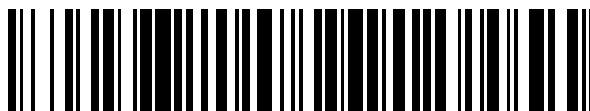


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 588 441**

51 Int. Cl.:

F16L 15/04	(2006.01) C10N 20/06	(2006.01)
C10M 103/02	(2006.01) C10N 30/06	(2006.01)
C10M 107/02	(2006.01) C10N 30/08	(2006.01)
C10M 107/24	(2006.01) C10N 30/12	(2006.01)
C10M 107/28	(2006.01) C10N 40/00	(2006.01)
C10M 107/50	(2006.01)	
C10M 143/00	(2006.01)	
C10M 145/08	(2006.01)	
C10M 147/02	(2006.01)	
C10M 155/02	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.11.2011 PCT/JP2011/076018**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.05.2012 WO12060474**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2011 E 11838121 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.07.2016 EP 2635834**

54 Título: **Junta roscada tubular que tiene un rendimiento mejorado a bajas temperaturas**

30 Prioridad:

05.11.2010 JP 2010248789

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

02.11.2016

73 Titular/es:

NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL CORPORATION (50.0%)
6-1, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8071, JP y
VALLOUREC MANNESMANN OIL&GAS FRANCE (50.0%)

72 Inventor/es:

GOTO, KUNIO y
SASAKI, MASAYOSHI

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

ES 2 588 441 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 tubular que tiene un rendimiento mejorado a bajas temperaturas

5 **Campo técnico**

La presente invención trata sobre una composición para formar un recubrimiento lubricante usado para el tratamiento superficial de juntas roscadas tubulares para conectar tubos de acero y, en particular, materiales tubulares para pozos petrolíferos, y para una junta roscada tubular que tiene un recubrimiento lubricante sólido
10 formado de esta composición. Una junta roscada tubular de acuerdo con la presente invención puede usarse sin aplicar una grasa compuesta a la misma, y puede mostrar una resistencia mejorada al desgaste y a la estanqueidad al gas incluso en un medio ambiente de baja temperatura extrema, por lo que se puede usar para la excavación de pozos petrolíferos, particularmente en regiones de frío extremo.

15 **Antecedentes de la técnica**

Los materiales tubulares para pozos petrolíferos tales como tubos y revestimientos para su uso en la excavación de pozos petrolíferos para recuperar petróleo y gas normalmente se conectan entre sí usando juntas roscadas tubulares. En el pasado, la profundidad de los pozos petrolíferos era de 2000 a 3000 metros, pero en pozos
20 profundos tales como lo son los recién encontrados campos petrolíferos fuera de la costa, alcanzan una profundidad de 8000 a 10000 metros. La longitud del material tubular para pozos petrolíferos es típicamente de alrededor de 10 metros, y los tubos que tienen un fluido tal como petróleo crudo que fluye en su interior se rodean por una variedad de revestimientos y, por lo tanto, la cantidad de materiales tubulares para pozos petrolíferos que se conectan entre sí puede llegar a ser de un millar o más.

En el medio en el que se usan, las juntas roscadas tubulares para materiales tubulares para pozos petrolíferos se someten a cargas en forma de fuerzas tensoras en la dirección axial, causadas por el peso de los materiales tubulares para pozos petrolíferos y las propias juntas, estando compuestas las presiones por presiones internas y
25 externas, y por el calor geotérmico. Por lo tanto, deben ser capaces de garantizar la estanqueidad al gas sin que se dañen incluso bajo tales condiciones ambientales severas.

Una junta roscada tubular típica que se usa para conectar materiales tubulares para pozos petrolíferos tiene una estructura de macho-hembra constituida por un elemento que tiene roscas macho (exteriores) y al cual se hace referencia como un elemento macho y un elemento que tiene roscas hembra (interiores) y al cual se hace referencia
35 como un elemento hembra. Típicamente, un elemento macho se forma en ambos extremos de un material tubular para pozos petrolíferos, y un elemento hembra se forma en la superficie interior de ambos lados de un componente de junta roscada (un acoplamiento).

Como se muestra en la figura 1, una junta roscada que tiene una excelente estanqueidad al escape de gas y a la cual se hace referencia como junta roscada especial tiene una porción de sello y una porción de reborde (a la que también se hace referencia como reborde de torsión) en cada una del elemento macho y hembra. La porción de
40 sello está formada en la periferia exterior cerca de la superficie de extremo más cercana al extremo del elemento macho que a las roscas hembra del elemento hembra, y la porción de reborde está formada en la superficie de extremo en el extremo del elemento macho y en la porción más lejana correspondiente al elemento hembra. La porción de sello y la porción de reborde constituyen una porción de contacto metálica sin rosca del elemento macho o hembra de la junta roscada tubular, y la porción de contacto metálica sin rosca y la porción roscada (roscas macho y hembra) constituyen una superficie de contacto del elemento macho y hembra. Al insertar un extremo (un
45 elemento macho) de un material tubular para pozos petrolíferos en un acoplamiento (un elemento hembra) y apretar las roscas macho del elemento macho y las roscas hembra del acoplamiento hasta que las porciones de reborde del elemento macho y hembra topen entre sí y entonces interfieran con una torsión adecuada, las porciones de sello del elemento macho y hembra entran en contacto íntimo entre sí y forman un sello metal con metal, manteniendo así la estanqueidad al gas de la junta roscada.

Cuando una tubería o carcasa se baja a un pozo petrolífero, debido a varios problemas, una junta roscada que se ha apretado una vez puede aflojarse a veces, se sacan las juntas roscadas, después se vuelven a apretar y se bajan al pozo. El API (Instituto Americano del Petróleo) requiere una resistencia al desgaste tal que la estanqueidad al gas se mantenga sin que se produzcan desajustes irreparables con referencia al desgaste aun cuando la junta se apriete (enroscado) y se suelte (desenroscado) 10 veces para una junta de una tubería y 3 veces para una junta para una
55 carcasa.

Para aumentar la resistencia al desgaste y la estanqueidad al gas cuando se enrosca una junta roscada para materiales tubulares para pozos petrolíferos, se aplica un líquido lubricante viscoso (grasa lubricante), a la cual se hace referencia como una grasa compuesta y que contiene polvos metálicos pesados, a una superficie de contacto de una junta roscada (es decir, a las roscas y la porción de contacto metálica sin roscas del macho y la hembra). La
60 grasa compuesta se prescribe en el Boletín API 5A2.

En el pasado, se ha propuesto someter la superficie de contacto de una junta roscada a varios tipos de tratamientos superficiales, tal como nitruración, varios tipos de recubrimiento, tal como recubrimiento con zinc y recubrimiento con compuestos, y el tratamiento de conversión química con fosfato para formar una o más capas y poder aumentar así la retención de grasa compuesta o mejorar las propiedades de deslizamiento. Sin embargo, como se describe a continuación, el uso de grasa compuesta puede provocar efectos adversos en el medio ambiente y en los humanos.

La grasa compuesta contiene una gran cantidad de polvos metálicos pesados, tales como polvos de zinc, plomo y cobre. En el momento del enroscado de una junta roscada, la grasa que se aplicó se puede resbalar o sobresalir hacia la superficie exterior, y existe la posibilidad de que se produzcan efectos adversos en el medio ambiente y, en particular, en la vida marina debido a los metales pesados que son dañinos, tal como plomo. Además, el proceso de aplicar la grasa compuesta empeora el medio de trabajo y la eficiencia del trabajo, y existe una preocupación por su toxicidad hacia los humanos.

En años recientes, como resultado de un decreto en 1998 de la Convención OSPAR (Convención de Oslo-París) que pretendía evitar la contaminación marina en el Noreste Atlántico, se decretaron restricciones medioambientales estrictas en una escala global, y en algunas regiones, el uso de grasa compuesta ya se está regulando. Por consiguiente, para poder evitar efectos dañinos en el medio ambiente y en los humanos durante excavaciones en pozos de gas y pozos petrolíferos, se exigió que las juntas roscadas muestren una excelente resistencia al desgaste sin usar grasas compuestas.

Como una junta roscada que puede usarse para conectar materiales tubulares para pozos petrolíferos sin aplicar grasa compuesta, los solicitantes de la presente solicitud propusieron en el documento WO 2006/104251 una junta roscada tubular donde la superficie de contacto de al menos una de las uniones macho o hembra estuviera recubierta con un recubrimiento de dos capas con un líquido viscoso o un recubrimiento lubricante semisólido y un recubrimiento sólido seco formado sobre la misma. El recubrimiento sólido seco puede formarse de una resina termoestable, tal como resina acrílica o una resina que se cura con luz ultravioleta. El recubrimiento lubricante líquido viscoso o semisólido tiene una adherencia, de manera que la materia extraña se adhiere con facilidad al mismo, pero al formar un recubrimiento sólido seco sobre el mismo, se elimina la adherencia. Como el recubrimiento sólido seco se destruyó en el momento del enroscado de una junta roscada, no interfiere con las propiedades lubricantes del recubrimiento lubricante colocado debajo.

En el documento WO 2007/42231, los solicitantes de la presente solicitud divulgaron una junta roscada que tiene un recubrimiento lubricante delgado sin adherencia que contiene partículas lubricante sólidas dispersas en una matriz sólida que muestra un comportamiento reológico plástico o viscoplástico (propiedades de fluidez) en las roscas (de una unión macho y una unión hembra). La matriz preferentemente tiene un punto de fusión en el intervalo de 80 a 320 °C, y se formó mediante recubrimiento por pulverización en un estado fundido (pulverización de fundición en caliente), mediante recubrimiento con llama de polvo, o mediante recubrimiento por pulverización de una emulsión acuosa. Una composición usada en el método de fundición caliente contiene, por ejemplo, polietileno como polímero termoplástico, cera (tal como cera carnauba) y jabón metálico (tal como estearato de zinc) como un componente lubricante, y sulfonato de calcio como inhibidor de la corrosión.

En el documento WO 2006/75774, los solicitantes de la presente solicitud describieron una junta roscada tubular en la que la superficie de contacto de al menos una de las uniones macho o hembra está recubierta por un recubrimiento de dos capas que comprende un recubrimiento lubricante sólido que comprende un polvo lubricante y un aglutinante, y un recubrimiento para evitar la corrosión sólido que no contiene partículas sólidas formadas sobre el recubrimiento lubricante sólido.

Documento de Patente 1: WO 2006/104251

Documento de Patente 2: WO 2007/42231

Documento de Patente 3: WO 2006/75774

El documento WO 2010/043316 divulga una junta roscada tubular de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Sumario de la invención

Las juntas roscadas tubulares descritas en los Documentos de Patente 1 a 3 antes mencionados muestran excelentes propiedades de adhesión y de deslizamiento del recubrimiento lubricante sólido y suficiente resistencia de desgaste en medios fríos y calientes desde alrededor de -10 °C hasta alrededor de +50 °C. Sin embargo, cuando se expone a un medio ambiente extremadamente frío desde -60 °C a -20 °C, se produce con facilidad la separación del recubrimiento lubricante sólido debido a la disminución en la adhesión y la ocurrencia de fracturas debido a la fragilidad del recubrimiento. Además, si el enroscado y el desenroscado de una junta roscada se realizan a tan bajas temperaturas, la torsión se vuelve muy alta y la cantidad de veces que se puede realizar la conexión como índice de resistencia al desgaste se vuelve inadecuada.

El objeto de la presente invención es proporcionar una junta roscada tubular que suprima la formación de oxidación y muestre una excelente resistencia al desgaste y a la estanqueidad al gas sin usar grasa compuesta, incluso en un entorno de frío extremo y que no tenga una superficie adherente.

Como resultado de estudios que buscan tener suficiente resistencia al desgaste, resistencia a la oxidación y estanqueidad al gas sin un aumento extremo en las torsiones de enroscado y desenroscado de una junta roscada incluso si no se usa solo en regiones frías, cálidas y tropicales, donde la temperatura ambiental es de alrededor de -20 °C a alrededor de +50 °C, sino también en regiones de frío extremo a -60 °C a -20 °C, los inventores de la presente obtuvieron los siguientes hallazgos.

1) Es efectivo un recubrimiento lubricante termoplástico que contiene partículas de copolímero particular tales como partículas copoliméricas de acrílico y silicona en una matriz polimérica termoplástica.

2) La resistencia al desgaste se mejora más cuando el recubrimiento contiene un lubricante sólido además de las partículas copoliméricas.

3) Una resina de poliolefina o una resina copolimérica de acetato etileno-vinilo se prefiere como polímero termoplástico, que sirve como una matriz (material base) del recubrimiento, y se prefiere grafito como un lubricante sólido.

Desde un aspecto, la presente invención es una junta roscada tubular que comprende una unión macho y hembra, cada una teniendo una superficie de contacto que incluye roscas y una porción de contacto de metal sin roscas, caracterizada por que la superficie de contacto de al menos una de la unión macho y hembra tiene un recubrimiento lubricante sólido termoplástico formado como una capa de recubrimiento de tratamiento superficial superior, conteniendo dicho recubrimiento lubricante sólido termoplástico partículas en una matriz de polímero termoplástico, caracterizada por que las partículas son partículas de copolímero de silicona acrílica.

Esta junta roscada tubular es adecuada para su uso en la conexión de productos tubulares de pozos petrolíferos. En una realización, el recubrimiento lubricante sólido termoplástico está formado sobre la superficie de contacto de una de la unión macho y hembra, y la superficie de contacto de la otra de la unión macho y hembra tiene un recubrimiento de protección contra la corrosión sólido basado en una resina de curado ultravioleta como la capa de recubrimiento de tratamiento superficial superior.

En el copolímero de una resina de silicona que se usó en la presente invención, la resina de silicona tiene una baja fricción (en adelante se conocerá a estas resinas en conjunto como resinas de baja fricción), y el propio copolímero también mantiene una baja fricción. Por lo tanto, las partículas de este copolímero funcionan como partículas lubricantes capaces de conferir lubricidad a un recubrimiento. En adelante, las partículas de este copolímero pueden llamarse partículas copoliméricas de baja fricción. Las partículas de una resina de silicona solas pueden ser insuficientes para vincular la resistencia de un polímero termoplástico que constituya la matriz de un recubrimiento lubricante. Al copolimerizar las partículas con una resina termoplástica, las partículas tienen una resistencia de unión aumentada en la matriz polimérica termoplástica.

Durante la formación de un recubrimiento lubricante, las partículas copoliméricas de baja fricción sobresalen de la superficie de recubrimiento con la porción de resina de silicona de las partículas copoliméricas que hacen frente hacia fuera debido a la acción de la tensión superficial y la afinidad de la matriz polimérica termoplástica que es mayor para la resina termoplástica del copolímero en comparación con la resina de silicona de la misma. Como resultado, como se muestra en las figuras 5(a) y 5(b), en la etapa inicial de enroscado de una junta roscada cuando la presión superficial todavía es baja (en el estado de reborde bajo), la superficie del elemento de oposición entra en contacto primero con las partículas copoliméricas de baja fricción que sobresalen desde la superficie del recubrimiento lubricante, lo que disminuye el coeficiente de fricción del recubrimiento. Cuando se realiza el enroscado para producir una alta presión de ajuste, las partículas copoliméricas de baja fricción salientes se incrustan en el recubrimiento principalmente debido a su deformación plástica, y la superficie del elemento de oposición también entra en contacto con la matriz polimérica termoplástica, lo que aumenta el coeficiente de fricción del recubrimiento total en comparación con el de una baja presión de ajuste. Cuando se repite la operación de enroscado, el recubrimiento lubricante todavía permanece en el estado que se muestra en las figuras 5(a) y 5(b) en el segundo y último ciclo del enroscado, aunque se desgasten las partículas copoliméricas de baja fricción hasta cierto grado, y se puede mantener todavía una resistencia al desgaste satisfactoria.

En términos generales, el coeficiente de fricción de un recubrimiento hecho solo con una matriz polimérica termoplástica se encuentra en el intervalo de 0,1 a 0,2, mientras que un recubrimiento que contiene partículas copoliméricas de baja fricción en la matriz se encuentra entre 0,01 y 0,1. En particular, el coeficiente de fricción del recubrimiento lubricante en el estado que se muestra en la figura 5(a) se encuentra en 0,05. En general, un coeficiente de fricción de 0,1 o mayor se considera de alta fricción, y un coeficiente de fricción de 0,05 o menor se considera de baja fricción.

Las partículas copoliméricas de baja fricción son partículas copoliméricas de acrílico y silicona y, más preferentemente, partículas copoliméricas de acrílico y silicona que tienen un diámetro promedio de partícula de 10 a 40 micrómetros. Su contenido en el recubrimiento es preferentemente del 0,5 al 30 % en masa.

- 5 La matriz polimérica termoplástica es preferentemente de uno o más polímeros seleccionados de una resina de poliolefina y una resina copolimérica de acetato de etileno vinilo.

El recubrimiento lubricante sólido termoplástico contiene preferentemente además un lubricante sólido, y el lubricante sólido es preferentemente grafito.

- 10 Desde otro punto de vista, la presente invención es un método para fabricar una junta roscada tubular que tiene una capa de recubrimiento con tratamiento superficial, comprendiendo dicha junta roscada tubular una unión macho y una unión hembra, cada una teniendo una superficie de contacto que incluye roscas y una porción de contacto metálica sin roscas, caracterizado por que se forma un recubrimiento lubricante sólido como una capa de recubrimiento con tratamiento superficial superior en la superficie de contacto de al menos una de las uniones macho y hembra mediante la aplicación de una composición que comprende (1) un material de matriz de polímero termoplástico, y (2) partículas de copolímero de acrílico y silicona, en el que el material de la matriz de polímero termoplástico está en un estado fundido, seguido por enfriamiento.

- 20 En una realización de este método, el recubrimiento lubricante sólido se forma en la superficie de contacto de un elemento de la unión macho y la unión hembra, y se forma un recubrimiento sólido para proteger contra la corrosión en la superficie de contacto del otro elemento de la unión macho y la unión hembra como capa de recubrimiento superior con tratamiento superficial mediante la aplicación de una composición basada en una resina de curado ultravioleta seguida de irradiación con luz ultravioleta.

- 25 La presente invención puede formar un recubrimiento lubricante sólido termoplástico que tenga una excelente resistencia al desgaste en la superficie de contacto de una junta roscada tubular sin usar una grasa compuesta. El recubrimiento lubricante sólido tiene un excelente rendimiento en un medio de baja temperatura, e incluso en entornos de bajas temperaturas extremas de -60 °C a -20 °C, la torsión de enroscado y la torsión de desenroscado de una junta roscada no aumentan mucho y casi no se observa deterioro en el recubrimiento lubricante sólido. Además, este recubrimiento muestra las mismas excelentes propiedades de resistencia al desgaste, la estanqueidad al gas, y para evitar el óxido que la grasa compuesta lograda.

Breve explicación de los dibujos

- 35 La figura 1 muestra de manera esquemática las porciones de contacto metálicas sin rosca (porciones de reborde y las porciones de sello) de una unión macho y una unión hembra de una junta roscada especial.
La figura 2 muestra de forma esquemática la estructura de unidad de un tubo de acero y un acoplamiento en el momento del envío del tubo de acero.
40 La figura 3 muestra de manera esquemática las porciones de conexión de una junta roscada.
La figura 4 es una vista explicativa que muestra las superficies de contacto de una junta roscada tubular de acuerdo con la presente invención, la figura 4(a) muestra un ejemplo de rugosidad superficial de una superficie de contacto en sí, y la figura 4(b) muestra un ejemplo de formación de un recubrimiento de tratamiento superficial preparativo para la rugosidad superficial de una superficie de contacto.
45 La figura 5 muestra de manera esquemática el mecanismo de operación de un recubrimiento lubricante de acuerdo con la presente invención.

Modos de realizar la invención

- 50 A continuación, se describirá de forma más específica realizaciones de una junta roscada tubular de acuerdo con la presente invención a modo de ejemplo.

- La figura 2 muestra de manera esquemática el estado de un tubo de acero para material tubular para pozos petrolíferos y un acoplamiento al momento del envío. Una unión macho 1 que tiene roscas macho 3a en su superficie exterior formadas en ambos extremos de un tubo de acero A, y una unión hembra 2 que tiene roscas hembra en su superficie interior formadas en ambos lados de un acoplamiento B. Una unión macho significa un elemento de una junta roscada que tiene roscas macho, y una unión hembra significa un elemento de una junta roscada con roscas hembra. El acoplamiento B se conecta previamente a un extremo del tubo de acero A. Antes del envío, se instala un protector (que no se muestra) para proteger las roscas en la unión macho del tubo de acero y de la unión hembra del acoplamiento B que no se conectan al otro elemento, y estos protectores se quitan antes de usar el recubrimiento lubricante.

- Como se muestra en la figura, en una junta roscada tubular típica, se forma una unión macho en la superficie exterior de ambos extremos del tubo de acero, y una unión hembra se forma en la superficie interior de un acoplamiento que es un componente separado. Existen juntas roscadas tubulares integrales que no usan un acoplamiento y que tienen una unión macho en un extremo de un tubo de acero y una unión hembra en el otro

extremo del mismo. Una junta roscada tubular de acuerdo con la presente invención puede ser de cualquiera de estos tipos de junta roscada.

La figura 3 muestra de manera esquemática la estructura de una junta roscada tubular típica. La junta roscada está constituida por una unión macho 1 formada en la superficie exterior del extremo de un tubo de acero A y una unión hembra 2 formada en la superficie interior de un acoplamiento B. La unión macho 1 tiene roscas macho 3a, una porción de sello 4a colocada en el extremo del tubo de acero, y una porción de reborde 5 en el extremo del tubo de acero. De manera correspondiente, la unión hembra 2 tiene roscas hembra 3b, y una porción de sello 4b y una porción de reborde en la parte lateral de las roscas lejanas al extremo de la unión hembra.

La porción de sello y la porción de reborde de cada una de las uniones macho 1 y hembra 2 constituyen una porción de contacto metálica sin rosca y las roscas y la porción de contacto metálica sin rosca (es decir, la porción de sello y la porción de reborde) constituyen una superficie de contacto de la junta roscada. Estas superficies de contacto de unión macho y de unión hembra requieren tener resistencia al desgaste, estanqueidad al gas, y resistencia a la corrosión. En el pasado, para este propósito, se aplicaba una grasa compuesta que contenía polvos metálicos pesados, o se formaba un recubrimiento lubricante líquido viscoso o semisólido en las superficies de contacto. Sin embargo, debido a la preocupación por los efectos adversos de los metales pesados en humanos y en el medio ambiente, se están estudiando las juntas roscadas con recubrimiento lubricante sólido que pueden usarse para conectar materiales tubulares para pozos petrolíferos sin aplicar una grasa compuesta. Un recubrimiento lubricante sólido es de manera típica un recubrimiento de resina que contiene lubricante sólido.

Sin embargo, si un recubrimiento lubricante sólido convencional se usa en un entorno de frío extremo de -60 °C a -20 °C, existen problemas de que la torsión de enroscado inicial se vuelva alta, que las porciones de contacto metálicas sin rosca que garantizan el estanqueidad al gas no entren en contacto con una presión de enroscado prescrita, y que las roscas no se acoplen en su totalidad (una condición a la que se hace referencia como rebordes desunidos), por lo que se lleva a cabo el desgaste con facilidad durante el enroscado, e incluso si se puede lograr el enroscado, la torsión de desenroscado inicial al momento del desenroscado se vuelve extremadamente alta. Además, cuando las lengüetas usadas para el enroscado de los tubos tienen una baja capacidad, puede ocurrir el problema de que el enroscado no se lleve a cabo debido a una torsión insuficiente.

De acuerdo con la presente invención, como se muestra en las figuras 4(a) y 4(b) con respecto a las porciones de sello, la superficie de contacto de al menos una de las uniones macho y hembra se recubre con un recubrimiento lubricante sólido termoplástico particular 31a formado como un recubrimiento de tratamiento superficial superior sobre la superficie de acero 30a o 30b. Este recubrimiento lubricante sólido muestra una función para impartir lubricación aún si se expone a medios de frío extremo de -60 °C a -20 °C, puede evitar el desgaste de una junta roscada mientras que evita un aumento en la torsión en el momento de enroscar o desenroscar, y puede garantizar la estanqueidad al gas después del enroscado.

El sustrato para el recubrimiento lubricante 31a (es decir, la superficie de contacto de la junta roscada) se proporciona preferentemente con una superficie rugosa. Como se muestra en la figura 4(a), la rugosidad superficial puede lograrse mediante la rugosidad superficial directa de la superficie del acero 30a mediante tratamiento de granallado o decapado, o se puede lograr al formar un recubrimiento de tratamiento superficial preparativo 32 que tiene una superficie rugosa en la superficie del acero 30b antes de formar el recubrimiento lubricante 31a.

El recubrimiento lubricante sólido 31a puede realizarse al aplicar una composición que forma un recubrimiento lubricante sólido calentada a una suficiente temperatura para fundir la matriz polimérica termoplástica mediante un método apropiado como lo es la aplicación con brocha, con aerosol, o por inmersión y después la solidificación del recubrimiento mediante métodos de enfriamiento tal como enfriamiento con aire o enfriamiento natural. De manera alternativa, se puede aplicar una composición líquida que contenga un disolvente en una forma convencional.

Se puede formar un recubrimiento lubricante sólido en las superficies de contacto de ambas uniones macho y hembra, pero para una unión macho y una unión hembra que se conectan entre sí antes del envío como se muestra en la figura 2, es suficiente formar un recubrimiento lubricante en la superficie de contacto de solo una de las uniones macho o hembra. En este caso, es conveniente formar un recubrimiento lubricante en la superficie de contacto de un acoplamiento (de manera normal la superficie de contacto de la unión hembra; puesto que la aplicación del recubrimiento es más fácil en el acoplamiento (un elemento corto) en lugar de en un tubo de acero largo).

Para una unión macho y una unión hembra que no están conectadas antes del envío, se prefiere formar un recubrimiento lubricante sólido en las superficies de contacto de ambas uniones macho y hembra para poder impartir de manera simultánea las propiedades lubricantes y las propiedades para evitar la oxidación de las superficies. De manera alternativa, se puede formar un recubrimiento lubricante sólido en la superficie de contacto de solo una de las uniones macho o hembra (tal como lo es la unión hembra), y se puede formar un recubrimiento sólido para proteger contra la corrosión en la superficie de contacto del otro elemento (en este caso la unión macho). En cualquier caso, la resistencia al desgaste, la estanqueidad al gas, y la resistencia a la oxidación pueden impartirse a una junta roscada. El recubrimiento sólido para proteger de la corrosión es preferentemente un recubrimiento que se

cura con luz ultravioleta, y se forma preferentemente después del tratamiento superficial preparativo para la aspereza superficial.

- 5 El recubrimiento lubricante debe cubrir la totalidad de la superficie de contacto de la unión macho y/o la unión hembra, pero también la presente invención incluye el caso en que solo se recubre una porción de la superficie de contacto (como lo es solo la porción de contacto metálica sin roscas).

[Recubrimiento lubricante sólido termoplástico]

- 10 En la presente invención, se formó un recubrimiento lubricante sólido termoplástico en la superficie de contacto de al menos una de las uniones macho o hembra que constituyen una junta roscada tubular. Este recubrimiento lubricante sólido requiere evitar que ocurran los desajustes de rebordes en donde la torsión de enroscado al inicio del enroscado se vuelve alta y evitar que la torsión de desenroscado inicial sea alta para evitar de manera adecuada el desgaste cuando se conectan los tubos de acero mediante la junta roscada no solo a una temperatura fría y en
15 regiones tropicales (entre -20 °C y +50 °C), sino también en regiones de frío extremo (entre - 60 °C y -20 °C) así como también prevenir la oxidación durante el almacenamiento.

- 20 Una composición para formar un recubrimiento lubricante sólido termoplástico consta de una matriz polimérica termoplástica y de partículas copoliméricas de baja fricción. Por consiguiente, el recubrimiento lubricante sólido termoplástico que se formó tiene una estructura que contiene partículas copoliméricas de baja fricción dispersas en la matriz polimérica termoplástica. Como el recubrimiento contiene partículas copoliméricas de baja fricción, el recubrimiento muestra un efecto para reducir la fricción y se mejora de manera visible la resistencia al desgaste de una junta roscada. Además, las partículas copoliméricas de baja fricción pueden mostrar de manera adecuada el efecto reductor de fricción aún en temperaturas de frío extremo.

- 25 Se prefiere usar un polímero termoplástico que tenga una temperatura de fusión (o temperatura de ablandamiento; aplica de igual manera a continuación) de 80 °C a 320 °C para formar una matriz polimérica termoplástica de un recubrimiento lubricante sólido termoplástico. La temperatura de fusión está preferentemente en el intervalo de 90 °C a 200 °C. Si la temperatura de fusión de un polímero termoplástico forma una matriz de un recubrimiento, se vuelve
30 difícil realizar la aplicación del estado fundido como es el caso el recubrimiento fundido en caliente. Por otra parte, si la temperatura de fusión es muy baja, el recubrimiento lubricante sólido se ablanda cuando se expone a una alta temperatura en regiones tropicales o en verano aún en regiones templadas, lo que lleva a un deterioro en el rendimiento.

- 35 Ejemplos de polímeros termoplásticos que se pueden usar como material de matriz en la presente invención incluyen, aunque no se limitan a éstos, poliolefinas, poliestirenos, poliuretanos, poliamidas, poliésteres, policarbonatos, resinas de acrílico, y resinas epoxi termoplásticas. El polímero termoplástico puede ser un homopolímero o un copolímero.

- 40 Como se describirá después, una superficie de contacto de una junta roscada tubular que es un sustrato en el que se forma un recubrimiento lubricante puede someterse antes a un tratamiento superficial preparativo como lo es el tratamiento o recubrimiento de conversión química. Desde los puntos de vista de la adhesión del sustrato, las propiedades que forman una película, la capacidad de recubrimiento, la viscosidad en el momento de la fundición, y la dispersión de las partículas copoliméricas de baja fricción, es preferible que el polímero termoplástico que se usa
45 sea una mezcla de una variedad de tipos de polímeros termoplásticos que tengan diferentes propiedades como lo es el punto de fusión, el punto de ablandamiento y la temperatura de transición vítrea.

- Los polímeros termoplásticos preferidos en particular para usarse como un material de matriz son las resinas de poliolefina y las resinas copoliméricas de acetato de etileno vinilo, y se prefiere en particular el uso de una mezcla de
50 al menos dos resinas de poliolefina que tengan diferentes puntos de fusión o puntos de ablandamiento y una resina copolimérica de acetato de etileno vinilo.

- Las partículas copoliméricas de baja fricción dispersas en una matriz de polímero termoplástico muestran el efecto de disminución de fricción y disminución de torsión incluso en temperaturas de frío extremo. Por lo tanto, un
55 recubrimiento lubricante sólido termoplástico que contiene estas partículas puede mostrar una gran disminución de fricción mientras que mantiene la adhesión del recubrimiento incluso en temperaturas de frío extremo de entre -60 °C y 20 °C. Este hecho se descubrió primero por los inventores de la presente invención.

- Las partículas copoliméricas de baja fricción que se usaron en la presente invención son en forma de un polvo de un copolímero obtenido por copolimerización de una resina de baja fricción con un monómero de otra resina
60 termoplástica. Este copolímero puede ser un copolímero bloqueador. Aun cuando se usan las partículas de un copolímero de una resina de baja fricción tal como una resina de silicona con una resina termoplástica, la porción de resina de baja fricción que tiene buenas propiedades de deslizamiento a bajas temperaturas siempre hace frente a las superficies de deslizamiento, lo que permite mantener de manera sustancial el mismo nivel de buenas
65 propiedades lubricantes que cuando se usan solo las partículas de una resina de baja fricción. Además, la porción de resina termoplástica de las partículas copoliméricas es compatible con el polímero termoplástico que forma una

matriz de recubrimiento, de manera que las partículas se vinculan con gran fuerza a la matriz. Por lo tanto, aún si se aplica una gran presión de ajuste, las partículas no se deshacen con facilidad en el caso de usar las partículas hechas solo de una resina de baja fricción. Aunque las propiedades lubricantes son buenas en un inicio cuando se usan partículas hechas solo de resina de baja fricción tal como una resina de silicona o una resina de fluorocarbono, la resistencia al desgaste y la durabilidad del recubrimiento disminuye porque las partículas disminuyen, y no se pueden mantener buenas propiedades lubricantes.

Como la resina termoplástica que forma un copolímero con una resina de baja fricción, se prefiere seleccionar una resina que tenga afinidad con el polímero termoplástico usado como una matriz del recubrimiento de resina termoplástica. Por ejemplo, es posible usar una resina termoplástica que sea del mismo tipo que el polímero termoplástico usado como la matriz del recubrimiento.

Un copolímero de una resina de baja fricción y un monómero de resina termoplástica puede prepararse mediante la copolimerización del monómero de resina termoplástica con una silicona reactiva que tiene un grupo funcional capaz de reaccionar con el monómero de resina termoplástica que se introdujo con anterioridad en la resina. El grupo funcional reactivo que puede introducirse en una resina de silicona es un grupo (met)acrílico en el caso de copolimerización con una resina acrílica.

La partícula copolimérica de baja fricción que puede usarse de forma ventajosa en la presente invención es una partícula copolimérica de acrílico y silicona. Este copolímero particular (en polvo) se puede obtener mediante la copolimerización de una resina de silicona con un monómero acrílico, y que puede prepararse mediante la copolimerización de un poliorganosiloxano que tiene un grupo terminal polimerizable de radical libre (tal como el grupo (met)acrílico) con un éster de (met)acrilato. La proporción del poliorganosiloxano y el éster de (met)acrilato en este copolímero es preferentemente es de 60-80:20-40 en proporción de masa. El tamaño de las partículas de copolímero es preferentemente tal que el diámetro de partícula promedio está en el intervalo de 10 - 400 micrómetros.

La copolimerización se puede llevar a cabo mediante polimerización por emulsión o similar usando un medio líquido apropiado y un iniciador de polimerización de radical libre. El copolímero resultante en la forma de una emulsión se somete a separación de sólidos y líquidos para recuperar los sólidos, y se obtienen las partículas copoliméricas deseadas en forma de partículas secundarias que son agregadas de las partículas diminutas en la emulsión (partículas primarias). En la presente invención, las partículas y el diámetro de partícula significan partículas secundarias y el diámetro de partícula de las partículas secundarias, respectivamente. La forma de las partículas copoliméricas puede ser amorfa o esférica, pero preferentemente es esférica, es decir, las partículas son preferentemente partículas esféricas.

Las partículas copoliméricas esféricas de acrílico y silicona que tienen un diámetro de partícula promedio de 10 - 40 micrómetros son apropiadas en particular para la presente invención. Las partículas copoliméricas esféricas de acrílico y silicona que tienen un diámetro de partícula promedio de 30 micrómetros las vende Nissin Chemical Industry, Ltd. con el nombre de producto de Chaline R-170S. Este producto se puede usar como partículas de copolímero de baja fricción en la presente invención.

El recubrimiento lubricante sólido termoplástico contiene partículas de copolímero de baja fricción, preferentemente partículas de copolímero de acrílico y silicona, dispersas en una matriz de polímero termoplástico. En el caso de una junta roscada tubular para conectar materiales tubulares para pozos petrolíferos, el contenido de partículas copoliméricas de acrílico y silicona se encuentra preferentemente entre el 1 y el 20 % en masa. Si este contenido es menor al 0,5 % en masa, el efecto para reducir la fricción y la adhesión del recubrimiento son insuficientes a temperaturas de frío extremo, mientras que, si el contenido excede del 30 %, la habilidad para formar un recubrimiento disminuye, y puede dificultar la formación de un recubrimiento de calidad.

Para poder mejorar todavía más las propiedades lubricantes, el recubrimiento lubricante sólido termoplástico puede contener además varios lubricantes sólidos. Un lubricante sólido significa un polvo que tiene propiedades lubricantes. Los lubricantes sólidos pueden clasificarse más o menos de la siguiente manera:

- (1) los que muestran propiedades lubricantes debido a que tienen una estructura cristalina que se desliza con facilidad como lo es una estructura cristalina con capa hexagonal (por ejemplo, grafito, óxido de zinc, y nitrato de boro);
- (2) los que muestran propiedades lubricantes debido a que tiene un elemento reactivo en adición a una estructura cristalina (por ejemplo, disulfuro de molibdeno, disulfuro de tungsteno, fluoruro de grafito, sulfuro de estaño, y sulfuro de bismuto);
- (3) los que muestran propiedades lubricantes debido a que tiene una reactividad química (por ejemplo, ciertos compuestos de tiosulfato), y
- (4) los que muestran propiedades lubricantes debido al comportamiento plástico o visco plástico a una tensión de fricción (por ejemplo, politetrafluoroetileno (PTFE) y poliamidas).

Cualquiera de estos tipos de lubricantes puede usarse, pero se prefiere el tipo (1). Los lubricantes sólidos de tipo (1) pueden usarse solos, o pueden usarse en combinación con lubricantes sólidos de tipo (2) y/o tipo (4).

El grafito es un lubricante sólido particularmente preferido desde los puntos de vista de no interferir con los efectos de partículas copoliméricas de acrílico y silicona, así como también la adhesión y prevención de oxidación, y el grafito amorfo (terreo) es todavía más preferido desde el punto de vista de la habilidad para formar un recubrimiento. El contenido del lubricante sólido en el recubrimiento lubricante sólido termoplástico está preferentemente en el intervalo del 2 al 15 % en masa.

Además de un lubricante sólido, el recubrimiento lubricante sólido termoplástico puede contener un polvo inorgánico para ajustar las propiedades de deslizamiento. Los ejemplos de dicho poder inorgánico son dióxido de titanio y óxido de bismuto. Para poder fortalecer las propiedades que evitan la oxidación de un recubrimiento, el recubrimiento lubricante sólido termoplástico puede contener un agente anticorrosivo. Un ejemplo de un agente anticorrosivo preferido es sílice intercambiado con ión de calcio. También se pueden usar repelentes de agua reactivos disponibles de manera comercial. Estos polvos inorgánicos, agentes anticorrosivos, y otros aditivos pueden estar presentes en el recubrimiento lubricante termoplástico en una cantidad total de hasta 20 % en masa.

Además de los componentes antes descritos, el recubrimiento lubricante sólido termoplástico puede contener pequeñas cantidades de otros aditivos seleccionados de agentes activos superficiales, colorantes, antioxidantes, y similares en una cantidad de como máximo un 5 % en masa, por ejemplo. También puede contener un agente de presión extrema, un lubricante líquido, o similar en una cantidad extremadamente pequeña de como máximo un 2 % en masa.

De acuerdo con la presente invención, se proporciona una composición formadora de recubrimiento lubricante sólido para formar el recubrimiento lubricante sólido termoplástico antes descrito (a la que se hará referencia en adelante como composición de recubrimiento). Esta composición de recubrimiento puede ser una composición sin disolvente (o libre de disolvente) que consiste esencialmente en los componentes antes descritos, o puede ser una composición con base de disolvente en donde se disuelve una matriz polimérica termoplástica en un disolvente.

Una composición de recubrimiento sin disolvente puede prepararse, por ejemplo, mediante la adición de partículas copoliméricas de acrílico y silicona, un lubricante sólido y otros aditivos a una matriz polimérica termoplástica granulada seguido de mezcla y amasado. De manera alternativa, se puede usar una mezcla de polvos en donde todos los componentes en polvo se mezclan como una composición de recubrimiento. Un material de recubrimiento sin disolvente tiene las ventajas de que puede formar un recubrimiento lubricante en un periodo corto de tiempo y que no hay evaporación de disolventes orgánicos que sean dañinos para el medio ambiente.

Esta composición de recubrimiento sin disolventes puede formar un recubrimiento lubricante sólido termoplástico mediante el método de fundido en caliente, por ejemplo. En este método, una composición de recubrimiento (que contiene la matriz polimérica termoplástica y varios polvos) que se calientan para hacer que la matriz polimérica termoplástica se funda y forme una composición líquida que tiene una baja viscosidad suficiente para recubrir se rocía con una pistola de pulverización que tiene la habilidad de mantener una temperatura fija (por lo general, alrededor de la misma temperatura que la composición en un estado granulada). La temperatura a la que se calienta la composición es preferentemente entre 10 °C - 50 °C más alta al punto de fusión (la temperatura de fusión o la temperatura de ablandamiento) de la matriz polimérica termoplástica. Es aceptable que las partículas copoliméricas de baja fricción en la composición de recubrimiento (como las partículas copoliméricas de acrílico y silicona) se fundan de manera parcial durante el calentamiento.

Cuando se recubre el sustrato (es decir, la superficie de contacto de una unión macho y/o una unión hembra) se prefiere precalentar a una mayor temperatura que la del punto de fusión de la matriz polimérica termoplástica. Al realizar el precalentado, se puede obtener una buena habilidad de recubrimiento. Cuando la composición de recubrimiento contiene una pequeña cantidad (como lo es como máximo del 2 %) de un agente activo superficial como lo es el polidimetilsiloxano, se puede formar un buen recubrimiento aún si el sustrato no se precalienta o si la temperatura de precalentado es menor a la del punto de fusión de la matriz polimérica.

La composición de recubrimiento se calentó y derritió dentro de un tanque equipado con un aparato de agitación adecuado, y se colocó en la cabeza de pulverización (que se mantiene a una temperatura prescrita) de una pistola de pulverización a través de una bomba medidora con un compresor y se rocía el sustrato. La temperatura a la que se mantiene el interior del tanque y la cabeza de pulverización se ajusta de acuerdo con el punto de fusión de la matriz polimérica en la composición.

El sustrato se enfría entonces con enfriamiento por aire o enfriamiento natural para solidificar la matriz polimérica termoplástica y formar un recubrimiento lubricante sólido termoplástico de acuerdo con la presente invención sobre el sustrato. El espesor de un recubrimiento lubricante sólido termoplástico formado de esta manera está preferentemente en el intervalo de 10 - 200 µm y de mayor preferencia en el intervalo de 25 - 100 µm. Si el espesor del recubrimiento lubricante sólido termoplástico es muy delgado, las propiedades lubricantes de una junta roscada tubular son insuficientes y se facilita la ocurrencia de desgaste al momento del enroscado y desenroscado. Este

recubrimiento lubricante sólido termoplástico también tiene resistencia a la corrosión hasta cierto grado, pero si el espesor de recubrimiento es muy poco, la resistencia a la corrosión se vuelve inadecuada y la resistencia a la corrosión de la superficie de contacto de una junta roscada tubular disminuye.

- 5 Por otra parte, si el espesor del recubrimiento lubricante sólido termoplástico es mucho, no solo se desperdicia lubricante, sino que también es contrario a la prevención de contaminación del medio ambiente, el cual es uno de los objetos de la presente invención.

- 10 Cuando el recubrimiento lubricante sólido termoplástico y el recubrimiento sólido protector a la corrosión antes descrito que se formó según se consideró necesario se forman sobre una superficie de contacto que tiene su aspereza superficial aumentada mediante tratamiento superficial preparativo, ambos tienen preferentemente un mayor espesor de recubrimiento que la aspereza R_{max} del sustrato que tiene una aspereza superficial aumentada. Si el espesor no es mayor al de esta aspereza, a veces no es posible cubrir por completo la superficie del sustrato. El espesor de recubrimiento cuando el sustrato tiene una superficie áspera es el valor promedio del espesor del recubrimiento de todo el recubrimiento, lo que se puede calcular con el área superficial, la masa, y la densidad del recubrimiento.

[Recubrimiento sólido para proteger de la corrosión]

- 20 Cuando se forma el recubrimiento lubricante sólido termoplástico en la superficie de contacto de solo una de las uniones macho y hembra (como lo es la unión hembra) de una junta roscada tubular, la superficie de contacto de otro elemento (la unión macho) puede pasar solo por el tratamiento superficial preparativo que se describirá más adelante. Sin embargo, para poder impartir las propiedades preventivas de oxidación, se forma preferentemente un recubrimiento sólido para proteger de la corrosión como capa de recubrimiento con tratamiento superficial superior en la superficie de contacto del otro elemento.

- 30 Como se describió anteriormente con respecto a la Figura 1, hasta el momento en que se usa en realidad una junta roscada tubular, con frecuencia se instala un protector en la unión macho y en la unión hembra que no se ha conectado al otro elemento. El recubrimiento sólido para proteger de la corrosión no debe destruirse bajo al menos la fuerza aplicada cuando se instala el protector en el mismo, no se debe disolver cuando se exponga al agua que se forma por la condensación debido al punto de condensación debido al transporte o almacenamiento, y no debe ablandarse con facilidad con altas temperaturas que excedan los 40 °C.

- 35 En una realización preferida de la presente invención, un recubrimiento sólido para proteger de la corrosión que puede satisfacer estas propiedades se formó de la composición con base en una resina que se cura con luz ultravioleta, que se sabe puede formar un recubrimiento de alta resistencia. Las composiciones de resina conocidas que comprenden al menos un monómero, un oligómero, y un iniciador de foto-polimerización pueden usarse como una resina que se cura con luz ultravioleta. No existen limitaciones particulares en los componentes o compuestos de una resina que se cura con luz ultravioleta siempre que se produzca una reacción de foto-polimerización mediante la irradiación con luz ultravioleta para formar un recubrimiento endurecido.

- 45 Algunos ejemplos no limitativos de monómeros son ésteres polivalentes (di, tri o más) de alcoholes polihídricos con ácido (met) acrílico, varios (met) acrilatos, N-vinilpirrolidona, N-vinilcaprolactan y estirenos. Algunos ejemplos no limitantes de oligómeros son epoxi (met) acrilatos, uretano (met) acrilatos, poliéster (met) acrilatos, poliéter (met) acrilatos, y silicona (met) acrilatos.

- 50 Los iniciadores útiles para la foto-polimerización son compuestos que tienen absorción en una región de longitud de onda de 260 - 450 nm, algunos ejemplos de que son benzoina o sus derivados, benzofenona y sus derivados, acetofenona y sus derivados, cetona de Michler, bencilo y sus derivados, monosulfidas de tetralquiltiaurán, y tioxanos. Se prefieren los tioxanos en particular.

- 55 Desde los puntos de vista de la resistencia del recubrimiento y las propiedades de deslizamiento, se formó un recubrimiento sólido para proteger de la corrosión de una resina que se cura con luz ultravioleta que puede contener aditivos seleccionados de lubricantes, rellenos fibrosos, y agentes anticorrosivos en el recubrimiento.

- 60 Ejemplos de un lubricante son jabones metálicos como el estearato de calcio y el estearato de zinc, y la resina (PTFE) de politetrafluoroetileno. Un ejemplo de un relleno fibroso es el carbonato de calcio acicular como Whiskal que se vende por Marue Calcium Co., Ltd. Uno o más de estos aditivos se pueden agregar a una cantidad de 0,05 - 0,35 partes por masa con respecto a una parte en masa de la resina que se cura con luz ultravioleta. Si la cantidad es menor a 0.05 partes, la resistencia del recubrimiento es a veces inadecuada. Por otra parte, si la cantidad excede 0,35 partes, la viscosidad de una composición de recubrimiento se vuelve alta y la facilidad para recubrir disminuye, y esto a veces lleva a la disminución de la resistencia del recubrimiento.

- 65 Ejemplos de un agente anticorrosivo son tripolifosfato de aluminio y fosfito de aluminio. El agente anticorrosivo puede agregarse en una cantidad de hasta 0,10 partes por masa con respecto a una parte en masa de la resina que se cura con luz ultravioleta.

Un recubrimiento sólido para proteger de la corrosión formado de una resina que se cura con luz ultravioleta por lo general es transparente. Desde el punto de vista de facilitar la inspección de calidad (como lo es el espesor del recubrimiento) mediante examen visual o al procesar la imagen del recubrimiento sólido para proteger de la corrosión que se formó, el recubrimiento sólido para proteger de la corrosión puede contener colorante. Los colorantes que se usan pueden seleccionarse de pigmentos, teñidos y materiales fluorescentes. Los materiales fluorescentes a veces no dan coloración a un recubrimiento en una luz visible, pero le dan coloración al recubrimiento al menos bajo luz ultravioleta. Por lo tanto, se incluyen como colorantes en la presente invención. Estos colorantes se encuentran comercialmente disponibles y no existen restricciones particulares siempre y cuando sea posible la inspección de calidad de un recubrimiento sólido para proteger de la corrosión de manera visual o mediante procesamiento de imagen. Se pueden usar ya sea colorantes orgánicos o inorgánicos.

La transparencia de un recubrimiento sólido para proteger de la corrosión disminuye o desaparece cuando se agrega un pigmento. Si el recubrimiento sólido para proteger de la corrosión se vuelve de color, es difícil inspeccionar los daños de las roscas de la unión macho que forma un sustrato. Por consiguiente, cuando se usó un pigmento, se prefiere uno que tenga un alto grado de brillo como un pigmento amarillo o blanco. Desde el punto de vista de evitar la corrosión, el diámetro de partícula de un pigmento se prefiere lo más pequeño posible, y se prefiere usar un pigmento con un diámetro de partícula promedio de como máximo 5 μm . Los tintes no disminuyen mucho la transparencia de un recubrimiento sólido para proteger de la corrosión, por lo que no hay problemas en usar un tinte que tenga un color fuerte como azul o rojo. La cantidad agregada del pigmento o un tinte es preferentemente un máximo de 0,05 partes por masa con respecto a una parte en masa de la resina que se cura con luz ultravioleta. Si la cantidad excede 0,05 partes por masa, la resistencia a la corrosión puede disminuir. Una cantidad más preferida agregada es como máximo de 0,02 partes por masa.

Un material fluorescente puede ser cualquiera de los pigmentos fluorescentes, un tinte fluorescente y un fósforo usado en una pintura fluorescente. Los pigmentos fluorescentes se categorizan más o meones en pigmentos fluorescentes inorgánicos y pigmentos fluorescentes diurnos.

Ejemplos de pigmentos fluorescentes inorgánicos son los que tiene base de sulfuro de zinc o sulfuro de cadmio y zinc (que contienen un activador metálico), los fosfatos de calcio halogenado, cloroapatitos de estroncio activados con tierras raras, y similares. Dos o más de estos se pueden usar en combinación. Los pigmentos fluorescentes inorgánicos tienen excelente resistencia al clima y al calor.

Existen varios tipos de pigmentos fluorescentes diurnos, pero los tipos principales son los tipos de solución sólida de resina sintética en el que un tinte fluorescente se incorpora en una resina sintética sin color para formar un pigmento. Los tintes fluorescentes pueden usarse también solos. Varios tipos de pigmentos fluorescentes orgánicos o inorgánicos y, en particular, los tipos de solución sólida de resina sintética se usan en pinturas fluorescentes y en tintas para impresiones fluorescentes, y estos fósforos (materiales fluorescentes) pueden usarse como pigmentos fluorescentes o tintes fluorescentes.

Un recubrimiento sólido para proteger de la corrosión que contiene un pigmento fluorescente o tinte es incoloro o tiene un color transparente a simple vista con luz. Sin embargo, cuando se irradia luz negra o luz ultravioleta, se vuelve fluorescente y obtiene color, y es posible observar si el recubrimiento se encuentra presente o no y se puede observar si el espesor del recubrimiento es irregular o no. Como el recubrimiento es transparente con luz visible, el sustrato debajo del recubrimiento sólido para proteger de la corrosión, es decir, la superficie del sustrato puede observarse con facilidad. Por consiguiente, la inspección visual por daño de las roscas de una junta roscada no se obstruye con el recubrimiento sólido para proteger de la corrosión.

La cantidad agregada de estos materiales fluorescentes es preferentemente de alrededor de hasta 0,05 partes por masa con respecto a una parte en masa de la resina que se cura con luz ultravioleta. Si las cantidades agregadas exceden 0,05 partes por masa, la resistencia a la corrosión puede disminuir. Una cantidad agregada más preferida es de como máximo 0,02 partes por masa.

Para poder llevar a cabo el control de calidad no solo del recubrimiento sólido para proteger de la corrosión, sino también de las roscas subyacentes, se prefiere usar un material fluorescente y, en particular, un pigmento fluorescente como un colorante.

Después de una composición con base en una resina que se cura con luz ultravioleta (incluyendo una composición que consiste esencialmente de componentes de una resina que se cura con luz ultravioleta) se aplicó a la superficie de contacto de una junta roscada, el recubrimiento se endureció al irradiar luz ultravioleta para formar el recubrimiento sólido para proteger de la corrosión hecho de una capa de resina endurecida con luz ultravioleta.

Al repetir el recubrimiento e irradiar la luz ultravioleta, es posible formar un recubrimiento sólido para proteger de la corrosión que tenga dos o más capas de una resina que se cura con luz ultravioleta. Al usar múltiples capas de un recubrimiento sólido para proteger de la corrosión, la resistencia del recubrimiento aumenta mucho más, el recubrimiento sólido para proteger de la corrosión no se destruye aun cuando se aplica una gran fuerza al momento de enroscar la junta roscada, y la resistencia a la corrosión de la junta roscada también aumenta aún más. En la

presente invención, como el recubrimiento lubricante no está presente debajo del recubrimiento sólido para proteger de la corrosión, no es necesario que el recubrimiento sólido para proteger de la corrosión se destruya durante el enroscado de la junta roscada. Al no destruir el recubrimiento sólido para proteger de la corrosión se aumenta la resistencia a la corrosión de una junta roscada.

La irradiación de luz ultravioleta puede llevarse a cabo usando un aparato de irradiación de luz ultravioleta disponible de manera comercial que tenga una longitud de onda de salida en la región de 200 - 450 nm. Ejemplos de fuentes de luz ultravioleta son las lámparas de vapor de mercurio de alta presión, las lámparas de vapor de mercurio de ultra alta presión, las lámparas de xenón, las lámparas de arco de carbono, las lámparas de halogenuro metálico, y la luz solar. La longitud de tiempo utilizada para irradiar y la resistencia de la luz ultravioleta irradiada pueden establecerse de manera apropiada según lo considere la persona experta en la técnica.

El espesor del recubrimiento sólido para proteger de la corrosión (el espesor total de recubrimiento cuando hay dos o más capas de una resina que se cura con luz ultravioleta) está preferentemente en el intervalo de 5 - 50 μm y de mayor preferencia en el intervalo de 10 - 40 μm . Preferentemente, es más delgado que el espesor del recubrimiento lubricante sólido formado en el elemento opuesto. Si el espesor del recubrimiento sólido para proteger de la corrosión es muy delgado, no funciona de manera adecuada como recubrimiento para proteger de la corrosión, y la resistencia a la corrosión de una junta roscada tubular puede ser inadecuada. Por otra parte, si el espesor del recubrimiento sólido para proteger de la corrosión excede los 50 μm , cuando un elemento protector como lo es un protector que tiene un alto estanqueidad al gas se instala en el extremo de un material tubular para pozos petrolíferos, el recubrimiento sólido para proteger de la corrosión puede destruirse por la fuerza utilizada al momento de instalar el protector, y la resistencia a la corrosión de una junta roscada tubular se vuelve inadecuada. Además, en este momento, se descarga polvo producido por el desgaste en el medio ambiente y el medio de trabajo empeora. Además, un recubrimiento sólido para proteger de la corrosión que tiene un espesor mayor al espesor del recubrimiento lubricante sólido en el elemento opuesto puede interferir con el rendimiento lubricante del recubrimiento lubricante.

Como un recubrimiento sólido para proteger de la corrosión con base en una resina que se cura con luz ultravioleta es transparente, la condición de un sustrato puede observarse sin quitar el recubrimiento, y las roscas pueden inspeccionarse desde arriba del recubrimiento antes del enroscado. Por consiguiente, al formar este recubrimiento sólido para proteger de la corrosión en la superficie de contacto de una unión macho en donde se formaron las roscas en su superficie exterior y, por lo tanto, son más susceptibles a daños que las roscas de una unión hembra, es posible inspeccionar con facilidad el daño de las roscas de una unión macho mientras que se deja el recubrimiento en su lugar.

[Tratamiento superficial preparativo]

Las roscas y las porciones de sello de una unión macho y una unión hembra que constituyen las superficies de contacto de una junta roscada tubular se formaron con operaciones de corte que incluyen el cortado de rosca. Su aspereza superficial es por lo general de 3 - 5 μm . Si la aspereza superficial de las superficies de contacto es mayor a esta cantidad, la adhesión de un recubrimiento formado sobre estos aumenta, y como resultado, se mejora el rendimiento en la resistencia al desgaste y la resistencia a la corrosión. Por lo tanto, antes de formar un recubrimiento, se prefiere llevar a cabo el tratamiento superficial preparativo que puede aumentar la aspereza superficial en la superficie de contacto de al menos una o preferentemente en ambas uniones macho y hembra.

Ejemplos de dicho tratamiento superficial preparativo son el lijado de materiales como el granallado esférico o granado angular, decapado por inmersión en una solución altamente ácida como el ácido sulfúrico, ácido clorhídrico, ácido nítrico o ácido fluorhídrico para hacer áspera la piel. Estos tratamientos pueden aumentar la aspereza superficial del propio sustrato.

Ejemplos de otro tipo de tratamiento superficial preparativo son mediante tratamiento de conversión química como el tratamiento con fosfato, el tratamiento con oxalato, o el tratamiento con borato, y recubrimiento con metal. Estos métodos forman una capa subyacente que tiene una gran aspereza superficial y una alta adhesión en la superficie del sustrato. Un recubrimiento de conversión química se forma mediante un tratamiento de conversión química hecho de cristales aciculares con una gran aspereza superficial. Ejemplos de recubrimiento con metal son la galvanoplastia con cobre, hierro, o aleaciones de los mismos (las proyecciones se recubren preferentemente, de forma que la superficie se vuelve un poco áspera); y el recubrimiento por impacto aleación de zinc o zinc se proyectan usando fuerza centrífuga o presión de aire, por lo que forma un recubrimiento metálico poroso mediante la eliminación de las partículas de zinc o de la aleación de zinc y hierro; y se forma un compuesto metálico con un recubrimiento que tiene partículas sólidas diminutas dispersas en el metal.

Sin importar qué método se use para el tratamiento superficial preliminar de las superficies de contacto, la aspereza superficial R_{max} resultante de la aspereza superficial por el tratamiento superficial preparativo es preferentemente 5 - 40 μm . Si R_{max} es menor a 5 μm , la adhesión y retención del recubrimiento lubricante puede volverse inadecuada. Por otra parte, si R_{max} excede los 40 μm , la fricción aumenta, y puede que el recubrimiento no aguante las fuerzas cortantes y las fuerzas compresoras cuando se aplica una alta presión, lo que causa que el recubrimiento se

destruya con facilidad o se descarapele. Se pueden usar dos o más tipos de tratamiento superficial preparativo para la aspereza superficial combinados. Además, se pueden llevar a cabo tipos diferentes de tratamiento superficial preparativo en una unión macho y en la unión hembra.

- 5 Desde el punto de vista de la adhesión del recubrimiento sólido para proteger de la corrosión o del recubrimiento lubricante sólido, se prefiere el tratamiento superficial preparativo que puede formar un recubrimiento poroso. En particular, el tratamiento con fosfato usando fosfato de manganeso, fosfato de zinc, fosfato de manganeso de hierro, o fosfato de calcio y zinc, o el recubrimiento por impacto para formar una aleación de zinc o zinc con hierro se prefiere como tratamiento superficial preparativo. Desde el punto de vista de la adhesión de un recubrimiento que se forma sobre sí, se prefiere un recubrimiento de fosfato de manganeso, y desde el punto de vista de la resistencia a la corrosión, se prefiere un recubrimiento de aleación de zinc y hierro o de zinc ya que se puede esperar un efecto preventivo de corrosión sacrificial con el zinc.

- 15 El tratamiento de conversión química con fosfato de manganeso se prefiere particularmente como tratamiento superficial preparativo para un recubrimiento lubricante sólido, y el tratamiento de conversión química con fosfato de zinc o el recubrimiento de aleación de zinc o zinc y hierro por impacto se prefieren en particular como tratamiento superficial preparativo de un recubrimiento sólido para proteger de la corrosión.

- 20 Un recubrimiento formado mediante tratamiento con fosfato y un recubrimiento con zinc o aleación de zinc y hierro se formó mediante recubrimiento por impacto son recubrimientos porosos. Al formar un recubrimiento sólido para proteger de la corrosión o un recubrimiento lubricante sólido sobre dicho recubrimiento poroso, la adhesión del recubrimiento superior aumenta mediante el llamado efecto de ancla del recubrimiento poroso subyacente. Como resultado, se vuelve difícil el descarapelado del recubrimiento lubricante sólido o del recubrimiento sólido para proteger de la corrosión cuando se lleva a cabo un enroscado o desenroscado repetido, y la resistencia al desgaste, la estanqueidad al gas, y la resistencia a la corrosión se aumentan todavía más.

- 30 El tratamiento con fosfato puede llevarse a cabo mediante la inmersión o pulverización de una manera convencional. Se puede usar una solución fosfatada ácida que se usa por lo general para materiales de acero recubiertos con zinc. Por ejemplo, se puede usar una solución fosfatada de zinc que contiene 1 - 150 g/L de iones de fosfato, 3 - 70 g/L de iones de zinc, 1 - 100 g/L de iones de nitrato, y 0 - 30 g/L de iones de níquel. También es posible usar una disolución fosfatada de manganeso que se usa de forma normal para juntas roscadas. La temperatura de la solución puede ser desde temperatura ambiente hasta 100 °C, y la duración del tratamiento puede ser de hasta 15 minutos dependiendo del espesor del recubrimiento deseado. Para poder promover la formación de un recubrimiento, antes del tratamiento con fosfato, se puede suministrar una solución acuosa acondicionadora de superficie que contenga titanio coloidal para tratar la superficie. Después del tratamiento con fosfato, se prefiere la realización de un lavado con agua fría o caliente seguido de secado.

- 40 El recubrimiento por impacto puede llevarse a cabo mediante recubrimiento mecánico en donde las partículas se impactan con un material que se va a recubrir dentro de un barril giratorio, o mediante el recubrimiento por granallado en donde las partículas se impactan contra un material que se va a recubrir usando un aparato de granallado. En la presente invención, como es suficiente recubrir solo la superficie de contacto, se prefiere usar el recubrimiento por granallado que se puede realizar el recubrimiento localizado.

- 45 Por ejemplo, un material granallado en forma de partículas que tienen un núcleo de hierro recubierto con zinc o una aleación de zinc (como lo es la aleación de zinc y hierro) que se granalla contra la superficie de contacto que se va a recubrir. El contenido de zinc o una aleación de zinc en las partículas se encuentran preferentemente en el intervalo de 20 - 60 % en masa, y el diámetro de las partículas está preferentemente en el intervalo de 0,2 a 1,5 mm. El granallado de las partículas causa que solo el zinc o la aleación de zinc que está en la capa de recubrimiento de las partículas se adhiera a la superficie de contacto, y se forma un recubrimiento poroso hecho de zinc o de una aleación de zinc sobre la superficie de contacto. Este recubrimiento por impacto puede formar un recubrimiento metálico poroso que tenga una buena adhesión a una superficie de acero sin importar la composición del acero.

- 55 Desde los puntos de vista de la resistencia a la corrosión y a la adhesión, el espesor de la capa de zinc o de la aleación de zinc formada por recubrimiento por impacto es preferentemente 5 - 40 µm. Si es menor a 5 µm, no se puede garantizar la resistencia a la corrosión adecuada. Por otra parte, si excede 40 µm, la adhesión del recubrimiento lubricante formado del mismo puede terminar disminuyendo. De forma similar, el espesor de un recubrimiento de fosfato está preferentemente en el intervalo de 5 - 40 µm.

- 60 Otro tipo de tratamiento superficial preparativo es un tipo particular de galvanoplastia de capa única o capas múltiples, que es efectivo para aumentar la resistencia al desgaste cuando se usa para formar un sustrato para el recubrimiento lubricante sólido, aunque no proporciona un efecto de aspereza superficial. Ejemplos de dicha galvanoplastia de capa única con Cu, Ni, Sn, recubrimiento de capa única con aleación de Cu-Sn como se divulga en el documento JP 2003-74763, recubrimiento de dos capas con capa de Cu y una capa de Sn, y recubrimiento con tres capas con una capa de Ni, una capa de Cu y una capa de Sn. Se prefieren el recubrimiento con aleación de Cu-Sn, el recubrimiento de dos capas con capa de Cu y una capa de Sn, y el recubrimiento con tres capas con una capa de Ni, una capa de Cu y una capa de Sn para un tubo de acero hecho de un acero que tiene un contenido de

Cr de al menos 5 %. Se prefieren aún más el recubrimiento de dos capas con capa de Cu y una capa de Sn, el recubrimiento con tres capas con una capa de Ni, una capa de Cu y una capa de Sn, y el recubrimiento de aleación Cu-Sn-Zn. Los recubrimientos metálicos o de aleación mencionados se llevan a cabo según los métodos descritos en el documento JP 2003-74763 A. En el caso del recubrimiento de capas múltiples, la capa interior del recubrimiento (por lo general el recubrimiento con Ni) es preferentemente una capa de recubrimiento en extremo delgada con un espesor de menos de 1 μm al que se hace referencia como recubrimiento con baño. El espesor del recubrimiento (el espesor total en el caso del recubrimiento de capas múltiples) está preferentemente en el intervalo de 5 - 15 μm .

10 Ejemplos

A continuación, se describirán los ejemplos de la presente invención. Sin embargo, la presente invención no está limitada a estos ejemplos. En los ejemplos, a la superficie de contacto de una unión macho se hará referencia como superficie de unión macho y a la superficie de contacto de una unión hembra se le hará referencia como superficie de unión hembra. A menos de que se especifique lo contrario, el porcentaje y las partes en los ejemplos significan porcentaje en masa y partes por masa, de manera respectiva.

Ejemplo 1

20 La superficie de unión macho y la superficie de unión hembra de una junta roscada tubular (diámetro exterior de 17,78 cm (7 pulgadas), espesor de pared de 1,036 cm (0,408 pulgadas)) hecha de un acero de carbono (C: 0,21 %, Si: 0,25 %, Mn: 1,1 %, P: 0,02 %, S: 0,01 %, Cu: 0,04 %, Ni: 0,06 %, Cr: 0,17 %, Mo: 0,04 %, resto: hierro e impurezas) se sometió al siguiente tratamiento superficial preparativo.

25 La superficie de unión macho que se terminó con la máquina de granallado (aspereza superficial de 3 μm) se sumergió por 10 minutos en una solución de fosfato de zinc a 75 - 85 °C para formar un recubrimiento de fosfato de zinc con un espesor de 8 μm (aspereza superficial de 8 μm).

30 La superficie de unión hembra que se terminó con la máquina de granallado (aspereza superficial de 3 μm) se sumergió por 10 minutos en una solución de fosfato de manganeso a 80 - 95 °C para formar un recubrimiento de fosfato de manganeso con un espesor de 12 μm (aspereza superficial de 10 μm).

Una composición para formar un recubrimiento lubricante sólido que tiene la composición que se describirá a continuación se calentó a 160 °C en un tanque equipado con un mecanismo de agitación adecuado para formar un estado granulado que tenga una viscosidad apropiada para el recubrimiento, y la superficie de unión macho y la superficie de unión hembra que pasaron por el tratamiento superficial preparativo antes mencionado se precalentaron a 130 °C mediante calentamiento inducido. La composición para formar el recubrimiento lubricante sólido en donde el polímero de matriz está en estado granulado se roció en ambas superficies de unión macho y hembra usando una pistola de pulverización que tiene una cabeza de pulverización con una función reguladora de temperatura. Después de enfriar, se formó un recubrimiento lubricante sólido con un espesor de 50 μm .

Composición de la composición que forma un recubrimiento lubricante:

(Matriz polimérica termoplástica)

45 21,5 % de una resina de poliolefina (HM321 de Cemedine Co. Ltd., punto de ablandamiento de 130 °C),
21,5 % de una resina de copolímero de acetato de etileno vinilo (HM221 de Cemedine Co. Ltd., punto de ablandamiento de 105 °C), y
50 42 % de una poliolefina de bajo peso molecular (210P de Mitsui Chemicals, Inc., punto de ablandamiento de 123 °C)

(Partículas copoliméricas de acrílico y silicona)

55 10 % de Chaline R-170S (Nissin Chemical Industry Co., Ltd., diámetro promedio de partícula de 30 μm).

(Lubricante sólido)

60 5 % de grafito amorfo (Blue P fabricado por Nippon Graphite Industries, Ltd., diámetro promedio de partícula de 7 μm).

Una prueba de enroscado y desenroscado repetida se llevó a cabo hasta 10 veces en una junta roscada tubular tratada como se describió anteriormente (velocidad de enroscado de 10 rpm, torsión de enroscado de 20 kN-m) a temperatura ambiente (alrededor de 20 °C) y a más o menos -40 °C por enfriamiento de la periferia de la junta roscada con hielo seco. Se investigaron la proporción de torsión de reborde y la proporción de torsión de desenroscado en el primer ciclo (ambos fueron valores relativos a la torsión de reborde y la torsión de desenroscado al momento del enroscado dando un valor de 100 a una grasa compuesta), la adhesión del recubrimiento lubricante

sólido (que se determinó al observar si hubo descarapelado o fisuras en el recubrimiento expuesto a cada temperatura, y mediante la condición del recubrimiento después del primer ciclo de enroscado y desenroscado), y el estado de desgaste de las superficies de contacto de la unión macho y de la unión hembra después del enroscado repetido (la cantidad de veces que se llevó a cabo el enroscado sin que ocurriera desgaste, hasta un máximo de 10 veces; cuando ocurrió un ligero desgaste que se podía reparar, se realizó la reparación y se continuó el enroscado). Se muestran los resultados en la Tabla 1.

Como se muestra en la Tabla 1, el Ejemplo Comparativo 1 en el que el recubrimiento lubricante sólido no incluyó las partículas copoliméricas de acrílico y silicona antes descritas, la proporción de torsión a -40 °C fue extremadamente alta, mientras que en el Ejemplo 1 en el que un recubrimiento lubricante sólido que contiene las partículas copoliméricas antes descritas, el nivel de torsión fue de más o menos el mismo que cuando se usó una grasa compuesta tanto a temperatura ambiente como a -40 °C. La adhesión del recubrimiento también fue buena. No ocurrió desgaste, y se pudo realizar el enroscado y desenroscado 10 veces.

Ejemplo 2

La superficie de unión macho y la superficie de unión hembra de la misma junta roscada tubular hecha de un acero de carbono que se usó en el Ejemplo 1 se sometieron al siguiente tratamiento superficial.

La superficie de unión macho que se terminó con la máquina de granallado (aspereza superficial de 3 µm) se sumergió por 10 minutos en una solución de fosfato de zinc a 75 - 85 °C para formar un recubrimiento de fosfato de zinc con un espesor de 8 µm (aspereza superficial de 8 µm). Una composición de recubrimiento de resina que se cura con luz ultravioleta se preparó al agregar 0,05 partes de fosfito de aluminio como agente anticorrosivo y 0,01 partes de cera de polietileno como un lubricante a una parte del contenido de resina de una pintura de resina que se cura con luz ultravioleta con base de resina acrílica hecha por Chugoku Marine Paints Ltd. y se aplicó arriba del recubrimiento de fosfato de zinc de la superficie de unión macho y se irradió con luz ultravioleta bajo las siguientes condiciones de endurecimiento de recubrimiento y formó un recubrimiento de resina endurecida con luz ultravioleta de un espesor de 25 µm una superficie de unión macho. El recubrimiento sólido para proteger de la corrosión resultante fue incoloro y transparente, y las roscas macho de la unión macho se pudieron inspeccionar a simple vista o con una lupa desde arriba del recubrimiento.

Lámpara UV: Lámpara de vapor de mercurio que enfría con agua
Salida de lámpara UV: 4 kW,
Longitud de onda de la luz UV: 260 nm.

La superficie de unión hembra que se terminó con la máquina de granallado (aspereza superficial de 3 µm) se sometió primero a galvanoplastia mediante recubrimiento con baño de Ni y después con recubrimiento de aleación de Cu-Sn-Zn para formar un recubrimiento que tiene un espesor total de 8 µm. Una composición que forma un recubrimiento lubricante que tiene la siguiente composición se calentó a 160 °C en un tanque equipado con un mecanismo de agitación adecuado para formar un estado granulado que tenga una viscosidad apropiada para el recubrimiento. Después de que la superficie de unión hembra pasara por el tratamiento superficial preparativo antes mencionado, se precalentó a 130 °C mediante calentamiento inducido, la composición granulada para formar el recubrimiento lubricante sólido se aplicó en la superficie de unión hembra precalentada usando una pistola de pulverización que tiene una cabeza de pulverización con una función reguladora de temperatura. Después de enfriar, se formó un recubrimiento lubricante sólido con un espesor de 50 µm en la superficie de unión hembra.

Composición de la composición que forma un recubrimiento lubricante:

(Matriz polimérica termoplástica)

22,5 % de una resina de poliolefina (HM321 de Cemedine Co. Ltd., punto de ablandamiento de 130 °C),
22,5 % de una resina de copolímero de acetato de etileno vinilo (HM221 de Cemedine Co. Ltd., punto de ablandamiento de 105 °C), y
45 % de una poliolefina de bajo peso molecular (210P de Mitsui Chemicals, Inc., punto de ablandamiento de 123 °C).

(Partículas copoliméricas de acrílico y silicona)

5 % de Chaline R-170S (Nissin Chemical Industry Co., Ltd., diámetro promedio de partícula de 30 µm).

(Lubricante sólido)

5 % de grafito amorfo (Blue P fabricado por Nippon Graphite Industries, Ltd., diámetro promedio de partícula de 7 µm).

Una prueba de enroscado y desenroscado se llevó a cabo a temperatura ambiente y a alrededor de -40 °C de la misma forma que en el Ejemplo 1. Como se muestra en la Tabla 1, el Ejemplo Comparativo 1 en el que el recubrimiento lubricante sólido no contuvo partículas copoliméricas de acrílico y silicona, la proporción de torsión a -40 °C fue extremadamente alta, mientras que en el Ejemplo 2 que tiene un recubrimiento lubricante sólido que contiene las partículas copoliméricas de acrílico y silicona, el nivel de torsión fue de más o menos el mismo que cuando se usó una grasa compuesta tanto a temperatura ambiente como a -40 °C. La adhesión del recubrimiento también fue buena. No ocurrió desgaste, y se pudo realizar el enroscado y desenroscado 10 veces.

Ejemplo 3

La superficie de unión macho y la superficie de unión hembra de una junta roscada tubular (diámetro exterior de 24,448 cm (9-5/8 pulgadas), espesor de pared de 1,105 cm (0.435 pulgadas)) hecha de un acero 13Cr (C: 0,19 %, Si: 0,25 %, Mn: 0,9 %, P: 0,02 %, S: 0,01 %, Cu: 0,04 %, Ni: 0,11 %, Cr: 13 %, Mo: 0,04 %, resto: hierro e impurezas) que es más susceptible al desgaste que el acero de carbono, se sometió al siguiente tratamiento superficial preparativo.

A la superficie de unión macho que se terminó con la máquina de granallado (aspereza superficial de 3 µm) se aplicó una composición de recubrimiento de resina que se cura con luz ultravioleta al agregar 0,05 partes de tripolifosfato de aluminio como agente anticorrosivo, 0,01 partes de cera de polietileno como un lubricante, y 0,003 partes de un pigmento fluorescente a una parte del contenido de resina de una pintura de resina que se cura con luz ultravioleta con base de resina acrílica hecha por Chugoku Marine Paints Ltd., y se irradió con luz ultravioleta bajo las siguientes condiciones de endurecimiento de recubrimiento para formar un recubrimiento de resina endurecida con luz ultravioleta de un espesor de 25 µm. El recubrimiento sólido para proteger de la corrosión resultante fue incoloro y transparente, y las roscas macho de la unión macho se pudieron inspeccionar a simple vista o con una lupa desde arriba del recubrimiento.

Lámpara UV: Lámpara de vapor de mercurio que enfría con agua
Salida de lámpara UV: 4 kW,
Longitud de onda de la luz UV: 260 nm.

La superficie de unión hembra que se terminó con la máquina de granallado (aspereza superficial de 3 µm) se sometió primero a galvanoplastia mediante recubrimiento con bario de Ni y después con recubrimiento de aleación de Cu-Sn-Zn para formar un recubrimiento que tiene un espesor total de 8 µm. Una composición que forma un recubrimiento lubricante que tiene la siguiente composición se calentó a 160 °C en un tanque equipado con un mecanismo de agitación adecuado para formar una composición que tiene un material de matriz granulado con una viscosidad apropiada para el recubrimiento. Después de que la superficie de unión hembra pasara por el tratamiento superficial preparativo antes mencionado, se precalentó a 150 °C mediante calentamiento inducido, la composición granulada para formar el recubrimiento lubricante sólido se aplicó en la superficie de unión hembra precalentada usando una pistola de pulverización que tiene una cabeza de pulverización con una función reguladora de temperatura. Después de enfriar, se formó un recubrimiento lubricante sólido con un espesor de 100 µm.

Composición de la composición que forma un recubrimiento lubricante:

(Matriz polimérica termoplástica)

20 % de una resina de poliolefina (HM321 de Cemedine Co. Ltd., punto de ablandamiento de 130 °C),
20 % de una resina de copolímero de acetato de etileno vinilo (HM221 de Cemedine Co. Ltd., punto de ablandamiento de 105 °C), y
40 % de una poliolefina de bajo peso molecular (210P de Mitsui Chemicals, Inc., punto de ablandamiento de 123 °C).

(Partículas copoliméricas de acrílico y silicona)

10 % de Chaline R-170S (Nissin Chemical Industry Co., Ltd., diámetro promedio de partícula de 30 µm).

(Lubricante sólido)

5 % de grafito amorfo (Blue P fabricado por Nippon Graphite Industries, Ltd., diámetro promedio de partícula de 7 µm).

(Agente anticorrosivo)

5 % de Silicio intercambiado con ion de Ca (Sylsia 52Mo de Fuji Silysia Chemical, Ltd.).

Una prueba de enroscado y desenroscado se llevó a cabo a temperatura ambiente y a alrededor de -40 °C de la misma forma que en el Ejemplo 1. Como se muestra en la Tabla 1, el Ejemplo Comparativo 1 en el que el

recubrimiento lubricante sólido no contuvo partículas copoliméricas de acrílico y silicona, la proporción de torsión a -40 °C fue extremadamente alta, mientras que en el Ejemplo 3, que tiene un recubrimiento lubricante sólido que contiene las partículas copoliméricas de acrílico y silicona, el nivel de torsión fue de más o menos el mismo que cuando se usó una grasa compuesta tanto a temperatura ambiente como a -40 °C. La adhesión del recubrimiento

5 también fue buena. No se produjo desgaste, y se pudo realizar el enroscado y desenroscado 10 veces.

Las propiedades para evitar la oxidación que son necesarias para una junta roscada tubular se evaluaron al realizar el mismo recubrimiento lubricante sólido que en los Ejemplos 1 a 3 en una superficie de unión hembra en una pieza de prueba preparada por separado del mismo acero (70 mm x 150 mm x 2 mm grueso) y se sometió cada pieza de

10 prueba a una prueba de contenedor de humedad (temperatura de 50 °C, humedad relativa de 98 %, duración de 200 horas). Como resultado, se confirmó que no se produjo oxidación en ninguno de los Ejemplos 1 a 3.

Ejemplo Comparativo 1

15 La superficie de unión macho y la superficie de unión hembra de la misma junta roscada tubular hecha de un acero de carbono que se usó en el Ejemplo 1 se sometieron al siguiente tratamiento superficial.

La superficie de unión macho que se terminó con la máquina de granallado (aspereza superficial de 3 µm) se sumergió por 10 minutos en una solución de fosfato de zinc a 75 - 85 °C para formar un recubrimiento de fosfato de

20 zinc con un espesor de 8 µm (aspereza superficial de 8 µm). Una composición de recubrimiento de resina que endurece con luz ultravioleta se preparó al agregar 0,05 partes de fosfito de aluminio como agente anticorrosivo y 0,01 partes de cera de polietileno como un lubricante a una parte del contenido de resina de una pintura de resina que endurece con luz ultravioleta con base de resina acrílica hecha por Chugoku Marine Paints Ltd. y se aplicó

25 arriba del recubrimiento de fosfato de zinc de la superficie de unión macho y se irradió con luz ultravioleta bajo las siguientes condiciones de endurecimiento de recubrimiento y formó un recubrimiento de resina endurecida con luz ultravioleta de un espesor de 25 µm de una superficie de unión macho. El recubrimiento sólido para proteger de la corrosión resultante fue incoloro y transparente, y las roscas macho de la unión macho se pudieron inspeccionar a simple vista o con una lupa desde arriba del recubrimiento.

30 Lámpara UV: Lámpara de vapor de mercurio que enfría con agua
Salida de lámpara UV: 4 kW,
Longitud de onda de la luz UV: 260 nm.

La superficie de unión hembra que se terminó con la máquina de granallado (aspereza superficial de 3 µm) se sometió primero a galvanoplastia mediante recubrimiento con baño de Ni y después con recubrimiento de aleación de Cu-Sn-Zn para formar un recubrimiento que tiene un espesor total de 8 µm. Una composición que forma un

35 recubrimiento lubricante que tiene la siguiente composición (que no contiene partículas copoliméricas de acrílico y silicona) se calentó a 120 °C en un tanque equipado con un mecanismo de agitación adecuado para formar un estado granulado que tenga una viscosidad apropiada para el recubrimiento, y después de que la superficie de unión

40 hembra pasara por el tratamiento superficial preparativo antes mencionado, se precalentó a 120 °C mediante calentamiento inducido, la composición granulada para formar el recubrimiento lubricante sólido se aplicó en la superficie de unión hembra precalentada usando una pistola de pulverización que tiene una cabeza de pulverización con una función reguladora de temperatura. Después de enfriar, se formó un recubrimiento lubricante sólido con un

45 espesor de 50 µm.

Composición de la composición que forma un recubrimiento lubricante:

(Matriz polimérica termoplástica)

50 22,5 % de una resina de poliolefina (HM321 de Cemedine Co. Ltd., punto de ablandamiento de 130 °C),
22,5 % de una resina de copolímero de acetato de etileno vinilo (HM221 de Cemedine Co. Ltd., punto de ablandamiento de 105 °C), y
45 % de una poliolefina de bajo peso molecular (210P de Minui Chemicals, Inc., punto de ablandamiento de 123 °C)

55 (Lubricante sólido)

5 % de grafito amorfo (Blue P fabricado por Nippon Graphite Industries, Ltd., diámetro promedio de partícula de 7 µm).

60 (Agente anticorrosivo)

5 % de silicio intercambiado con ion de Ca (Sylysia 52Mo de Fuji Silysia Chemical, Ltd.).

65 Una prueba de enroscado y desenroscado se llevó a cabo a temperatura ambiente y a alrededor de -40 °C de la misma forma que en el Ejemplo 1. Como se muestra en la Tabla 1, en el Ejemplo Comparativo 1, que no contenía

partículas copoliméricas de acrílico y silicona, la proporción de torsión fue alta en comparación con los Ejemplos 1 a 3 incluso a 20 °C, y la proporción de torsión fue extremadamente alta a -40 °C. No hubo problemas con respecto a la adhesión del recubrimiento a bajas temperaturas, pero se produjo desgaste en el quinto enroscado, y se terminó la prueba.

5 Ejemplo Comparativo 2

La superficie de unión macho y la superficie de unión hembra de la misma junta roscada tubular hecha de un acero de carbono que se usó en el Ejemplo 1 se sometieron al siguiente tratamiento superficial.

10 La superficie de unión macho que se terminó con la máquina de granallado (aspereza superficial de 3 µm) se sumergió por 10 minutos en una solución de fosfato de zinc a 75 a 85 °C para formar un recubrimiento de fosfato de zinc con un espesor de 8 µm (aspereza superficial de 8 µm). Una composición de recubrimiento de resina que se cura con luz ultravioleta se preparó al agregar 0,05 partes de fosfito de aluminio como agente anticorrosivo y 0,01 partes de cera de polietileno como un lubricante a una parte del contenido de resina de una pintura de resina que se cura con luz ultravioleta con base de resina acrílica hecha por Chugoku Marine Paints Ltd. y se aplicó arriba del recubrimiento de fosfato de zinc de la superficie de unión macho y se irradió con luz ultravioleta bajo las siguientes condiciones de endurecimiento de recubrimiento y formó un recubrimiento de resina endurecida con luz ultravioleta de un espesor de 25 µm de una superficie de unión macho. El recubrimiento sólido para proteger de la corrosión resultante fue incoloro y transparente, y las roscas macho de la unión macho se pudieron inspeccionar a simple vista o con una lupa desde arriba del recubrimiento.

25 Lámpara UV: Lámpara de vapor de mercurio que enfría con agua
Salida de lámpara UV: 4 kW,
Longitud de onda de la luz UV: 260 nm.

30 La superficie de unión hembra que se terminó con la máquina de granallado (aspereza superficial de 3 µm) se sometió primero a galvanoplastia mediante recubrimiento con baño de Ni y después con recubrimiento de aleación de Cu-Sn-Zn para formar un recubrimiento que tiene un espesor total de 8 µm. Una composición que forma un recubrimiento lubricante que tiene la siguiente composición (que no contiene partículas copoliméricas de acrílico y silicona) se calentó a 120 °C en un tanque equipado con un mecanismo de agitación adecuado para formar un estado granulado que tenga una viscosidad apropiada para el recubrimiento, y después de que la superficie de unión hembra pasara por el tratamiento superficial preparativo antes mencionado, se precalentó a 120 °C mediante calentamiento inducido, la composición granulada para formar el recubrimiento lubricante sólido se aplicó en la superficie de unión hembra precalentada usando una pistola de pulverización que tiene una cabeza de pulverización con una función reguladora de temperatura. Después de enfriarse, se formó un recubrimiento lubricante sólido con un espesor de 50 µm.

40 Composición de la composición que forma un recubrimiento lubricante:

9 % de un homopolímero de polietileno (LicowaxTM PE 520 de Clariant Corporation),
15 % de cera de carnauba,
15 % de estearato de zinc,
5 % de polialquil metacrilato líquido (ViscoplexTM 6-950 de Rohmax Corporation),
45 40 % de un inhibidor de corrosión (NA-SULTTM Ca/ W1935 de King Industries Inc.),
3,5 % de grafito fluorado,
1 % de óxido de zinc,
5 % de dióxido de titanio,
5 % de trióxido de bismuto,
50 1 % de partículas de resina de silicona (KMP-590 de Nissin Chemical Industry Co., Ltd., diámetro promedio de partícula de 2 µm),

Antioxidante (fabricado por Ciba-Geigy Corporation)

55 0,3 % de IrganoxTM L150,
0,2 % de IrgafosTM 168.

60 Una prueba de enroscado y desenroscado se llevó a cabo a temperatura ambiente y a alrededor de -40 °C de la misma forma que en el Ejemplo 1. Como se muestra en la Tabla 1, la proporción de torsión a -40 °C en el Ejemplo Comparativo 2, en donde se formó un recubrimiento lubricante sólido de tipo convencional de fundido en caliente para la superficie de unión hembra, fue de alrededor de 3 veces tan alta como en los Ejemplos 1 a 3.

Además, se observó descarapelado en el recubrimiento a -40 °C. Se desarrolló desgaste en el sexto enroscado de la prueba, y por lo tanto se dio por terminada la prueba.

Tabla 1

n.º	Número de ciclos sin desgaste		Proporción de torsión de reborde en el primer ciclo de enroscado		Proporción de torsión de desenroscado en el primer dicho de enroscado		Adhesión del recubrimiento lubricante	
	20 °C	-40 °C	20 °C	-40 °C	20 °C	-40 °C	20 °C	-40 °C
Ej. 1	10	10	102	107	105	101	OK	OK
Ej. 2	10	10	114	120	120	104	OK	OK
Ej. 3	10	10	97	103	100	98	OK	OK
Com. 1	10	4	151	333	166	311	OK	OK
Com. 2	10	5	118	393	128	329	OK	Muy desgarrado

La presente invención se ha explicado anteriormente con respecto a las realizaciones que se consideraron preferidas en la actualidad.

5

REIVINDICACIONES

1. Una junta roscada tubular que comprende una unión macho y una unión hembra, teniendo cada una una superficie de contacto que incluye roscas y una porción de contacto metálica sin rosca, **caracterizada por que** la superficie de contacto de al menos una de las uniones macho o hembra tiene un recubrimiento lubricante sólido termoplástico formado como una capa superior de recubrimiento con tratamiento superficial, conteniendo dicho recubrimiento lubricante sólido termoplástico partículas en una matriz polimérica termoplástica, **caracterizado por que** las partículas son partículas de copolímero de acrílico y silicona.
2. Una junta roscada tubular de acuerdo con la reivindicación 1, en la que el recubrimiento lubricante sólido termoplástico está formado en la superficie de contacto de una de las uniones macho o hembra, y la superficie de contacto de la otra unión macho o hembra tiene un recubrimiento sólido para proteger de la corrosión basado en una resina que se cura con luz ultravioleta como una capa superior de recubrimiento de tratamiento superficial.
3. Una junta roscada tubular de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en la que las partículas de copolímero de acrílico y silicona en el recubrimiento es entre un 0,5 y un 30 % en masa.
4. Una junta roscada tubular de acuerdo con la reivindicación 1, 2 o 3, en la que la matriz polimérica termoplástica comprende uno o más resinas seleccionadas de una resina de poliolefina y una resina copolimérica de acetato de etileno de vinilo.
5. Una junta roscada tubular de acuerdo con la reivindicación 1, 2, 3 o 4, en la que el recubrimiento lubricante sólido termoplástico contiene además un lubricante sólido.
6. Una junta roscada tubular de acuerdo con la reivindicación 5, en la que el lubricante sólido es grafito.
7. Una junta roscada tubular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en la que el espesor del recubrimiento lubricante sólido termoplástico es de 10 a 200 μm .
8. Una junta roscada tubular de acuerdo con la reivindicación 2, en la que el espesor del recubrimiento sólido para proteger de la corrosión es 5 a 50 μm .
9. Una junta roscada tubular de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que se usa para conectar materiales tubulares para pozos petrolíferos.
10. Un método para fabricar una junta roscada tubular que tiene una capa de recubrimiento de tratamiento, comprendiendo dicha junta roscada tubular una unión macho y una unión hembra, teniendo cada una una superficie de contacto que incluye roscas y una porción de contacto de metal sin roscas, **caracterizado por que** se forma un recubrimiento lubricante sólido como una capa de recubrimiento de tratamiento de superficie superior sobre la superficie de contacto de al menos una de la unión macho y la unión hembra mediante la aplicación de una composición que comprende (1) un material de matriz de polímero termoplástico y (2) partículas de copolímero de acrílico y silicona, en el que el material de matriz de polímero termoplástico está en un estado fundido seguido de enfriamiento.
11. Un método de acuerdo con la reivindicación 10, en el que el recubrimiento lubricante sólido está formado en la superficie de contacto de un elemento de la unión macho y la unión hembra, y un recubrimiento sólido para proteger de la corrosión está formado en la superficie de contacto del otro elemento de la unión macho o de la unión hembra como una capa superior de recubrimiento de tratamiento superficial mediante la aplicación de una composición basada en una resina que se cura con luz ultravioleta seguido de irradiación con luz ultravioleta.

Fig. 1

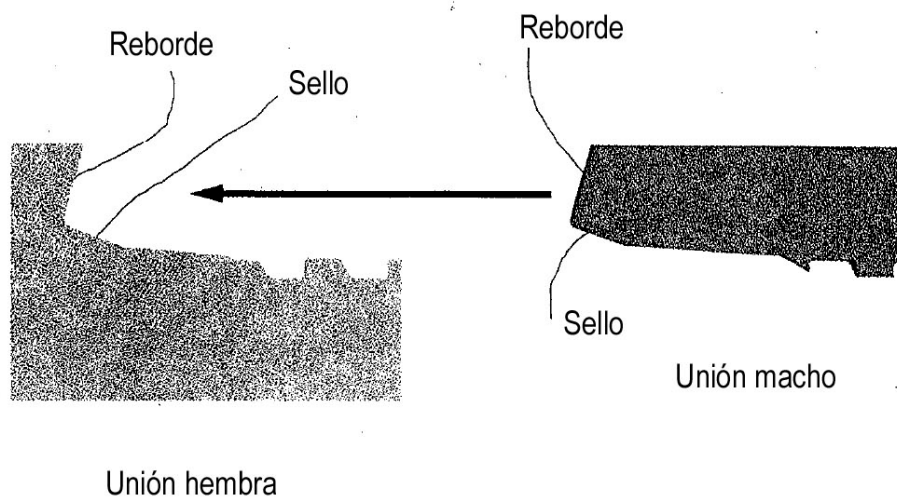


Fig. 2

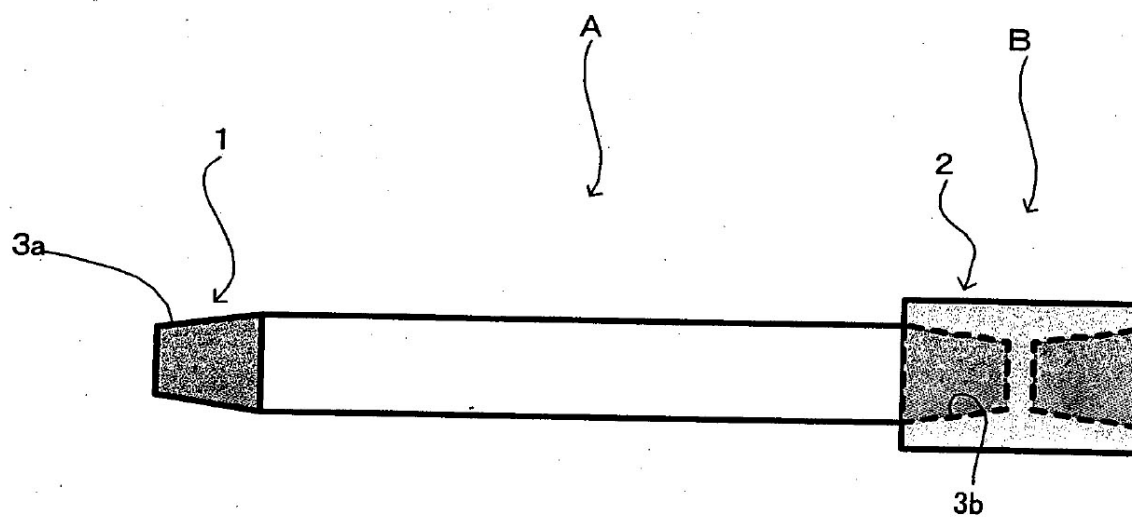


Fig. 3

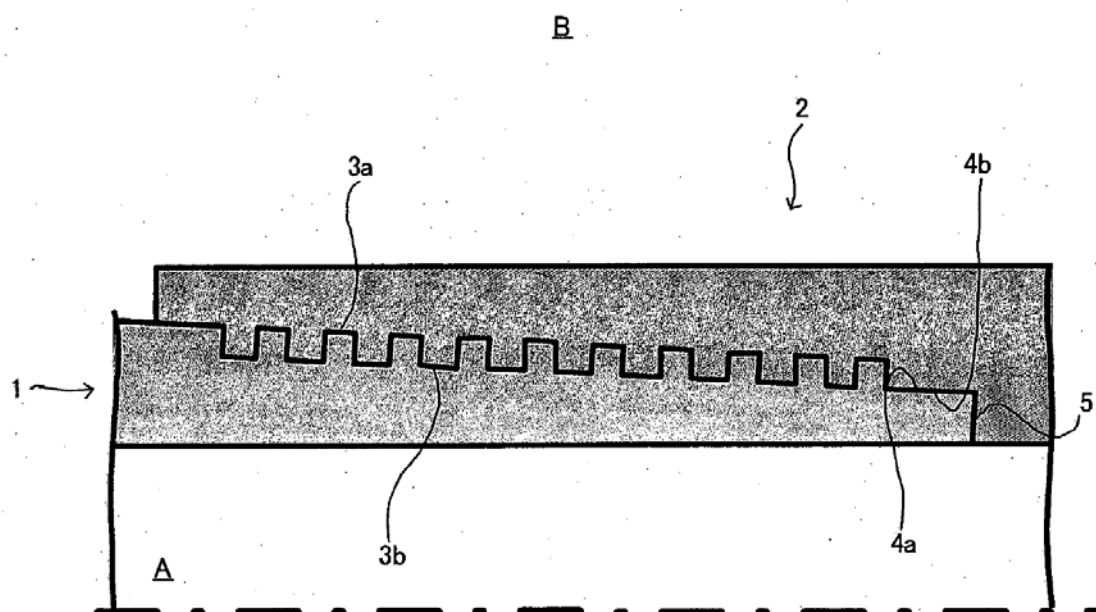


Fig. 4

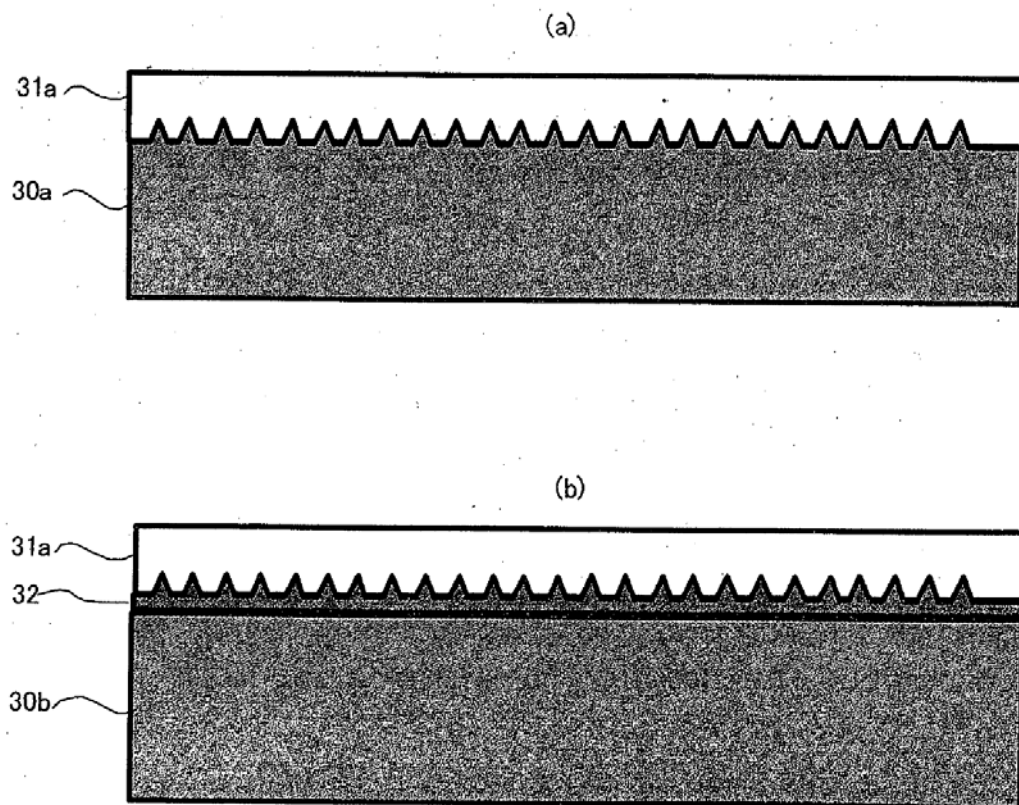


Fig. 5

