puede conseguirse más eficazmente.

El espesor del recubrimiento protector frente a la corrosión sólido es preferiblemente de al menos 5  $\mu\text{m}$ . Si el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido tiene un espesor de menos de 5  $\mu\text{m}$ , puede no proporcionar un efecto satisfactorio de evitar la corrosión. Si el espesor es mayor de 40  $\mu\text{m}$ , por la misma razón indicada con respecto al recubrimiento lubricante sólido, hay una preocupación de que ocurran problemas con respecto a hermeticidad, resistencia a gripado y adhesión del recubrimiento. Sin embargo, dependiendo de la forma geométrica de las roscas, es posible hacer que el espesor del recubrimiento sea mayor de 40  $\mu\text{m}$ .

Si el espesor total del recubrimiento lubricante sólido y el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido se hace demasiado grande, hay una preocupación de un efecto adverso particularmente sobre la hermeticidad y resistencia a gripado de manera que el espesor total de estas dos capas de recubrimiento es preferiblemente como máximo 60  $\mu\text{m}$  y más preferiblemente como máximo 50  $\mu\text{m}$ .

### *Partes sobre las que se forman los recubrimientos*

El recubrimiento lubricante sólido descrito anteriormente y el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido pueden formarse sobre las superficies de contacto de uno o ambos de la puntas y el casquillo. El objeto de la presente invención puede conseguirse adecuadamente incluso aunque estas dos capas de recubrimiento se formen sobre las superficies de contacto de sólo un miembro, de manera que es económico formar estas capas de recubrimiento sólo sobre un miembro de la punta y el casquillo. En este caso, el proceso de formar un recubrimiento sobre el casquillo es más fácil que sobre la punta.

Cuando se recubren las superficies de contacto de sólo un miembro de la punta y el casquillo con un recubrimiento lubricante sólido y un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido de acuerdo con la presente invención, las superficies de contacto del otro miembro en el que no se forman estas dos capas de recubrimiento (que es preferiblemente la punta y que se denomina a continuación como el otro miembro) pueden estar no recubiertas (desprotegidas) o recubiertas con uno o más recubrimientos distintos.

# ES 2 336 596 T3

En particular, cuando una tubería de acero y un acoplamiento se ensamblan conectándolos temporalmente en el momento del transporte como se muestra en la Figura 1, incluso aunque las superficies de contacto del otro miembro, tal como la punta, estén desprotegidas, las superficies de contacto de una punta a la que se conecta un casquillo están en contacto íntimo con los recubrimientos que se forman sobre las superficies de contacto del casquillo, y puede evitarse 5 también la oxidación de las superficies de contacto de la punta mediante los recubrimientos del casquillo.

Sin embargo, se instala un acoplamiento en una tubería de acero para OCTG sólo en un extremo del mismo, mientras que la punta en el otro extremo de la tubería y el casquillo en un lado del acoplamiento se exponen. Un protector se monta a menudo sobre la punta o casquillo expuestos para proteger las partes roscadas, aunque el protector 10 no evita el paso de aire o agua.

Por lo tanto, cuando un recubrimiento lubricante sólido y un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido de acuerdo con la presente invención se forman sólo sobre el casquillo, la punta en un extremo en la que no se instala un casquillo se expone al aire. En este caso, para conferir propiedades para evitar la corrosión o tanto propiedades para 15 evitar la corrosión como propiedades lubricantes a las superficies de contacto del otro miembro (es decir, la punta), las superficies de contacto del otro miembro pueden recubrirse con una o más capas de recubrimiento mediante un tratamiento superficial adecuado. Este recubrimiento puede ser un recubrimiento con secado o sin secado, siempre y cuando no sea dañino para el medio ambiente o los seres humanos.

El recubrimiento formado sobre las superficies de contacto del otro miembro puede ser cualquier recubrimiento 20 primario formado por el tratamiento superficial preparativo descrito anteriormente, que puede realizarse antes de la formación de un recubrimiento lubricante sólido de acuerdo con la presente invención. Específicamente, puede seleccionarse a partir de un recubrimiento poroso de cinc o de aleación de cinc formado por metalizado por impacto, 25 un recubrimiento de metal metalizado, un recubrimiento de conversión química tal como un recubrimiento de fosfato, oxalato o borato. Como alternativa, un recubrimiento para el otro miembro puede ser un recubrimiento cerámico inorgánico. Los ejemplos de un recubrimiento cerámico son un recubrimiento compuesto de un cerámico especial y un 30 metal especial tal como el Recubrimiento Tom suministrado por Tomoe Works Co., Ltd. y un Recubrimiento Raydent que es un recubrimiento metálico que tiene una capa laminada de partículas cerámicas ultrafinas suministrado por Raydent Industrial Co., Ltd. Otra opción para dicho recubrimiento es formar un recubrimiento protector frente a la 35 corrosión sólido como se ha descrito anteriormente directamente sobre las superficies de contacto del otro miembro. De estos recubrimientos, un recubrimiento poroso de cinc o de aleación de cinc, un recubrimiento metálico metalizado, y un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido tienen un buen efecto para evitar la corrosión, mientras que otros recubrimientos son altamente eficaces para mejorar las propiedades de deslizamiento.

Un recubrimiento de metal metalizado para protección frente a corrosión es preferiblemente uno que tiene altas 35 propiedades para evitar la corrosión tal como un recubrimiento metalizado de cinc, una aleación de cinc, níquel, cobre o una aleación de cobre-estaño. Los ejemplos de un recubrimiento de fosfato son un recubrimiento de fosfato de manganeso, un recubrimiento de fosfato de cinc, un recubrimiento de fosfato de cinc-calcio y un recubrimiento 40 de fosfato de cinc-hierro. Un recubrimiento de oxalato puede ser un recubrimiento de un oxalato metálico tal como oxalato de hierro ( $FeC_2O_4$ ) y/o oxalato de níquel ( $NiC_2O_4$ ) que se forman por inmersión en una solución acuosa de ácido oxálico ( $C_2H_2O_4$ ). Un recubrimiento de borato puede ser un recubrimiento de un borato metálico tal como borato potásico. El peso de recubrimiento de estos recubrimientos puede ser igual al usado convencionalmente para 45 estos recubrimientos y puede determinarse si se confieren adecuadamente propiedades para evitar la corrosión y/o propiedades lubricantes sin ser excesivo. Es posible formar dos o más capas de estos recubrimientos, tal como formar un recubrimiento de fosfato, un recubrimiento de oxalato o un recubrimiento de borato encima de un recubrimiento poroso de cinc o de aleación de cinc o un recubrimiento de metal metalizado.

Sobre las superficies de contacto del otro miembro, en lugar de formar el recubrimiento primario descrito anteriormente o un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido, es posible formar únicamente el mismo tipo de recubrimiento lubricante sólido (un recubrimiento que contiene un polvo lubricante en un aglutinante) como se usa 50 como una capa de recubrimiento inferior en la presente invención.

El espesor de un recubrimiento sobre el otro miembro está preferiblemente en el intervalo de 5-40  $\mu m$  por la misma razón indicada anteriormente. Para garantizar la durabilidad del recubrimiento lubricante sólido y el recubrimiento 55 protector frente a la corrosión sólido formado sobre el casquillo que entra en contacto con el otro miembro (punta), la rugosidad superficial  $R_{max}$  del otro miembro está preferiblemente en el intervalo de 1-10  $\mu m$ . Si la rugosidad superficial de las superficies de contacto del otro miembro (punta) es mayor de 10  $\mu m$ , hay posibilidad de que el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido o el recubrimiento lubricante sólido formado sobre el casquillo se dañen y desprendan de la punta en el momento de apretar y aflojar una junta roscada.

Cuando se forma un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido o un recubrimiento lubricante sólido 60 sobre las superficies de contacto del otro miembro, para mejorar la adhesión de estos recubrimientos, puede utilizarse cualquiera de los tratamientos superficiales preparativos descritos anteriormente para lograr la rugosidad superficial. En concreto, cualquier tratamiento para aumentar la rugosidad de las propias superficies de contacto tal como decapado o granallado, o el tratamiento para formar un recubrimiento primario con una superficie rugosa tal como metalizado 65 por impacto con cinc o aleación de cinc, metalizado con un metal, tratamiento de nitruración suave, metalizado con un metal compuesto, fosfatación, tratamiento con oxalato o tratamiento con borato pueden realizarse sobre las superficies de contacto del otro miembro antes de la formación de un recubrimiento protector sólido o un recubrimiento lubricante sólido. También es posible emplear dos o más tipos de tratamiento superficial preparativo secuencialmente.

## ES 2 336 596 T3

Como se ha descrito anteriormente, es preferible que la rugosidad superficial R<sub>max</sub> de las superficies de contacto del otro miembro sea de al menos 10 µm. El tratamiento superficial preparativo para lograr la rugosidad superficial de las superficies de contacto del otro miembro se controla preferiblemente para asegurar que dicha rugosidad superficial preferible se obtiene después de que el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido o el recubrimiento lubricante sólido se formen sobre estas superficies.

### Ejemplos

Los siguientes ejemplos pretenden ilustrar la presente invención y no pretenden limitar la invención de ninguna manera. En los ejemplos, las superficies de contacto que incluyen la parte roscada macho y la parte de contacto de metal a metal no roscada de la punta se denominarán "superficies de punta" y las superficies de contacto que incluyen la parte roscada hembra y la parte de contacto de metal a metal no roscada del casquillo se denominarán "superficies de casquillo".

Las juntas roscadas (diámetro externo; 17,78 cm (=7 pulgadas), espesor de la pared: 1,036 cm (=0,408 pulgadas)) para OCTG se produjeron a partir de un acero al carbono A, un acero de Cr-Mo B, un acero al 13% de Cr C y un acero de alta aleación de carbono D, cada uno de los cuales tiene la composición mostrada en la Tabla 1.

Las superficies de punta y casquillo de cada junta roscada se sometieron por separado a un tratamiento superficial preparativo y después a uno o dos tipos de tratamiento superficial, cada uno para formar un recubrimiento como se muestra en la Tabla 2 y como se describe posteriormente para cada ejemplo. Cuando sólo se forma un recubrimiento, el recubrimiento se indica en la columna de la capa más externa en la Tabla 2. Cuando se formaron dos tipos de recubrimiento, el primer y el segundo recubrimientos se indican en las columnas de la capa intermedia y de la capa más externa, respectivamente, en la Tabla 2. Los ejemplos de acuerdo con la presente invención, las capas intermedias y externas son un recubrimiento lubricante sólido y una capa protectora frente a la corrosión sólida.

En todos los ejemplos, cada uno del recubrimiento lubricante sólido y el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido se formó mediante un recubrimiento de pulverización de aire seguido de una estabilización térmica que se realizó calentando a una temperatura que superaba los 100°C durante 30 minutos. En algunos ejemplos, para evaluar la resistencia a corrosión cuando se expone a agua condensada y agua de lluvia, una vez finalizado el tratamiento superficial, las superficies de casquillo se sometieron a un ensayo de pulverización de sal especificado en JIS Z2371 durante 100 horas.

Posteriormente, las superficies de casquillo se observaron y se realizó entonces un ensayo de apretado y aflojado sobre la junta roscada.

En los otros ejemplos, para simular las condiciones durante el almacenamiento del OCTG, una vez finalizado el tratamiento superficial, un aceite para evitar la oxidación disponible en el mercado se aplicó a las superficies de punta y a las superficies de casquillo de cada junta roscada y la junta se dejó durante una semana. Posteriormente, el aceite para evitar la oxidación sobre la superficie se limpió y después de observar las superficies de casquillo, se realizó un ensayo de apretado y aflojado sobre la junta roscada.

El apretado se realizó a una velocidad de apretado de 10 rpm con un par de torsión de apretado de 14 kN·m y se investigó la aparición de agarrotamiento o gripado de las superficies de contacto de la punta y el casquillo después del aflojado. Cuando los daños debidos al agarrotamiento que ocurría durante el apretado eran leves, era posible reanudar el apretado después de la reparación, la reparación se realizó y el apretado y aflojado continuaron. Cuando ocurrió un agarrotamiento o gripado grave irreparable, el ensayo se terminó.

Los resultados se muestran en la Tabla 3.

TABLA 1

% masa, equilibrio: Fe e impurezas inevitables

Tipo de Acero	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

ES 2 336 596 T3

TABLA 2

Nº	Tratamiento preparativo	Punta		Tratamiento preparativo	Casquillo		Condición Aplicada*
		Capa intermedia	Capa más externa		Capa intermedia	Capa más externa	
Ejemplo 1	1. Rectificado de acabado (R=3)	Ninguna	CP	Resina epoxi (t=20)	1. Rectificado de acabado (R=3) 2. Fosfato de Mn (R=10) (t=15)	LU (M=0,6) Polvo de Cu (N=0,2) (t=30)	Resina epoxi Grafito (t=20)
	2. Fosfato de Zn (R=10) (t=15)						Resina epoxi (t=20)
Ejemplo 2	1. Rectificado de acabado (R=3)	Ninguna	CP	Resina epoxi (t=20)	1. Rectificado de acabado (R=3) 2. Fosfato de Mn (R=10) (t=15)	LU (M=0,6) Polvo de Cu (N=0,2) (t=30)	Resina epoxi Grafito (t=20)
	2. Fosfato de Zn (R=10) (t=15)						Resina epoxi (t=20)
Ejemplo 3	1. Rectificado de acabado (R=3)	Ninguna	LU	Resina de furano Disulfuro de Mo (M=0,3) (t=20)	1. Rectificado de acabado (R=3) 2. Decapado (R=10)	LU Mo (M=0,7) (t=30)	Resina epoxi Disulfuro de Mo (M=0,7) (t=30)
	2. Decapado (R=10)						Resina epoxi (t=20)

# ES 2 336 596 T3

Nº	Punta			Casquillo			Condición Aplicada*
	Tratamiento preparativo	Capa intermedia	Capa más externa	Tratamiento preparativo	Capa intermedia	Capa más externa	
Ejemplo 4	Granallado con arena (R=10)	Ninguna	LU	Resina de furano Disulfuro de Mo (M=0,3) (t=20)	1. Rectificado de acabado (R=3) 2. Metalizado por impacto con Zn (t=7)	Resina epoxi Disulfuro de Mo (M=0,7) (t=30)	Resina epoxi (t=20)
Ejemplo 5	Granallado con arena (R=10)	Ninguna	CP	Resina epoxi (t=20)	1. Rectificado de acabado (R=3) 2. Metalizado por impacto con Zn (t=7)	Resina epoxi Disulfuro de Mo (M=0,7) (t=30)	Resina epoxi (t=20)
Ejemplo 6	Granallado con arena (R=10)	Ninguna	LU	Resina de furano Disulfuro de Mo (M=0,3) (t=20)	1. Rectificado de acabado (R=3) 2. Metalizado por impacto con Zn (t=7)	Grafito (M=0,6) Polvo de Cu (N=0,2) (t=30)	Resina epoxi (t=20)

CP= Recubrimiento protector frente a la corrosión; LU=Recubrimiento lubricante; \*Condición aplicada antes del apretado y aflojado (continúa)

5  
10  
15  
20  
25  
30  
35  
40  
45  
50  
55  
60  
65

## ES 2 336 596 T3

TABLA 2 (continuación)

Nº	Punta			Casquillo			Condición Aplicada*
	Tratamiento preparativo	Capa intermedia	Capa más externa	Tratamiento preparativo	Capa intermedia	Capa más externa	
Ejemplo Comp. 1	Rectificado de acabado (R=3)	Ninguna	Ninguna	1. Rectificado de acabado (R=3) 2. Fosfato de Mn (R=10) (t=15)	Ninguna	Grasa compuesta especificada por el Boletín API 5A2**	Aceite para evitar la oxidación
	1. Rectificado de acabado (R=3) 2. Fosfato de Zn (R=10) (t=15)	Ninguna	CP (t=20)	Resina epoxi (t=20)	CP (t=20)	Resina epoxi Grafito (M=0,6) Polvo de Cu (N=0,2) (t=30)	Pulverización de sal A
Ejemplo Comp. 2	Rectificado de acabado (R=3)	Ninguna	Ninguna	1. Rectificado de acabado (R=3) 2. Fosfato de Mn (R=10) (t=15)	Ninguna	Resina de poliamidaimida Disulfuro de Mo (M=1) (t=25)	Aceite para evitar la oxidación B
	Rectificado de acabado (R=3)	Ninguna	Ninguna	1. Rectificado de acabado (R=3) 2. Fosfato de Mn (R=10) (t=15)	Ninguna	Resina epoxi Grafito (M=1) (t=15)	Aceite para evitar la oxidación B
Ejemplo Comp. 3	1. Rectificado de acabado (R=3) 2. Fosfato de Zn (R=10) (t=15)	Ninguna	Ninguna	1. Rectificado de acabado (R=3) 2. Fosfato de Mn (R=10) (t=15)	Ninguna	Resina epoxi Grafito (M=1) (t=15)	Aceite para evitar la oxidación B

# ES 2 336 596 T3

5  
 10  
 15  
 20  
 25  
 30  
 35  
 40  
 45  
 50  
 55  
 60  
 65

Nº	Punta			Casquillo			Condición Aplicada*
	Tratamiento preparativo	Capa intermedia	Capa más externa	Tratamiento preparativo	Capa intermedia	Capa más externa	
Ejemplo Comp. 5	1. Rectificado de acabado (R=3) 2. Fosfato de Zn (R=10) (t=15)	Ninguna	Ninguna	1. Rectificado de acabado (R=3) 2. Fosfato de Mn (R=10) (t=15)	CP (t=20)	Resina epoxi (t=20) LU	Resina de poliamidaimida Disulfuro de Mo (M=1) (t=25) B

(Notas) R = rugosidad superficial  $R_{max}$  ( $\mu m$ ); t = espesor del recubrimiento ( $\mu m$ ); CP = Recubrimiento protector frente a la corrosión; LU = Recubrimiento lubricante;  
 M = proporción en masa de polvo lubricante a aglutinante de resina; N = proporción en masa de polvo de cobre a polvo lubricante.

\*Condición aplicada antes del ensayo de apretado y aflojado.

\*\*La grasa compuesta contiene metales pesados tales como plomo y es dañina para seres humanos y el medio ambiente.

## ES 2 336 596 T3

TABLA 3

Nº	Aspecto de la superficie del Casquillo antes del apretado	Resultado en cada ciclo del ensayo de apretado y aflojado*									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ejemplo 1	Sin cambios	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Ejemplo 2	Sin cambios	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Ejemplo 3	Sin cambios	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Ejemplo 4	Sin cambios	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Δ
Ejemplo 5	Sin cambios	O	O	O	O	O	O	O	O	O	Δ
Ejemplo 6	Sin cambios	O	O	O	O	O	O	O	Δ	Δ	Δ
Ejemplo Comparativo 1	-	O	O	O	O	O	O	O	O	Δ	Δ
Ejemplo Comparativo 2	Pátina formada sobre la superficie	O	O	O	O	O	Δ	Δ	X	-	-
Ejemplo Comparativo 3	Sin cambios	O	O	O	Δ	Δ	X	-	-	-	-
Ejemplo Comparativo 4	Sin cambios	O	Δ	X	-	-	-	-	-	-	-
Ejemplo Comparativo 5	Sin cambios	O	O	O	Δ	Δ	X	-	-	-	-

\*O: Sin aparición de agarrotamiento y gripado;

Δ: Ocurrió un ligero agarrotamiento pero el re-apretado fue posible después de la reparación;

X: Ocurrió gripado y la reparación no fue posible.

## Ejemplo 1

Las superficies de punta y casquillo de una junta roscada de acero al carbono que tenía la composición A mostrada en la Tabla 1 se sometieron por separado al siguiente tratamiento superficial.

Las superficies de casquillo que se habían acabado por rectificado mecánico (rugosidad superficial de 3 µm) se sumergieron durante 10 minutos en una solución de fosfatación de manganeso (una solución de fosfatación de tipo fosfato de manganeso) a 80-95°C para un tratamiento superficial preparativo para formar un recubrimiento primario que era un recubrimiento de fosfato de manganeso con un espesor de 15 µm. Sobre el recubrimiento primario, se formó un recubrimiento lubricante sólido con un espesor de 30 µm a partir de una resina epoxi que contenía polvo de grafito con un diámetro de partícula medio de 10 µm y un polvo escamoso de cobre con una longitud máxima de 15 µm. La proporción en masa de grafito a resina epoxi (M en la Tabla 2) en el recubrimiento lubricante sólido era de 0,6:1 y la proporción en masa de polvo de cobre a grafito (N en la Tabla 2) en su interior era de 0,2:1. Un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido formado únicamente de una resina epoxi se formó a un espesor de 20 µm encima del recubrimiento lubricante sólido.

Las superficies de punta que se habían acabado por rectificado mecánico (rugosidad superficial de 3 µm) se sumergieron durante 10 minutos en una solución de fosfatación de cinc (una solución de fosfatación de tipo fosfato de cinc) a 75-85°C para un tratamiento superficial preparativo para formar un recubrimiento primario que era un recubrimiento

## ES 2 336 596 T3

de fosfato de cinc con un espesor de  $15 \mu\text{m}$ . Un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido que tenía un espesor de  $20 \mu\text{m}$  y que consistía únicamente en una resina epoxi se formó después directamente encima del recubrimiento primario.

- 5 Tras la observación de las superficies de casquillo a las que el aceite para evitar la oxidación se había aplicado y después limpiado, no se encontró ningún cambio en el aspecto superficial. En el ensayo de apretado y aflojado, como se muestra en la Tabla 3, no hubo aparición de agarrotamiento o gripado durante 10 ciclos de apretado y aflojado y los resultados fueron extremadamente buenos.

### 10 Ejemplo 2

Las superficies de punta y casquillo de una junta roscada de acero al carbono que tenía la composición A mostrada en la Tabla 1 se sometieron por separado a un tratamiento superficial exactamente de la misma manera descrita en el 15 Ejemplo 1.

De esta manera, las superficies de casquillo tenían un recubrimiento de fosfato de manganeso más interno, un recubrimiento lubricante sólido intermedio que contenía polvo de grafito y polvo de cobre en una resina epoxi y un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido más externo de una resina epoxi. Las superficies de punta tenían 20 un recubrimiento de fosfato de cinc inferior y un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido superior de una resina epoxi.

Las superficies de casquillo se expusieron al ensayo de pulverización de sal. Tras la observación de las superficies de casquillo después del ensayo de pulverización de sal durante 10 horas, no se encontró ningún cambio en el 25 aspecto de la superficie. En el ensayo de apretado y aflojado, como se muestra en la Tabla 3, no hubo aparición de agarrotamiento o gripado durante 10 ciclos de apretado y aflojado, y los resultados fueron extremadamente buenos.

### 30 Ejemplo 3

Las superficies de punta y casquillo de una junta roscada hecha de acero de Cr-Mo que tenía la composición B de la Tabla 1 se sometieron por separado al siguiente tratamiento superficial.

Las superficies de casquillo que se habían acabado por rectificado mecánico (rugosidad superficial de  $3 \mu\text{m}$ ) se 35 sometieron a decapado para un tratamiento superficial preparativo para obtener una rugosidad superficial de  $10 \mu\text{m}$ . Sobre las superficies de casquillo que se habían tratado de esta manera, se formó un recubrimiento lubricante sólido con un espesor de  $30 \mu\text{m}$  a partir de una resina epoxi que contenía polvo de disulfuro de molibdeno con un diámetro de partícula medio de  $5 \mu\text{m}$ . La proporción en masa M de disulfuro de molibdeno a resina epoxi en el recubrimiento lubricante sólido era de 0,7:1. Un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido formado únicamente de resina 40 epoxi se formó a un espesor de  $20 \mu\text{m}$  encima de este recubrimiento lubricante sólido.

Las superficies de punta que se habían acabado por rectificado mecánico (rugosidad superficial de  $3 \mu\text{m}$ ) se sometieron a decapado para el tratamiento superficial preparativo para obtener una rugosidad superficial de  $10 \mu\text{m}$ . Sobre las superficies de punta que se habían tratado de esta manera, se formó un recubrimiento lubricante sólido con un 45 espesor de  $20 \mu\text{m}$  a partir de una resina de furano que contenía polvo de disulfuro de molibdeno con un diámetro de partícula medio de  $5 \mu\text{m}$ . La proporción en masa M de disulfuro de molibdeno a resina de furano en el recubrimiento lubricante sólido era de 0,3:1. No se formó un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido formado únicamente de resina epoxi sobre las mismas.

50 Tras la observación de las superficies de casquillo a las que el aceite para evitar la corrosión se había aplicado y después limpiado, no se encontró ningún cambio en el aspecto de la superficie. En el ensayo de apretado y aflojado como se muestra en la Tabla 3, no hubo aparición de agarrotamiento o gripado durante 10 ciclos de apretado y aflojado y los resultados fueron extremadamente buenos.

### 55 Ejemplo 4

Las superficies de punta y casquillo de una junta roscada hecha de acero de alta aleación que tenía la composición D mostrada en la Tabla 1 se sometieron por separado al siguiente tratamiento superficial.

60 Las superficies de casquillo que se habían acabado por rectificado mecánico (rugosidad superficial de  $3 \mu\text{m}$ ) se sometieron, como un tratamiento superficial preparativo, a un metalizado por granallado usando partículas que tenían un núcleo de hierro recubierto con cinc para formar un recubrimiento de cinc poroso que tenía un espesor de  $7 \mu\text{m}$ . Sobre el recubrimiento primario resultante, se formó un recubrimiento lubricante sólido que tenía un espesor de  $30 \mu\text{m}$  a partir de una resina epoxi que contenía polvo de disulfuro de molibdeno con un diámetro de partícula medio de  $5 \mu\text{m}$ . La proporción en masa M de disulfuro de molibdeno a resina epoxi en el recubrimiento lubricante sólido era de 0,7:1. Un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido que consistía únicamente en una resina epoxi y que tenía un espesor de  $20 \mu\text{m}$  se formó encima de este recubrimiento lubricante sólido.

## ES 2 336 596 T3

A las superficies de punta se les dio una rugosidad superficial de  $10 \mu\text{m}$  mediante granallado con arena, usando arena del N° 80 y un recubrimiento lubricante sólido con un espesor de  $20 \mu\text{m}$  se formó sobre estas superficies a partir de una resina de furano que contenía polvo de disulfuro de molibdeno con un diámetro de partícula medio de  $5 \mu\text{m}$ . La proporción en masa M de disulfuro de molibdeno a resina de furano en el recubrimiento lubricante sólido era de 5 0,3:1.

Tras la observación de las superficies de casquillo a las que el aceite para evitar la oxidación se había aplicado y después limpiado, no se encontró ningún cambio en el aspecto de la superficie. En el ensayo de apretado y aflojado como se muestra en la Tabla 3, durante 10 ciclos de apretado y aflojado, ocurrió un ligero agarrotamiento al completarse el décimo ciclo, pero fue posible continuar su uso realizando una reparación. Este resultado no supone ningún problema con respecto a la resistencia a gripado.

### Ejemplo 5

Las superficies de punta y casquillo de una junta roscada hecha de acero 13Cr que tenía la composición C mostrada en la Tabla 1 se sometieron por separado al siguiente tratamiento superficial.

Las superficies de casquillo que se habían acabado por rectificado mecánico (rugosidad superficial de  $3 \mu\text{m}$ ) se trataron superficialmente exactamente de la misma manera que la descrita en el Ejemplo 4. De esta manera, un recubrimiento de cinc poroso formado por metalizado por granallado, un recubrimiento lubricante sólido que contenía polvo de disulfuro de molibdeno en una resina epoxi y un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido de una resina epoxi se formaron secuencialmente sobre las superficies de casquillo.

A las superficies de punta se les dio una rugosidad superficial de  $10 \mu\text{m}$  mediante granallado con arena, usando arena del N° 80 y un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido que tenía un espesor de  $20 \mu\text{m}$  y que consistía únicamente en una resina epoxi se formó sobre estas superficies.

Tras la observación de las superficies de casquillo a las que el aceite para evitar la corrosión se había aplicado y después lavado, no se encontró ningún cambio en el aspecto de la superficie. En el ensayo de apretado y aflojado como se muestra en la Tabla 3, durante 10 ciclos de apretado y aflojado, ocurrió un ligero agarrotamiento al completarse el décimo ciclo, pero era posible continuar el uso realizando una reparación. Este resultado no supone absolutamente ningún problema desde el punto de vista de resistencia al gripado.

### Ejemplo 6

Las superficies de punta y casquillo de una junta roscada hechas de acero 13Cr que tenía la composición C mostrada en la Tabla 1 se sometieron por separado al siguiente tratamiento superficial.

Las superficies de casquillo que se habían acabado por rectificado mecánico (rugosidad superficial de  $3 \mu\text{m}$ ) se sometieron a un tratamiento superficial preparativo mediante metalizado por granallado usando partículas que tenían un núcleo de hierro recubierto con cinc para formar un recubrimiento poroso de cinc que tenía un espesor de  $7 \mu\text{m}$ . Sobre el recubrimiento primario resultante, se formó un recubrimiento lubricante sólido con un espesor de  $30 \mu\text{m}$  y que contenía polvo de grafito con un diámetro de partícula medio de  $10 \mu\text{m}$  y polvo escamoso de cobre con una longitud máxima de  $15 \mu\text{m}$  en una resina epoxi. La proporción en masa M de grafito a resina epoxi en el recubrimiento lubricante sólido era de 0,6:1 y la proporción en masa N de polvo de cobre a grafito en su interior era de 0,2:1. Un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido con un espesor de  $20 \mu\text{m}$  y que consistía únicamente en una resina epoxi se formó encima de este recubrimiento lubricante sólido.

A las superficies de punta se les dio una rugosidad superficial de  $10 \mu\text{m}$  por granallado con arena, usando arena del N° 80 y después se formó un recubrimiento lubricante sólido con un espesor de  $20 \mu\text{m}$  y que contenía polvo de disulfuro de molibdeno en una resina de furano con un diámetro de partícula medio de  $5 \mu\text{m}$  sobre estas superficies. La proporción en masa M de disulfuro de molibdeno a resina de furano en el recubrimiento lubricante sólido era de 0,3:1.

Tras la observación de las superficies de casquillo a las que el aceite para evitar la oxidación se había aplicado y limpiado, no se encontró un cambio en el aspecto de la superficie. En el ensayo de apretado y aflojado, como se muestra en la Tabla 3, durante 10 ciclos de apretado y aflojado, ocurrió un ligero agarrotamiento a partir del octavo ciclo, pero con reparación, el apretado y el aflojado podían realizarse durante hasta diez ciclos. Este resultado no presenta problemas con respecto a la resistencia a gripado.

### Ejemplo Comparativo 1

Las superficies de punta y casquillo de una junta roscada de acero al carbono que tenía la composición A mostrada en la Tabla 1 se sometieron por separado al siguiente tratamiento superficial.

## ES 2 336 596 T3

Las superficies de casquillo que se habían acabado por rectificado mecánico (rugosidad superficial de 3 µm) se sumergieron durante 10 minutos en una solución de fosfatación de manganeso a 80-95°C para el tratamiento superficial preparativo para formar un recubrimiento de fosfato de manganeso con un espesor de 15 µm. después se aplicó como lubricante una grasa compuesta que satisfacía las normas API.

5 Las superficies de punta que se habían acabado por rectificado mecánico (rugosidad superficial de 3 µm) permanecieron tal cual sin un tratamiento superficial adicional.

10 En el ensayo de apretado y aflojado, como se muestra en la Tabla 3, durante 10 ciclos de apretado y aflojado, no hubo aparición de agarrotamiento o gripado hasta el octavo ciclo. Aunque ocurrió un ligero agarrotamiento en el noveno ciclo, se realizó una reparación, y el apretado y aflojado pudieron realizarse hasta diez ciclos. De esta manera, en este ejemplo, se obtuvo una resistencia a gripado considerablemente buena aunque debe entenderse que el uso de una grasa compuesta que contiene una gran cantidad de metales pesados incluyendo plomo es dañino para los seres humanos y el medio ambiente.

15

### Ejemplo Comparativo 2

20 Las superficies de punta y casquillo de una junta roscada de acero al carbono que tenía la composición A mostrada en la Tabla 1 se sometieron por separado al mismo tratamiento superficial como se describe en el Ejemplo 1, excepto que el orden de formación del recubrimiento y lubricante sólido y el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido para dar superficies de casquillo se invirtió como se describe a continuación.

25 De esta manera, las superficies de casquillo que se habían acabado por rectificado mecánico (rugosidad superficial de 3 µm) se sumergieron durante 10 minutos en una solución de fosfatación de manganeso a 80-95°C para un tratamiento superficial preparativo para formar un recubrimiento de fosfato de manganeso con un espesor de 15 µm. Sobre el recubrimiento primario resultante, un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido formado únicamente de una resina epoxi se formó a un espesor de 20 µm como una capa intermedia. Sobre esta capa, un recubrimiento lubricante sólido con un espesor de 30 µm se formó a partir de una resina epoxi que contenía polvo de grafito con un diámetro de partícula medio de 10 µm y un polvo escamoso de cobre con una longitud máxima de 15 µm. La proporción en masa M de grafito a resina epoxi en el recubrimiento lubricante sólido era de 0,6:1 y la proporción en masa N de polvo de cobre a grafito en su interior era de 0,2:1. La estructura de estos recubrimientos era similar a la propuesta en el documento WO 2004/033951 en que tenía un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido inferior y un recubrimiento lubricante sólido superior.

35

Las superficies de punta que se habían acabado por rectificado mecánico (rugosidad superficial de 3 µm) se sometieron a un tratamiento superficial exactamente de la misma manera que la descrita en el Ejemplo 1 y tenían un recubrimiento de fosfato de cinc inferior con un espesor de 15 µm y recubrimiento protector frente a la corrosión sólido superior que tenía un espesor de 20 µm que consistía únicamente en una resina epoxi.

40

Las superficies de casquillo se expusieron al ensayo de pulverización de sal durante 100 horas. Tras la observación de las superficies de casquillo después del ensayo de pulverización de sal, la aparición de pátina (verde gris) se encontró sobre las superficies de casquillo. Se cree que la pátina se formó por reacción del polvo de cobre contenido en el recubrimiento lubricante sólido, que era la capa más externa de este ejemplo, con el oxígeno del aire en una atmósfera húmeda dada por el ensayo de pulverización de sal.

45

En el ensayo de apretado y aflojado, como se muestra en la Tabla 3, durante 10 ciclos de apretado y aflojado, no hubo aparición de agarrotamiento o gripado hasta el quinto ciclo, aunque ocurrió un ligero agarrotamiento en el sexto ciclo. Despues de realizar la reparación, se continuó el apretado y aflojado hasta el séptimo ciclo, pero ocurrió un agarrotamiento o gripado grave en el octavo ciclo.

### Ejemplo Comparativo 3

55 Las superficies de punta y casquillo de una junta roscada hecha de acero de Cr-Mo que tenía la composición B en la Tabla 1 se sometieron por separado al siguiente tratamiento superficial.

60 Las superficies de casquillo que se habían acabado por rectificado mecánico (rugosidad superficial de 3 µm) se sumergieron durante 10 minutos en una solución de fosfatación de manganeso a 80-95°C para un tratamiento superficial preparativo para formar un recubrimiento de fosfato de manganeso con un espesor de 15 µm. Sobre el recubrimiento primario resultante, se formó un recubrimiento lubricante sólido que tenía un espesor de 25 µm y que contenía polvo de disulfuro de molibdeno con un diámetro de partícula medio de 5 µm en una resina de poliamida-imida. La proporción en masa M de disulfuro de molibdeno a resina de poliamida-imida en el recubrimiento lubricante sólido era de 1:1. No se formó recubrimiento protector frente a la corrosión sólido sobre las mismas.

65

Las superficies de punta que se habían acabado por rectificado mecánico (rugosidad superficial de 3 µm) permanecieron tal cual sin un tratamiento superficial adicional.

## ES 2 336 596 T3

Tras la observación de las superficies de casquillo a las que el aceite para evitar la corrosión se había aplicado y después limpiado, no se encontró ningún cambio en el aspecto de la superficie. En el ensayo de apretado y aflojado, como se muestra en la Tabla 3, durante 10 ciclos de apretado y aflojado, no hubo aparición de agarrotamiento o gripado hasta el tercer ciclo, pero ocurrió un ligero agarrotamiento en el cuarto ciclo. Después de realizar la reparación, el apretado y aflojado continuaron hasta el quinto ciclo, pero ocurrió un agarrotamiento o gripado grave en el sexto ciclo.

### 5 Ejemplo Comparativo 4

10 Las superficies de punta y casquillo de una junta roscada hecha de acero de Cr-Mo que tenía la composición B de la Tabla 1 se sometieron por separado al siguiente tratamiento superficial.

15 Las superficies de casquillo que se habían acabado mediante rectificado mecánico (rugosidad superficial de 3  $\mu\text{m}$ ) se sumergieron durante 10 minutos en una solución de fosfatación de manganeso a 80-95°C para formar un recubrimiento de fosfato de manganeso con un espesor de 15  $\mu\text{m}$ . Sobre el recubrimiento primario resultante, se formó un recubrimiento lubricante sólido con un espesor de 15  $\mu\text{m}$  y que contenía polvo de grafito con un diámetro de partícula medio de 10  $\mu\text{m}$  en una resina epoxi. La proporción en masa M de grafito a resina epoxi en el recubrimiento lubricante sólido era de 1:1. No se formó un recubrimiento protector frente a la corrosión sobre las mismas.

20 Las superficies de punta que se habían acabado mediante rectificado mecánico (rugosidad superficial de 3  $\mu\text{m}$ ) se sumergieron durante 10 minutos en una solución de fosfatación de cinc a 75-85°C para el tratamiento superficial preparativo para formar un recubrimiento de fosfato de cinc con un espesor de 15  $\mu\text{m}$ .

25 Tras la observación de las superficies de casquillo a las que el aceite para evitar la oxidación se había aplicado y después limpiado, no se encontró ningún cambio en el aspecto de la superficie. En el ensayo de apretado y aflojado, como se muestra en la Tabla 3, durante 10 ciclos de apretado y aflojado, no ocurrió agarrotamiento o gripado en el primer ciclo, pero ocurrió un ligero agarrotamiento en el segundo ciclo. Después de realizar la reparación, continuaron el apretado y aflojado, pero ocurrió un agarrotamiento o gripado grave en el tercer ciclo.

### 30 Ejemplo Comparativo 5

Las superficies de punta y casquillo de una junta roscada hecha de acero Cr-Mo que tenía la composición B mostrada en la Tabla 1 se sometieron por separado al siguiente tratamiento superficial.

35 Las superficies de casquillo que se habían acabado por rectificado mecánico (rugosidad superficial de 3  $\mu\text{m}$ ) se sumergieron durante 10 minutos en una solución de fosfatación de manganeso a 80-95°C para un tratamiento superficial preparativo para formar un recubrimiento de fosfato de manganeso con un espesor de 15  $\mu\text{m}$ . Sobre el recubrimiento primario resultante, se formó un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido con un espesor de 20  $\mu\text{m}$  hecho únicamente a partir de una resina epoxi. Sobre el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido, se formó un recubrimiento lubricante sólido que tenía un espesor de 25  $\mu\text{m}$  y hecho a partir de una resina de poliamida-imida que contenía polvo de disulfuro de molibdeno con un diámetro de partícula medio de 50  $\mu\text{m}$ . La proporción en masa M de disulfuro de molibdeno a resina de poliamida-imida en el recubrimiento lubricante sólido era de 1:1. La estructura de estos recubrimientos que tenían un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido inferior y un recubrimiento lubricante sólido superior es la misma que la propuesta en el documento WO 2004/033951.

40 Las superficies de punta que se habían acabado por rectificado mecánico (rugosidad superficial de 3  $\mu\text{m}$ ) se sumergieron durante 10 minutos en una solución de fosfatación de cinc a 75-85°C para un tratamiento superficial preparativo para formar un recubrimiento de fosfato de cinc con un espesor de 15  $\mu\text{m}$ .

45 Tras la observación de las superficies de casquillo a las que el aceite para evitar la oxidación se había aplicado y después limpiado, no se encontró ningún cambio en el aspecto de la superficie. En el ensayo de apretado y aflojado, como se muestra en la Tabla 3, durante 10 ciclos de apretado y aflojado, no ocurrió agarrotamiento o gripado hasta el tercer ciclo, pero ocurrió un ligero agarrotamiento en el cuarto ciclo. Después de realizar la reparación, el apretado y aflojado continuó hasta el quinto ciclo, pero ocurrió un agarrotamiento o gripado grave en el sexto ciclo.

50 La presente invención se ha explicado con respecto a realizaciones que se consideran preferidas actualmente, aunque la presente invención no se limita a las realizaciones descritas anteriormente. Debe entenderse que pueden hacerse modificaciones y variaciones dentro de un intervalo que no sea contrario al concepto técnico de esta invención, 55 que puedan quedar abarcadas en las reivindicaciones adjuntas y la memoria descriptiva global y que una junta roscada para tuberías de acero que incluye dicha modificación o variación se incluya dentro del alcance técnico de la presente invención.

# ES 2 336 596 T3

## REIVINDICACIONES

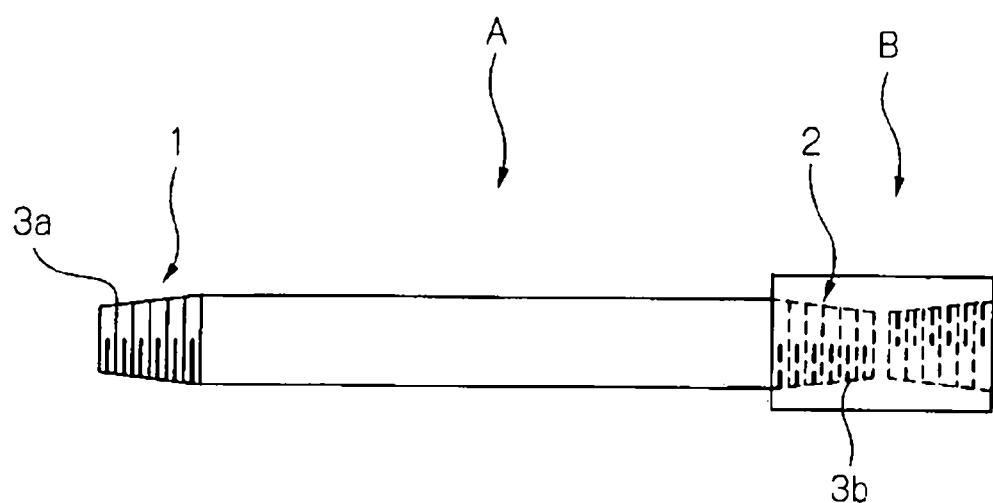
- 5        1. Una junta roscada para tuberías de acero (A) que comprende una punta (1) y un casquillo (2) que tiene superficies de contacto respectivas que entran en contacto entre sí cuando la junta se aprieta, en la que las superficies de contacto de al menos uno de la punta y el casquillo están recubiertas con un recubrimiento lubricante sólido (31a, 31b) que comprende un polvo lubricante sólido y un aglutinante y con un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido (32a, 32b) que no contiene partículas sólidas formado encima del recubrimiento lubricante sólido, **caracterizado** por qué el recubrimiento protector frente a la corrosión es un recubrimiento protector frente a la corrosión sólido.
- 10      2. Una junta roscada para tuberías de acero (A) como se indica en la reivindicación 1 en la que el recubrimiento lubricante sólido (31a, 31b) se forma sobre las superficies de contacto que se han sometido a un tratamiento superficial preparativo seleccionado entre decapado, granallado, metalizado por impacto con cinc o una aleación de cinc, metalizado con un metal, nitruración suave, metalizado con un metal compuesto, fosfatación, tratamiento con oxalato y tratamiento con borato.
- 15      3. Una junta roscada para tuberías de acero (A) como se indica en la reivindicación 1 ó 2 en la que las superficies de contacto del casquillo (2) están recubiertas con el recubrimiento lubricante sólido (31a, 31b) y el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido (32a, 32b).
- 20      4. Una junta roscada para tuberías de acero (A) como se indica en la reivindicación 1 ó 2 en la que las superficies de contacto de un miembro de la punta (1) y el casquillo (2) están recubiertas con el recubrimiento lubricante sólido (31a, 31b) y el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido (32a, 32b) y las superficies de contacto del otro miembro están recubiertas con al menos una capa de un recubrimiento seleccionado entre un recubrimiento de cinc o una aleación de cinc, un recubrimiento metalizado con un metal, un recubrimiento de fosfato, un recubrimiento de oxalato, un recubrimiento de borato y cualquiera del recubrimiento lubricante sólido o el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido.
- 25      5. Una junta roscada para tuberías de acero (A) como se indica en la reivindicación 1 ó 2 en la que las superficies de contacto de un miembro de la punta (1) y el casquillo (2) están recubiertas con el recubrimiento lubricante sólido (31a, 31b) y el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido (32a, 32b) y las superficies de contacto del otro miembro se someten a un tratamiento superficial preparativo seleccionado entre decapado, granallado, metalizado por impacto con cinc o una aleación de cinc, metalizado con un metal, nitruración suave, metalizado con un metal compuesto, fosfatación, tratamiento con oxalato y tratamiento con borato y después se recubren con el recubrimiento lubricante sólido o el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido.
- 30      6. Una junta roscada para tuberías de acero (A) como se indica en una cualquiera de las reivindicaciones 1-5 en la que el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido (32a, 32b) consiste básicamente en una resina orgánica.
- 35      7. Una junta roscada para tuberías de acero (A) como se indica en una cualquiera de las reivindicaciones 1-6 en la que el aglutinante del recubrimiento lubricante sólido (31a, 31b) comprende una resina orgánica y el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido comprende la misma resina orgánica que el aglutinante.
- 40      8. Una junta roscada para tuberías de acero (A) como se indica en una cualquiera de las reivindicaciones 1-7 en la que el espesor del recubrimiento lubricante sólido (31a, 31b) es 5-40  $\mu\text{m}$ .
- 45      9. Una junta roscada para tuberías de acero (A) como se indica en una cualquiera de las reivindicaciones 1-7 en la que el espesor del recubrimiento protector frente a la corrosión sólido (32, 32b) es 5-40  $\mu\text{m}$ .
- 50      10. Una junta roscada para tuberías de acero (A) como se indica en una cualquiera de las reivindicaciones 1-7 en la que el espesor de recubrimiento total del recubrimiento lubricante sólido (31a, 31b) y el recubrimiento protector frente a la corrosión sólido (32, 32b) es como máximo 60  $\mu\text{m}$ .

55

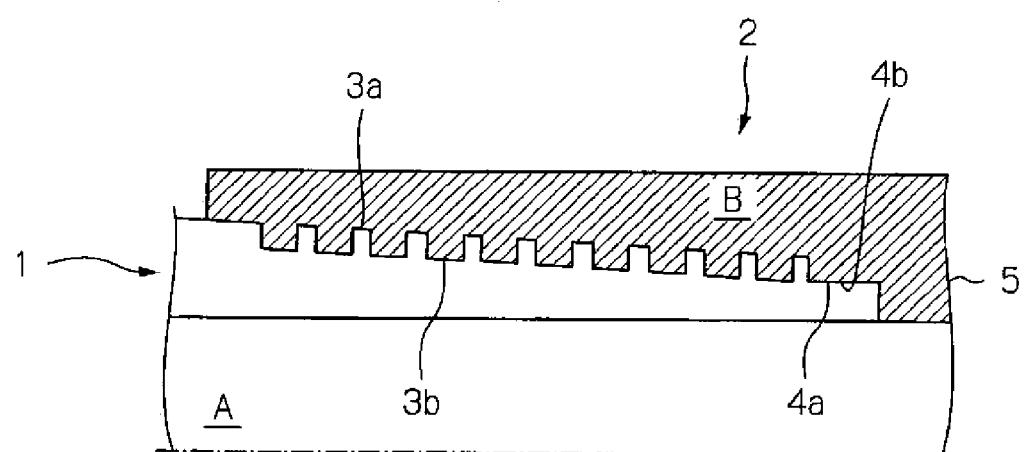
60

65

***Fig. 1***

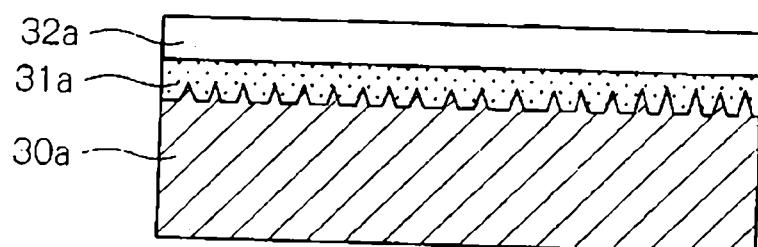


***Fig. 2***



**Fig. 3**

(a)



(b)

