



República Federativa do Brasil  
Ministério do Desenvolvimento, Indústria  
e do Comércio Exterior  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0616121-9 A2**



(22) Data de Depósito: 01/09/2006  
(43) Data da Publicação: 07/06/2011  
(RPI 2109)

(51) *Int.Cl.:*  
F16L 15/04 2006.01  
C10M 103/06 2006.01  
C10M 169/02 2006.01  
C25D 5/26 2006.01  
C25D 7/00 2006.01  
C10N 10/12 2006.01  
C10N 40/00 2006.01  
C10N 50/08 2006.01  
C10N 50/10 2006.01

(54) Título: **JUNTA ROSCADA PARA TUBOS DE AÇO**

(30) Prioridade Unionista: 02/09/2005 JP 2005-255657

(73) Titular(es): SUMITOMO METAL INDUSTRIES LTD.,  
VALLOUREC MANNESMANN OIL & GAS FRANCE

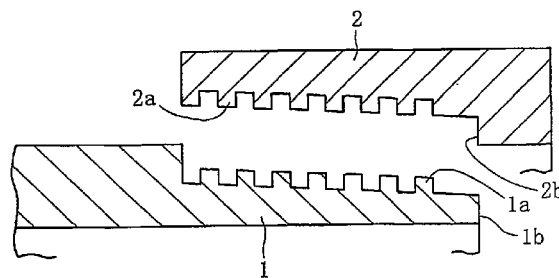
(72) Inventor(es): HIROAKI IKEGAMI, KUNIO GOTO, SHIGEO  
NAGASAKU, SHIGEO ONISHI

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler &  
Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT JP2006317802 de 01/09/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/026970 de 08/03/2007

(57) Resumo: JUNTA ROSCADA PARA TUBOS DE AÇO. A presente invenção refere-se a uma junta roscada para tubos de aço consistindo de um pino 1 e uma caixa 2, cada qual tendo uma porção roscada (1a, 2a) e uma porção de contacto de metal não roscada (1b, 2b) que exibe adequada resistência ao vazamento e resistência a escoriações quando usada para composição de artigos tubulares de campo petrolífero com aplicação de um dope verde ou mesmo sem qualquer dope. A junta roscada possui uma primeira camada de galvanização, de galvanização de liga de Sn-Bi ou galvanização de ligas de Sn-Bi-Cu, formada na superfície de contacto de pelo menos um de pino 1 e caixa 2. A primeira camada de galvanização pode ter uma segunda camada de galvanização selecionada das galvanizações de Sn, galvanização de Cu e galvanização de Ni no seu lado inferior e pelo menos uma camada de um revestimento lubrificante e, particularmente, um revestimento lubrificante sólido, no seu lado superior.



Relatório Descritivo da Patente da Invenção para "**JUNTA ROSCADA PARA TUBOS DE AÇO**".

CAMPO TÉCNICO

Esta invenção refere-se à uma junta roscada para tubos de aço  
5 que tem melhorado a resistência à escoriações e que é apropriada para uso na composição de artigos tubulares de campo petrolífero.

TÉCNICA ANTERIOR

Artigos tubulares de campo petrolífero (OCTG) usados nos campos petrolíferos e campos de gás natural podem ter uma extensão total que  
algumas vezes atinge várias milhares de metros. Tais artigos tubulares de  
10 campo petrolífero longos são tipicamente montados pela conexão de um grande número de tubos de aço tendo uma extensão unitária de cerca de dez a doze metros por meio de acoplamentos que são membros tubulares curtos. O material do qual os tubos de aço e acoplamentos são formados é  
15 usualmente aço ao carbono, aço inoxidável ou aço de liga de alto teor, dependendo do ambiente de uso.

Estes tubos de aço são conectados por engate roscado de um pino tendo uma porção roscada macho na sua superfície periférica externa e uma caixa tendo uma porção roscada fêmea na sua superfície periférica interna. Tipicamente, um pino é formado em cada extremidade de um tubo de  
20 aço e uma caixa é formada no interior de um acoplamento. A parte conectora formada por um pino e uma caixa é uma junta roscada.

No caso de uma junta roscada para tubos de aço para a qual um alto grau de hermeticidade ao ar é requerido, a ponta da porção roscada macho do pino e a porção de base da porção roscada fêmea da caixa cada  
25 qual possui uma porção de contacto de metal não roscada formada na mesma. Pela inserção de uma extremidade de um tubo de aço em um acoplamento e aperto da porção roscada macho do pino e da porção roscada fêmea da caixa até as porções de contacto de metal não roscada do pino e  
30 da caixa serem levadas ao contacto entre si, uma vedação de metal a metal que assegura a hermeticidade ao ar é formada.

A Figura 9 ilustra esquematicamente uma junta roscada tendo

este tipo de estrutura de pino-caixa. Um pino 1 possui uma porção roscada macho 1a na sua superfície periférica externa e uma porção de contacto de metal não roscada 1b na sua ponta. Correspondentemente, uma caixa possui uma porção roscada fêmea 2a na sua superfície periférica interna e uma porção de contacto de metal não roscada 2b na sua parte interna. A composição, isto é, a conexão de OCTG é realizada pelo engate das porções roscadas do pino 1 e da caixa 2 um com outro e aperto das porções roscadas até as porções de contacto de metal não roscadas do pino 1 e da caixa 2 contactarem entre si.

10                   A fim de realizar a inspeção periódica e similar, OCTG são elevados de um poço e a desconexão é realizada, isto é, as porções roscadas de uma junta roscada são afrouxadas e os tubos de aço são separados do acoplamento. Após completar a inspeção, a composição de OCTG é realizada novamente apertando as porções roscadas do pino e da caixa e eles são  
15 novamente abaixadas em um poço. As superfícies de contacto deslizante das porções roscadas 1a e 2a do pino 1 e caixa 2 e as porções de contacto de metal não roscada 1b e 2b repetidamente experimentam uma forte força friccional no momento da composição e desconexão de OCTG. Consequentemente, se uma junta roscada não tiver suficiente resistência às forças friccionalis, vedação incompleta ( pobre resistência ao vazamento ) e escoriação ( gripagem severa irreparável) ocorrem nas porções roscadas 1a e 2a e particularmente nas porções de contacto de metal não roscada 1b e 2b, quando o  
20 aperto e afrouxamento são repetidamente realizados.

Portanto, as juntas roscadas para tubos de aço para uso na  
25 composição de OCTG são requeridas que sejam capazes de (a) resistir às forças de tração na direção axial devido ao peso dos tubos de aço conectados, ( b )resistir à pressão dos fluidos interno e externo e(c) manter boa resistência ao vazamento e resistência a escoriação, quando elas são repetidamente usadas ( sofrem repetidas composição e desconexão ) pelo menos  
30 quatro vezes no caso de invólucro ( tubos de grande diâmetro) e pelo menos dez vezes no caso de tubagem ( tubos de pequeno diâmetro). Nos recentes anos, tem havido uma tendência de os poços de petróleo se tornarem mais e

mais profundos e a frequência de uso de OCTG em condições severas tais como nas regiões polares está aumentando, assim demandas estritas crescentes estão sendo realizadas com respeito à qualidade das juntas rosca-

5                                    No passado, como proposto na Patente Japonesa nº 12995/1989 (B), por exemplo, a fim de prover a superfície de contacto ( incluindo a superfície das porções roscadas 1a, 2a e porções de contacto de metal não roscadas 1b, 2b) do pino 1 ou caixa 2 de uma junta roscada com aperfeiçoada resistência às escoriações, a superfície foi submetida ao tratamento da superfície tal como galvanização com cobre ou tratamento com fosfato e uma graxa composta ( também referida como dope) contendo metais pesados tais como Pb foi aplicada à superfície tratada para lubrificação.

10                                    Hoje, todavia, em vista da prevenção da poluição ambiental global que está se tornando um problema prioritário, o uso de dope contendo Pb está sendo restrito. O dope que não contém metais pesados tais como Pb, Zn e Cu (referido como dope verde) tem sido desenvolvido e está sendo usado, porém seu desempenho lubrificante é inadequado e a ocorrência de escoriações não pode ser prevenida particularmente quando uma junta tratada é feita de um material que é relativamente susceptível à escoriação tal

15                                    como aço inoxidável ou aço de liga superior.

20                                    Outros processos de aperfeiçoar a resistência ao vazamento e resistência às escoriações que têm sido propostos incluem (1) um processo em que um pó de fluororesina é disperso em uma camada de galvanização, (2) um processo em que um revestimento protetor lubrificante é formado por sublimação catódica, e (3) um processo usando um revestimento lubrificante sólido ao invés de graxa composta, porém nenhum destes processos têm

25                                    conseguido resistência ao vazamento e resistência à escoriação suficientes.

#### DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

30                                    O objetivo desta invenção é prover uma junta roscada para tubos de aço que pode exibir suficiente resistência ao vazamento e resistência à escoriação quando usada com um dope verde ou sem qualquer dope.

Uma junta roscada para tubos de aço de acordo com a presente

invenção compreende um pino e uma caixa cada qual tendo uma superfície de contacto incluindo uma porção roscada e uma porção de contacto de metal não roscada, caracterizada por ter uma primeira camada de galvanização formada da galvanização de liga de Sn-Bi ou galvanização de liga de Sn-Bi-Cu pelo menos em uma parte da superfície de contacto de pelo menos um dentre pino e caixa.

Bi (Bismuto) é conhecido como material tendo baixa fricção. Tem sido constatado que quando Bi é ligado com Sn(estanho), Bi tem o efeito de aperfeiçoar a fragilidade a baixa temperatura de Sn conhecido como "pest" de estanho e o efeito de aperfeiçoar grandemente a resistência à escoriação no momento de composição e desconexão repetidas de OCTG usando juntas roscadas. Devido ao efeito de Bi na melhoria da fragilidade a baixa temperatura de Sn, uma liga de Sn-Bi exibe um efeito preventivo de "pest" de estanho de modo que Sn não mais vira em pó devido à transformação em  $\alpha$  a baixas temperaturas. Uma liga de Sn-Bi-Cu é ligeiramente mais dura comparada a liga de Sn-Bi, porém adição de Cu a uma liga de Sn-Bi provê as vantagens que não apenas é o efeito preventivo de "pest" de estanho obtido, mas a resistência ao desgaste é também aumentada.

O teor de Bi na liga de Sn-Bi e na liga de Sn-Bi-Cu fica de preferência na faixa de 0,5 – 10 % em massa e mais de preferência 1 – 5% em massa. O teor de Cu na liga de Sn- Bi-Cu fica de preferência na faixa de 2-15 % em massas e mais de preferência 5 – 10% em massa. O restante destas ligas é geralmente Sn e impurezas, mas também é possível que as ligas contenham, ainda, Zn e/ou Pb em uma quantidade de até 5% em massa para cada.

Uma junta roscada para tubos de aço de acordo com a presente invenção pode ter uma segunda camada de galvanização formada de galvanização de Sn, galvanização de Cu ou galvanização de Ni entre a primeira camada de galvanização e a superfície de contacto da junta roscada. Quando esta segunda camada de galvanização é formada sob a primeira camada de galvanização, a escoriação pode ser prevenida suficientemente mesmo que a primeira camada de galvanização de uma liga de Sn-Bi ou Sn-Bi-Cu

formada sobre a segunda camada de galvanização fosse relativamente fina.

A resistência à escoriação pode ainda ser aumentada pela formação pelo menos de uma camada de revestimento lubrificante na primeira camada de galvanização. O revestimento lubrificante pode ser uma camada  
5 simples de um revestimento lubrificante de líquido viscoso ou semisólido ou pode ser uma camada simples de um revestimento lubrificante sólido. Em uma outra concretização, o revestimento lubrificante tem uma camada inferior de um revestimento lubrificante sólido e uma camada superior de um revestimento lubrificante de líquido viscoso ou semisólido.

10 Um revestimento lubrificante sólido de preferência contém um pó lubrificante sólido em um aglutinante a fim de aumentar as propriedades lubrificantes do revestimento. Pela pressão aplicada durante a composição e desconexão repetidas de um OCTG, o pó lubrificante sólido torna-se embutido na primeira camada de galvanização de uma liga de Sn-Bio ou liga de  
15 Sn-Bi-Cu. A quantidade de pó lubrificante sólido que é embutida aumenta em proporção à pressão e ao número de vezes que composição e desconexão são realizadas. Portanto, mesmo que a pressão se torne alta ou a junta roscada seja repetidamente usada, um efeito lubrificante é mantido pelo pó lubrificante sólido embutido e o efeito de prevenção de escoriação por uma  
20 junta roscada de acordo com a presente invenção é aumentado.

O efeito de melhorar a resistência à escoriação por um pó lubrificante embutido na primeira camada de galvanização pode ser realizado em uma maneira similar quando o revestimento lubrificante é um revestimento de líquido viscoso ou semi sólido que contém um pó lubrificante sólido.

25 Quando um revestimento lubrificante sólido contendo um pó lubrificante sólido é formado diretamente na superfície de um metal de base, uma vez que o metal de base é muito duro, o pó lubrificante sólido facilmente se desprende sem ser embutido no metal de base no momento da composição e desconexão, assim o efeito acima descrito não pode ser conseguido.  
30

Uma junta roscada para tubos de aço de acordo com a presente invenção tem melhorada resistência ao vazamento e resistência à escoria-

ção em relação aos produtos convencionais e exibe adequada resistência ao vazamento e resistência à escoriação sem o uso da graxa composta, que tem muitos problemas do ponto de vista ambiental. Conseqüentemente, a ocorrência de escoriações pode ser efetivamente suprimida ou pela aplicação de um dope verde ou sem qualquer dope.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 é uma vista seccional transversal esquemática da superfície de contacto de uma junta roscada para tubos de aço de acordo com uma primeira concretização da presente invenção.

A Figura 2 é uma vista seccional transversal esquemática da superfície de contacto de uma junta roscada para tubos de aço de acordo com uma segunda concretização da presente invenção.

A Figura 3 é uma vista seccional transversal esquemática da superfície de contacto de uma junta roscada para tubos de aço de acordo com uma terceira concretização da presente invenção.

A Figura 4 é uma vista seccional transversal esquemática da superfície de contacto de uma junta roscada para tubos de aço de acordo com uma quarta concretização da presente invenção.

A Figura 5 é uma vista seccional transversal da superfície de contacto de uma junta roscada para tubos de aço de acordo com uma quinta concretização da presente invenção.

A Figura 6 é uma vista seccional transversal esquemática da superfície de contacto de uma junta roscada para tubos de aço de acordo com uma sexta concretização da presente invenção.

A Figura 7 é uma fotografia mostrando o grau de umectabilidade de uma superfície galvanizada com Cu.

A Figura 8 é uma fotografia mostrando o grau de umectabilidade da superfície galvanizada com liga de Sn-Bi.

A Figura 9 é uma vista seccional transversal esquemática de um pino e uma caixa de uma junta roscada típica para tubos de aço.

#### MELHOR MODALIDADE PARA REALIZAR A INVENÇÃO

A presente invenção será explicada abaixo com respeito a várias

concretizações em conjunção com os desenhos anexos. Na explicação que se segue, a menos que de outro modo especificado, "%" significa "% em massa".

5 Similarmente a uma junta roscada convencional para tubos de aço mostrada na Figura 9, uma junta roscada para tubos de aço de acordo com a presente invenção é constituída por um pino tendo uma porção roscada macho e uma porção de contacto de metal não roscada na sua superfície periférica externa e uma caixa tendo uma porção roscada fêmea e uma porção de contacto de metal não roscada na sua superfície periférica interna. As superfícies das porções roscadas e das porções de contacto de metal não roscadas do pino e da caixa são as superfícies de contacto que contactam entre si durante a composição de OCTG pelo aperto das porções roscadas. Na presente invenção, pelo menos uma parte da superfície de contacto de pelo menos um dentre pino e caixa possui uma primeira camada de galvanização de liga de Sn-Bi ou galvanização de liga de Sn-Bi-Cu formada nos mesmos. Em algumas concretizações da presente invenção, uma segunda camada de galvanização selecionada da galvanização de Sn, galvanização de Cu e galvanização de Ni é formada entre a primeira camada de galvanização e metal de base, e/ou pelo menos uma camada de um revestimento lubrificante é provida sobre a primeira camada de galvanização.

10

15

20

Tipicamente, um pino é formado em ambas as extremidades de um tubo de aço e uma caixa é formada no interior de um acoplamento, que é um membro curto separado do tubo de aço. Outras juntas roscadas denominadas juntas roscadas integrais são conhecidas e usadas, nas quais um pino é formado em uma extremidade de um tubo de aço e uma caixa é formada na outra extremidade, de modo que os tubos de aço são conectados entre si sem usar um acoplamento. Em princípio, uma junta roscada na qual um pino é formado na superfície periférica externa de um acoplamento e uma caixa é formada na superfície periférica interna de ambas as extremidades de um tubo de aço é também concebível. A presente invenção pode ser aplicada a quaisquer destes tipos de juntas roscadas.

25

30

Os efeitos da presente invenção podem ser atingidos quando

uma primeira camada de galvanização de acordo com a presente invenção e opcionalmente uma segunda camada de galvanização e/ou um revestimento lubrificante são providas na superfície de contacto de apenas um dentre o pino e a caixa. Por exemplo, com uma junta roscada típica tendo um pino em ambas as extremidades de um tubo de aço, tratamento de acordo com a presente invenção pode ser realizado apenas na superfície de contacto da caixa, que é mais fácil para tratar. Neste caso, a superfície de contacto do membro restante, caixa neste caso, pode ser não tratada (permanece como usinada), ou pode ser submetida a um tratamento lubrificante convencional apropriado.

Exemplos não limitativos dos materiais que podem ser usados para formar uma junta roscada para tubos de aço de acordo com a presente invenção e conseqüentemente um tubo de aço e acoplamento são aços ao carbono, aço inoxidável e aço de liga superior. Antes de submeter à galvanização de acordo com a presente invenção, a superfície de contacto de uma junta roscada pode sofrer aspereza da superfície pelo jato de areias, jato de injeção ou outro processo.

As Figuras 1-6 cada qual mostra esquematicamente a seção transversal da superfície de contacto de um pino ou uma caixa de uma junta roscada de acordo com diferentes concretizações da presente invenção em que pelo menos uma camada formada pelo tratamento da superfície e incluindo uma primeira camada de galvanização é formada na superfície de contacto.

Na junta roscada mostrada na Figura 1, a superfície de contacto de um metal de base 5 de um pino ou uma caixa tem apenas uma primeira camada de galvanização 6 formada na mesma pela galvanização de liga de Sn-Bi ou galvanização de liga de Sn-Bi-Cu. A primeira camada de galvanização pode ser formada por ambas as galvanizações, de liga de Sn-Bi e de Sn-Bi-Cu.

É usualmente preferido que a espessura da primeira camada de galvanização 6 esteja na faixa de 3 – 30  $\mu\text{m}$  e mais de preferência 5 – 25  $\mu\text{m}$ . Quando uma segunda camada de galvanização que é descrita mais tar-

de não é formada sob a primeira camada de galvanização, a primeira camada de preferência possui uma espessura maior na faixa acima mencionada, por exemplo, entre 10 e 30  $\mu\text{m}$ . Por outro lado, quando a segunda camada de galvanização é formada e/ou um revestimento lubrificante sólido que é também descrito mais tarde é formado, a espessura da primeira camada de galvanização pode ser tão fina quanto 15 $\mu\text{m}$  ou menos. Neste caso, a espessura da primeira camada de galvanização está de preferência na faixa de 3-20  $\mu\text{m}$  e mais de preferência 5 – 15  $\mu\text{m}$ .

A galvanização de liga de Sn-Bi pode ser realizada de acordo com eletro-estanhagem (eletro galvanização com Sn) usando uma solução de galvanização alcalina ou uma solução de galvanização acídica, por exemplo. Quando um composto Bi é adicionado a um composto Sn na solução de galvanização de modo a formar uma galvanização de ligas de Sn-Bi em que Bi é co-precipitado com Sn, a dureza do revestimento galvanizado resultante é grandemente aumentada em comparação aquela da galvanização de Sn pura (Hv: 8-10). Por exemplo, um revestimento galvanizado de liga de Sn-Bi contendo 0,5% - 10% de Bi tem uma dureza que é 2-3 vezes tão alta quanto aquela de galvanização com Sn pura e, portanto, possui uma resistência ao desgaste aumentada. Ao mesmo tempo, a fragilidade a baixa temperatura ("pest" Sn) de galvanização de Sn é aperfeiçoada pela co-precipitação de Bi.

Similarmente, a galvanização de liga de Sn-Bi-Cu pode ser formada pela realização de eletro galvanização usando uma solução de galvanização contendo um composto de Bi e um composto de Cu em adição a um composto de Sn. A galvanização de liga de Sn-Bi-Cu proporciona os efeitos acima descritos de Bi e possui uma dureza de galvanização mais alta, assim sua resistência ao desgaste é mesmo mais alta.

Um exemplo de uma solução de galvanização alcalina para galvanização de liga de Sn-Bi contém 100 – 110 g/L de estanato de potássio, 35 – 60 g/L de hidróxido de potássio e 0,5- 1,5 g/L como metal de Bi de um composto de Bi. As condições de galvanização típicas com esta solução de galvanização são uma temperatura de banho de 75 – 85°C e uma densidade

de corrente de 0,5 – 3 A/dm<sup>2</sup>.

Um exemplo de uma solução de galvanização acídica para galvanização de liga de Sn-Bi contém 130 g/L de um ácido orgânico, 10 g/L como metal de Sn de um composto de Sn e 3g/L como metal de Bi de um composto de Bi. As condições de galvanização típicas com esta solução de galvanização são uma temperatura de banho de 30 – 40°C e uma densidade de corrente de 0,3 -3,5 A/dm<sup>2</sup>.

Um exemplo de uma solução de galvanização acídica para galvanização de liga de Sn-Bi-Cu contém 130-180 g/L de um ácido orgânico, 15 g/L como metal de Sn de um composto de Sn, 1,5 g/L como metal de Bi de um composto de Bi e 1g/L como metal de Cu de um composto de Cu. As condições de galvanização típicas com esta solução de galvanização são uma temperatura de banho de 15 – 30°C e uma densidade de corrente de 0,5 – 3,5 A/dm<sup>2</sup>.

Para cada uma destas soluções de galvanização, a fonte para cada metal pode ser selecionada dos compostos apropriados do metal que são solúveis na solução de galvanização.

Na junta roscada para tubos de aço mostrados na Figuras 2, uma segunda camada de galvanização 7 da galvanização de Sn, galvanização de Cu ou galvanização de Ni é formada como uma camada de subgalvanização na superfície de um metal de base 5 e uma primeira camada de galvanização 6 da galvanização de liga de Sn-Bi ou galvanização de ligas de Sn-Bi-Cu é formada sobre a segunda camada de galvanização 7. A segunda camada de galvanização pode também ser formada por duas ou mais galvanizações ( tais como camada de galvanização de Ni e galvanização de Cu).

A espessura da segunda camada de galvanização 7 é de preferência 1 – 15 µm e mais de preferência 2 – 10 µm no caso de galvanização de Sn ou 1 - 15µm e mais de preferência 1 – 10 µm no caso de galvanização de Ni ou Cu.

A galvanização de Sn pode ser formada, por exemplo, usando uma solução de galvanização que contém 200 g/L de fluoroborato estanho, 125 g/L de ácido fluorobórico, 25 g/L de ácido bórico, 2 g/L de gelatina e l

g/L de  $\beta$ -naftol, pela realização de eletrogalvanização a uma temperatura de banho de 20 – 25°C e uma densidade de corrente de 1-5A/dm<sup>2</sup>. A galvanização de Sn é tipicamente realizada em tal banho de fluoroborato, porém levando em consideração a facilidade de tratamento de água residual, uma solução de galvanização de Sn comercialmente disponível com base em um sulfonato orgânico pode também ser usada.

Galvanização de Cu e galvanização de Ni podem ser realizadas pelo processo de eletro-galvanização de Ni ou Cu convencional. Os banhos de eletro-galvanização útil para a galvanização de Cu incluem um banho de cianeto de cobre, um banho de sulfato de cobre e um banho de pirofosfato de cobre. Destes, um banho de cianeto de cobre e um banho de sulfato de cobre são preferidos. Os banhos de eletrogalvanização úteis para a galvanização de Ni incluem um banho de "watts" níquel, um banho de cloreto de níquel, um banho de sulfamato de níquel e um banho de cloreto de amônio (banho de galvanização de níquel de baixa temperatura ). Destes, um banho de "watts" níquel e um banho de cloreto de níquel são preferidos.

Na concretização mostrada na Figura 1, a primeira camada 6 de uma liga de Sn-Bi ou uma liga de Sn-Bi-Cu é formada na superfície de contacto de uma junta roscada. Na concretização mostrada na Figura 2, a segunda camada de galvanização 7 de galvanização de Sn, Cu ou Ni é inicialmente formada na superfície de contacto e então a primeira camada de galvanização 6 é formada.

Quando o metal de base 5 é aço ao carbono, é possível formar a primeira camada de galvanização 6 (Figura 1) ou a segunda camada de galvanização 7 (Figura 2) com boa adesão mesmo se fosse diretamente formada na superfície de aço.

Por outro lado, no caso em que o metal de base 5 é um aço inoxidável ou aço de liga superior, se a primeira camada de galvanização de galvanização de Sn-Bi ou galvanização de Sn-Bi-Cu for diretamente formada na superfície de aço, o revestimento galvanizado resultante possui pobre adesão à superfície e é possível descolar-se facilmente. Portanto, a superfície de contacto das juntas roscadas é de preferência submetida a galvaniza-

ção por eletrodeposição de Cu ou Ni antes de galvanizar com galvanização com liga de Sn-Bi ou liga de Sn-Bi-Cu para formar uma primeira camada de galvanização. Nesse caso, a primeira camada de galvanização com boa adesão pode ser formada na superfície de contacto via galvanização por eletrodeposição.

5 Similarmente, quando a segunda camada de galvanização 7 é inicialmente formada na superfície de contacto como mostrado na Figura 2, se o metal de base 5 for aço inoxidável ou aço de liga superior, é preferível realizar previamente a galvanização por eletrodeposição de Ni ou Cu. Toda-  
10 via, no caso em que a segunda camada de galvanização é uma camada de galvanização de Ni ou Cu fina, por exemplo, na ordem de 1 - 3µm, é possível formar a segunda camada de galvanização com boa adesão na superfície de aço inoxidável ou aço de liga superior mesmo que a galvanização por eletrodeposição prévias fosse omitida.

15 A galvanização por eletrodeposição de Ni ou Cu pode ser realizada em uma maneira convencional. Geralmente, a galvanização por eletrodeposição de Ni é conduzida usando um banho de cloreto de níquel, enquanto que a galvanização por eletrodeposição de Cu é realizada usando um banho de cianeto de cobre. Em outro caso, o tempo de galvanização é  
20 curto o bastante para formar um revestimento galvanizado de menos que 1 µm e de preferência no máximo 0,5 µm.

Na junta roscada para tubos de aço mostrada na Figura 3, a superfície da primeira camada de galvanização 6 da galvanização de liga de Sn-Bi ou da liga de Sn-Bi-Cu é coberta com um revestimento lubrificante 8.  
25 Na Figura 3 e 4, a estrutura sob a primeira camada galvanizada 6 não é mostrada porém pode ser a mesma que na Figura 1 ou Figura 2.

Exemplos do revestimento lubrificante são um revestimento lubrificante sólido tal como aquele descrito nas Patentes Japonesas N<sup>os</sup> 65751/2001-A, 221288/2002-A, 327875/2002-A ou 348587/2002-A (um revestimento cozido compreendendo um pó lubrificante sólido disperso em um  
30 aglutinante) ou um revestimento de líquido viscoso ou semisólido tal como aquele descrito na Patente Japonesa n<sup>o</sup> 173692/2002-A ou 53013/2004-A

(um revestimento compreendendo vários componentes lubrificantes em um óleo de base ).

Exemplos de um pó lubrificante sólido preferido que está presente no revestimento lubrificante sólido incluem, porém não limitados a, grafita,  $\text{MoS}_2$  (dissulfeto de molibdênio),  $\text{WS}_2$  (dissulfeto de tungstênio), BN (boro nitrito), PTFE (politetrafluoroetileno) CF (fluoreto de carbono) e  $\text{CaCO}_3$  (carbonato de cálcio). Destes, grafita e  $\text{MoS}_2$  são os mais preferidos. Estes têm uma estrutura cristalina em camada tendo uma alta resistência de ligação inter-plano e uma baixa resistência de ligação inter-plano e eles são possíveis de causar deslaminção de planos de cristal que provê um efeito deslizando e assim são apropriados para melhorar a resistência à escoriação.

Como um aglutinante que é usado para formar o revestimento lubrificante sólido, vários materiais capazes de formar um filme orgânico ou inorgânico podem ser usados. Exemplos de um material capaz de formar um filme orgânico são resinas orgânicas tendo uma boa resistência ao calor tal como resinas epóxi, resinas de poliamida e resinas de polimida-amida. Exemplos de um material capaz de formar um filme inorgânico são substâncias orgânicas ou inorgânicas tais como sílica sol, alcóxilas e alcóxidos de titânio que podem formar um revestimento de óxido de metal.

Um revestimento lubrificante sólido pode ser formado pela mistura de um pó lubrificante sólido com uma solução aglutinante para formar uma composição de revestimento, aplicação da composição de revestimento à superfície de contacto de uma junta roscada para tubos de aço e secagem do revestimento de preferência pelo aquecimento para cozer o revestimento. A temperatura de aquecimento depende do tipo do aglutinante e, quando o aglutinante é uma resina epóxi, é de preferência em torno de 150-250°C.

Um revestimento lubrificante sólido preferido possui uma espessura de revestimento de 5 - 30µm e contém 10 - 50% de um pó lubrificante sólido. A galvanização com liga de Sn-Bi ou Sn-Bi-Cu que é a camada de galvanização contactante com o revestimento lubrificante sólido tem boa afinidade para líquidos, assim o revestimento lubrificante sólido formado nesta

galvanização possui boa adesão.

O revestimento lubrificante de líquido viscoso ou semisólido de preferência não contém uma quantidade substancial de pó de metais pesados tais como Pb, Zn e Cu que são prejudiciais ao meio ambiente e aos homens. Tal revestimento lubrificante compreende uma quantidade considerável de um ou mais componentes lubrificantes (tais como ceras, sabões de metal e vários tipos de sais de metal básico de um ácido orgânico incluindo sulfonatos de Ca ou Ba básicos, fenato, salicilato e carboxilato) em um óleo de base (tais como óleo mineral, éster de ácido graxo superior ou graxas). A forma do revestimento lubrificante, isto é, se é um líquido viscoso ou semisólido, depende da viscosidade deste óleo de base e da quantidade de componentes lubrificantes. Uma espessura preferida do revestimento de líquido viscoso ou semisólido é 10 – 200  $\mu\text{m}$ .

A Figura 4 mostra uma concretização em que o revestimento lubrificante consiste de uma camada inferior na forma de um revestimento lubrificante sólido 8a e uma camada superior na forma de um revestimento lubrificante de líquido viscoso ou semisólido 8b. O revestimento lubrificante sólido inferior e o revestimento de líquido viscoso superior ou semisólido constituindo as duas camadas 8a e 8b, respectivamente, podem ser os mesmos que descritos acima.

A Figura 5 ilustra uma concretização em que uma primeira camada 6 de galvanização com liga de Sn-Bi ou liga de Sn-Bi-Cu é formada na superfície de um metal de base 5 e um revestimento lubrificante 8a1 sólido contendo  $\text{MoS}_2$  é formado sobre a primeira camada de galvanização 6. O revestimento lubrificante sólido 8a1 pode ser formado como acima descrito pela aplicação de uma composição de revestimento compreendendo pó de  $\text{MoS}_2$  disperso em um aglutinante como uma resina epóxi seguida pelo cozimento. A espessura do revestimento é de preferência em torno de 3-30 $\mu\text{m}$  para a primeira camada de galvanização 6 e em torno de 5 – 30- $\mu\text{m}$  para o revestimento lubrificante sólido, com a espessura total das duas camadas estando em torno de 10 – 45  $\mu\text{m}$ .

A Figura 6 ilustra uma concretização

que é a mesma que aquela mostrada na Figura 5, exceto que o revestimento lubrificante sólido é um revestimento lubrificante sólido contendo grafita 8a2.

Quando um revestimento lubrificante sólido é formado sobre a primeira camada de galvanização 6 de uma liga de Sn-Bi ou Sn-Bi-Cu como  
5 mostrado nas Figura 5 e Figura 6, pode ser preferível formar uma camada de galvanização de Cu fina não ilustrada com uma espessura de 1 - 3µm como uma segunda camada de galvanização inferior. Quando uma camada de galvanização de Cu fina formada sob a primeira camada de galvanização 6, devido ao calor no momento do cozimento do revestimento lubrificante  
10 sólido 8a1 ou 8a2 ( que é geralmente realizada as 150-250°C), uma camada de um composto intermetálico de Sn-Bi-Cu é formada com um gradiente de concentração suave entre a primeira camada de galvanização e metal de base 5, pelo que a resistência do adesivo da primeira camada de galvanização 6 é aumentada.

15 É possível formar uma ou mais das primeira e segunda camadas de galvanização e camada de galvanização pela eletrodeposição pela galvanização não elétrica ou galvanização em fase de vapor ao invés de pela eletro galvanização. Todavia, a eletro galvanização é preferida devido a sua eficiência e economia.

20 Uma junta roscada para tubos de aço de acordo com a presente invenção é de preferência usada para composição de OCTG sem aplicação de dope ou após aplicação de um dope verde. Particularmente, uma junta roscada tendo um revestimento lubrificante sólido 8a, 8a1 ou 8a2 formado em uma primeira camada de galvanização 6 de liga de Sn-Bi ou Sn-Bi-Cu como  
25 mostrado nas Figuras 4 a 6 exibe propriedades lubrificantes muito altas devido à capacidade do pó lubrificante sólido no revestimento lubrificante ser embutido sob pressão na primeira camada de galvanização que é relativamente mole e provê boa resistência à escoriação mesmo que fosse usado para a composição de OCTG sem aplicação de dope. Quando um revestimento lubrificante de líquido viscoso ou semisólido for formado sobre o  
30 revestimento lubrificante sólido, a resistência à escoriação é ainda aumentada. Similarmente, quando apenas um revestimento lubrificante de líquido visco-

so ou semisólido for formado sobre a primeira camada de galvanização, se for conter sólido lubrificante ( por exemplo, um carbonato de metal alcalino terroso que é contido em um sal de metal básico de um ácido orgânico), o aperfeiçoamento acima descrito na lubrificação e resistência à escoriação devido a natureza das partículas sólidas de se encravar na primeira camada da galvanização pode ser conseguido.

No caso de uma junta roscada de acordo com a presente invenção como mostrado na Figura 1 ou Figura 2 em que nenhum revestimento lubrificante é formado de modo que a primeira camada de galvanização de um liga de Sn-Bi ou Sn-Bi-Cu seja exposta, é geralmente preferível usar a junta roscada para composição de OCTG após a aplicação de dope verde.

O dope é geralmente uma composição semisólida ou sólida contendo um ou mais espessadores e opcionalmente outras partículas sólidas dispersas no óleo lubrificante. Espessadores úteis incluem sabões de metal, complexos de Ca, derivados de uréia, sais de metal e derivados de bentonitas.

Um tipo de dope que é substancialmente livre de pó de metal pesado e tem boa biodegradabilidade é referido como dope verde. Embora não haja definição específica de dope verde, como um padrão estimado, o dope verde deverá ter um valor de BOD de pelo menos 60%. O dope verde é distinguível em termos de biodegradabilidade de um revestimento lubrificante semisólido que pode ser formado sobre a primeira camada de galvanização de acordo com a presente invenção. A consistência de um dope é medida pela penetração definida em JIS K 2220 5,3 na mesma maneira que da graxa. Um revestimento lubrificante de líquido viscoso possui uma consistência muito inferior, que pode ser medida por um viscosímetro padrão tal como viscosímetro "Brookfield". Sua viscosidade geralmente fica no máximo 10.000 cSt a 40°C.

### EXEMPLOS

Os seguintes exemplos destinam-se a demonstrar os efeitos da presente invenção, porém os mesmos não pretendem limitar a presente invenção em qualquer maneira. Nos exemplos, a superfície de contacto inclu-

indo a porção roscada e a porção de contacto de metal não roscada de um pino será referida como "superfície de pino" e a superfície de contacto incluindo a porção roscada e a porção de contacto de metal não roscada de uma caixa será referida como "superfície de caixa".

5. As juntas roscadas para tubos de aço que foram preparados nos exemplos foram constituídas por um pino formado em cada extremidade de tubo de aço sem costura para testar que media um diâmetro externo de 244,5mm, uma espessura da parede de 13,84mm e uma extensão de 1.200mm e uma caixa formada no interior de um acoplamento. Cada pino  
10 tinha uma porção roscada macho e uma porção de contacto de metal não roscada formada na sua superfície periférica externa e cada caixa tinha uma porção roscada fêmea e uma porção de contacto de metal não roscada formada na sua superfície periférica interna. O tubo de aço e acoplamento foram feitos de aço 13 Cr, que é um aço de alta liga contendo Cr a 13%, Ni a  
15 0,1% e Mo a 0,4%.

Como mostrado na Tabela 1 e Tabela 2, pelo menos uma camada de galvanização e opcionalmente pelo menos um revestimento lubrificante sobre a galvanização foram formadas na superfície de caixa de cada acoplamento. A Tabela 1 ilustra exemplos de trabalho de acordo com a presente  
20 invenção em que nenhum revestimento lubrificante foi formado nos Exemplos 1 – 8 e um ou dois revestimentos lubrificantes foram formados nos Exemplos 9 – 13. A Tabela 1 ilustra exemplos comparativos em que a camada de galvanização mais alta não era uma camada de galvanização de liga de Sn-Bi ou Sn-Bi-Cu.

25 A galvanização de liga de Sn-Bi e a galvanização de liga de Sn-Bi-Cu mostradas na Tabela I foram formadas pela eletrodeposição usando a solução de galvanização acídica acima descrita (usando as respectivas fontes de metal na forma de um sal de ácido orgânico).; A composição de liga desta galvanização de liga era aproximadamente de Bi a 3% para a galvanização de liga de Si – Bi e aproximadamente de Bi a 3% e aproximadamente  
30 Cu a 7,5% para a galvanização de liga de Sn-Bi-Cu. A galvanização de liga de Sn-Cu usada em alguns exemplos comparativos foi formada pela eletro-

deposição usando uma solução de galvanização alcalina. O teor de Cu da galvanização de liga de Sn-Cu era aproximadamente de 50%.

Quando uma segunda camada de galvanização for formada antes da primeira camada, era formada pela eletrodeposição. O banho de eletrodeposição usado era um banho de sulfonato para galvanização de Sn, um banho de cloreto de níquel para galvanização de Ni e um banho de cianeto de cobre para galvanização de Cu.

Embora não mostrada nas Tabelas 1 e 2, cada superfície de caixa que era desengordurada era previamente submetida à galvanização por eletrodeposição de Ni com uma espessura de 0,5  $\mu\text{m}$  usando um banho de cloreto de níquel para galvanização por eletrodeposição antes da última camada de galvanização indicada nas tabelas ser formada, em vista do metal de base que era aço de alta liga. Todavia, nos Exemplos 4 e 13 e Exemplos Comparativos 1 – 3 e 5 – 7 em que a última camada de galvanização era uma camada de galvanização de Ni com uma espessura de 1  $\mu\text{m}$ , a galvanização por eletrodeposição de Ni não foi realizada.

Os revestimentos lubrificantes usados nos exemplos eram revestimentos lubrificantes sólidos e um revestimento lubrificante de líquido viscoso (grafita ou dissulfeto de molibdênio) em uma resina epóxi e foi formado pela aplicação de uma composição de revestimento seguido pelo cozimento a uma temperatura de aproximadamente 200°C. O teor de pó lubrificante nos revestimentos lubrificantes sólidos era de 30% no caso de grafita e 40% no caso de dissulfeto de molibdênio ( $\text{MoS}_2$ ).

O revestimento lubrificante de líquido viscoso continha cera e um sulfonato de cálcio básico como componentes lubrificantes em um óleo mineral como um óleo de base.

As juntas roscadas tendo superfícies de caixa tratadas na maneira mostrada nas Tabelas 1 e 2 foram submetidas ao seguinte teste de escoriações.

#### (TESTE DE ESCORIAÇÕES)

Um pino na extremidade de um tubo de aço foi inserido na caixa de um acoplamento. A superfície do pino tinha previamente sido jateada com

contas de vidro. Em alguns exemplos, um dope verde comercialmente disponível havia previamente sido aplicado à superfície de caixa. Para estimular a composição e desconexão de OCTG, as porções roscadas do pino e da caixa foram engatadas e apertadas com um torque de 49351,8 N-m (36400 ft-lbs) a temperatura ambiente até as porções de contacto de metal não roscadas do pino e da caixa contactarem entre si para composição e então eles foram desengatadas para desconectar o tubo de aço do acoplamento para desconexão. Então, a superfície da caixa era visualmente observada para determinar se as escoriações ocorreram ou não.

Este procedimento de composição e desconexão era realizado até dez vezes e a resistência à escoriações foi avaliada pelo ciclo de composição e desconexão até a ocorrência de escoriações (gripagem severa não reparável). Quando a gripagem ligeira reparável for observada, o teste foi continuado após o reparo da junta roscada. Os resultados são mostrados nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1

Exemplo	Estrutura da superfície da caixa (na ordem da camada superior para inferior) (o valor em parênteses é a espessura do revestimento)	Aplic. dope verde	Result.de teste de escoriações (nº de ciclos de composição/desconexão antes da escoriação)
Exemplo 1	Galvanização c/liga Sn-Bi(15µm)	Sim	8 vezes
		Não	6 vezes
Exemplo 2	Galvanização com galvaniz. De Sn (5µm)	Sim	10 vezes
		Não	8 vezes
Exemplo 3	Galvanização c/liga Sn-Bi(14µm); Galvaniz. de Cu (3 µm)	Sim	10 vezes
Exemplo 4	Galvanização c/liga Sn-Bi(25µm); Galvaniz. de Ni (1 µm)	Sim	10 vezes
Exemplo 5	Galvanização c/liga Sn-Bi(12µm)	Sim	8 vezes
Exemplo 6	Galvanização c/liga Sn-Bi-Cu (10 µm); galvaniz. de Sn(10µm)	Sim	10 vezes

Exemplo 7	Galvanização c/liga Sn-Bi-Cu(15 $\mu\text{m}$ ); galvaniz. de Cu (5 $\mu\text{m}$ )	Sim	10 vezes
Exemplo 8	Galvanização c/liga Sn-Bi-Cu(15 $\mu\text{m}$ ); Galvaniz. de Ni (5 $\mu\text{m}$ )	Sim	10 vezes
Exemplo 9	Revestimento lubrificante sólido contendo grafita(30 $\mu\text{m}$ ); Galvaniz. de ligas SN-Bi(5 $\mu\text{m}$ )	Não	8 vezes
Exemplo 10	Revestimento lubrificante sólido contendo grafita(30 $\mu\text{m}$ ); Galvaniz. de Sn-Bi (11 $\mu\text{m}$ ); Galvaniz. de Sn (3 $\mu\text{m}$ )	Não	8 vezes
Exemplo 11	Revestimento lubrificante de liq. viscoso(200 $\mu\text{m}$ ); revestimento lubrif. sólido contendo grafita(10 $\mu\text{m}$ );	Não	10 vezes
Exemplo 12	Revestimento lubrificante de liq. viscoso (200 $\mu\text{m}$ ); revestimento lubrif.sólido contendo grafita(10 $\mu\text{m}$ ); galvaniz. de ligas Sn-Bi(10 $\mu\text{m}$ ); galvaniz. Sn (5 $\mu\text{m}$ )	Não	10 vezes
Exemplo 13	Revestimento lubrificante de liq. viscoso (200 $\mu\text{m}$ ); revestimento lubrificante sólido contendo grafita (10 $\mu\text{m}$ ); galvaniz. de liga Sn-Bi (10 $\mu\text{m}$ ); galvaniz. de Cu (5 $\mu\text{m}$ ); Deposição de Ni ( 1 $\mu\text{m}$ )	Não	10 vezes

TABELA 2

Exemplo Comparativo	Estrutura da superfície da caixa (na ordem da camada superior para inferior) (o valor em parênteses é a espessura do revestimento)	Aplic. dope verde	Result.de teste de escoriações (nº de ciclos de composição/desconexão antes da escoriação)
Exemplo Comparativo 1	Galvaniz. de Cu(10 µm); Galvaniz. de Ni (1 µm);	Sim	4 vezes
		Não	1 vez
Exemplo Comparativo 2	Revestimento lubrif.sólido contendo grafitas (25µm); Galvaniz. de Cu (10µm ); Galvaniz. de Ni (1 µm)	Sim	4 vezes
		Não	1 vez
Exemplo Comparativo 3	Revestimento lubrif.sólido contendo MoS <sub>2</sub> (25 µm); Galvaniz. de Cu (10µm); Galvaniz. de Ni (1 µm)	Sim	4 vezes
Exemplo Comparativo 4	Galvaniz. de Cu-SN (10 µm)	Sim	6 vezes
Exemplo Comparativo 5	Galvaniz. de Cu ( 8 µm); Galvaniz. de Ni (1 µm)	Não	2 vezes
Exemplo Comparativo 6	Revestimento lubrif.sólido contendo grafita (25 µm); Galvaniz. de Cu (8 µm); Galvaniz. de Ni (1 µm)	Não	2 vezes
Exemplo Comparativo 7	Revestimento lubrif.sólido contendo MoS <sub>2</sub> (25 µm); Galvaniz. de Cu ( 9µm); Galvaniz. de Ni ( 1µm)	Não	2 vezes
Exemplo Comparativo 8	Revestimento lubrif.sólido contendo grafita (25 µm); Galvaniz. de Cu-Sn(12µm)	Não	3 vezes

EXEMPLO 1

A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de liga Sn-Bi com uma espessura de 15 µm. No teste de escoriação que foi realizado após o dope verde ser aplicado na superfície da caixa, a composição e ruptura puderam ser realizadas oito vezes sem a ocorrência de escoriações.

Quando a mesma superfície da caixa foi submetida ao teste de escoriações sem a aplicação de dope verde, a composição e ruptura puderam ser realizadas seis vezes, sem a ocorrência de escoriações.

(EXEMPLO 2)

5 A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de Sn inferior com uma espessura de 5  $\mu\text{m}$  e uma camada de galvanização de liga de Sn-Bi superior com uma espessura de 12  $\mu\text{m}$ . No teste de escoriação que foi realizado após dope verde ser aplicado na superfície da caixa, a composição e desconexão puderam ser realizadas dez vezes sem a ocorrência de escoriações. Quando a mesma superfície da caixa foi submetida ao teste de escoriação sem a aplicação de dope verde, a composição e desconexão puderam ser realizadas oito vezes sem a ocorrência de escoriação.

(EXEMPLO 3)

15 A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de Cu inferior com uma espessura de 3  $\mu\text{m}$  e uma camada de galvanização de liga de Sn-Bi superior com uma espessura de 14  $\mu\text{m}$ . No teste de escoriação que foi realizado após o dope verde ser aplicado à superfície da caixa, a composição e a desconexão puderam ser realizadas dez vezes sem a ocorrência de escoriação.

20 (EXEMPLO 4)

A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de Ni inferior com uma espessura de 1  $\mu\text{m}$  e uma camada de galvanização de liga de Sn-Bi com uma espessura de 15  $\mu\text{m}$ . No teste de escoriação que foi realizado após o dope verde ser aplicado à superfície da caixa, a composição e desconexão puderam ser realizadas dez vezes sem a ocorrência de escoriação.

(EXEMPLO 5)

30 A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de ligas de Sn-Bi-Cu com uma espessura de 12  $\mu\text{m}$ . No teste de escoriação que foi realizado após o dope verde ser aplicado à superfície da caixa, a composição e desconexão puderam ser realizadas oito vezes sem a ocorrência de

escoriação.

(EXEMPLO 6)

5 A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de Sn inferior com uma espessura de 10  $\mu\text{m}$  e uma camada de galvanização de liga de Sn-Bi-Cu superior com uma espessura de 10  $\mu\text{m}$ . No teste de escoriação que foi realizado após o dope verde ser aplicado à superfície da caixa, a composição e desconexão puderam ser realizadas dez vezes sem a ocorrência de escoriação.

(EXEMPLO 7)

10 A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de Cu inferior com uma espessura de 5  $\mu\text{m}$  e uma camada de galvanização de liga de Sn-Bi-Cu com uma espessura de 15  $\mu\text{m}$ . No teste de escoriação que foi realizado após o dope verde ser aplicado à superfície da caixa, a composição e a desconexão puderam ser realizadas dez vezes sem a ocorrência de escoriação.

(EXEMPLO 8)

15 A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de Ni inferior com uma espessura de 5  $\mu\text{m}$  e uma camada de galvanização de liga de Sn-Bi-Cu superior com uma espessura de 15  $\mu\text{m}$ . No teste de escoriação que foi realizado após o dope verde ser aplicado à superfície da caixa, a composição e desconexão puderam ser realizadas dez vezes sem a ocorrência de escoriação.

(EXEMPLO 9)

25 A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de liga de Sn-Bi com uma espessura de 5  $\mu\text{m}$  e um revestimento lubrificante sólido contendo grafita com uma espessura de 30  $\mu\text{m}$  formado na camada de galvanização. No teste de escoriação que foi realizado sem a aplicação de dope verde, a composição e desconexão puderam ser realizadas oito vezes sem a ocorrência de escoriação.

30 (EXEMPLO 10)

A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de Sn inferior com uma espessura de 3  $\mu\text{m}$  e uma camada de galvanização de liga

de Sn-Bi superior com uma espessura de 11  $\mu\text{m}$  e um revestimento lubrificante sólido contendo grafita com uma espessura de 30  $\mu\text{m}$  formado sobre as camadas de galvanização. No teste de escoriação que foi realizado sem aplicação de dope verde, a composição e a desconexão puderam ser realizadas oito vezes sem a ocorrência de escoriação.

(EXEMPLO 11)

A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de liga de Sn-Bi com uma espessura de 10  $\mu\text{m}$ , e um revestimento lubrificante sólido contendo grafita inferior com uma espessura de 10  $\mu\text{m}$  e um revestimento lubrificante de líquido viscoso superior com uma espessura de 200  $\mu\text{m}$  formado na camada de galvanização. No teste de escoriação que foi realizado sem a aplicação de dope verde, a composição e desconexão puderam ser realizadas dez vezes sem a ocorrência de escoriação.

(EXEMPLO 12)

A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de Sn inferior com uma espessura de 5  $\mu\text{m}$  e uma camada de galvanização de liga de Sn-Bi superior com uma espessura de 10  $\mu\text{m}$  e um revestimento lubrificante sólido contendo grafita com uma espessura de 10  $\mu\text{m}$  e um revestimento lubrificante de líquido viscoso superior com uma espessura de 200  $\mu\text{m}$  formado nas camadas de galvanização. No teste de escoriação que foi realizado sem a aplicação de dope verde, as composição e desconexão puderam ser realizadas dez vezes sem a ocorrência de escoriação.

(EXEMPLO 13)

A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de Ni mais baixa com uma espessura de 1  $\mu\text{m}$ , uma camada de galvanização de Cu intermediária com uma espessura de 5  $\mu\text{m}$  e uma camada de galvanização de liga de Sn-Bi superior com uma espessura de 10  $\mu\text{m}$  e um revestimento lubrificante sólido contendo grafita com uma espessura de 10  $\mu\text{m}$  e um revestimento lubrificante de líquido viscoso superior com uma espessura de 200  $\mu\text{m}$  formado nas camadas de galvanização. No teste de escoriação que foi realizado sem a aplicação de dope verde, a composição e desconexão puderam ser realizadas dez vezes sem a ocorrência de escoriação.

(EXEMPLO COMPARATIVO 1)

A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de Ni inferior com uma espessura de 1  $\mu\text{m}$  e uma camada de galvanização de Cu superior com uma espessura de 10  $\mu\text{m}$ . No teste de escoriação que foi realizado após o dope verde ser aplicado na superfície da caixa, a escoriação ocorreu no quarto ciclo de composição e desconexão. Quando a mesma superfície da caixa foi submetida ao teste de escoriação sem a aplicação de dope verde, a escoriação ocorreu no primeiro ciclo.

(EXEMPLO COMPARATIVO 2)

A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de Ni inferior com uma espessura de 1  $\mu\text{m}$  e uma camada de galvanização de Cu superior com uma espessura de 10  $\mu\text{m}$  e um revestimento lubrificante sólido contendo grafita com uma espessura de 25  $\mu\text{m}$  formado sobre as camadas de galvanização. No teste de escoriação que foi realizado após o dope verde ser aplicado na superfície da caixa, a escoriação ocorreu no quarto ciclo de composição e desconexão. Quando a mesma superfície da caixa foi submetidas ao teste de escoriação sem a aplicação de dope verde, a escoriação ocorreu no primeiro ciclo.

(EXEMPLO COMPARATIVO 3)

A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de Ni inferior com uma espessura de 1  $\mu\text{m}$  e uma camada de galvanização de Cu superior com uma espessura de 10  $\mu\text{m}$  e um revestimento lubrificante sólido contendo  $\text{MoS}_2$  com uma espessura de 25  $\mu\text{m}$  formado sobre as camadas de galvanização. No teste de escoriação que foi realizado após o dope verde ser aplicado na superfície da caixa, a escoriação ocorreu no quarto ciclo da composição e desconexão.

(EXEMPLO COMPARATIVO 4)

A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de liga de Sn-Cu com uma espessura de 10  $\mu\text{m}$ . No teste de escoriação que foi realizado após o dope verde ser aplicado na superfície de caixa, a escoriação ocorreu no sexto ciclo da composição e desconexão.

(EXEMPLO COMPARATIVO 5)

A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de Ni inferior com uma espessura de 1  $\mu\text{m}$  e uma camada de galvanização de Cu superior com uma espessura de 8  $\mu\text{m}$ . No teste de escoriação que foi realizado sem a aplicação de dope verde, a escoriação ocorreu no segundo ciclo de composição e desconexão.

5

(EXEMPLO COMPARATIVO 6)

A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de Ni inferior com uma espessura de 1  $\mu\text{m}$  e uma camada de galvanização de Cu superior com uma espessura de 8  $\mu\text{m}$  e um revestimento lubrificante sólido contendo grafitas com uma espessura de 25  $\mu\text{m}$  formado sobre as camadas de galvanização. No teste de escoriação que foi realizado sem a aplicação de dope verde, a escoriação ocorreu no segundo ciclo de composição e desconexão.

10

(EXEMPLO COMPARATIVO 7)

A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de Ni inferior com uma espessura de 1  $\mu\text{m}$  e uma camada de galvanização de Cu superior com espessura de 9  $\mu\text{m}$  e um revestimento lubrificante sólido contendo  $\text{MoS}_2$  com uma espessura de 25  $\mu\text{m}$  formado sobre as camadas de galvanização. No teste de escoriação que foi realizado sem a aplicação de dope verde, a escoriação ocorreu no segundo ciclo de composição e desconexão.

15

20

(EXEMPLO COMPARATIVO 8)

A superfície da caixa tinha uma camada de galvanização de liga de Sn-Cu com uma espessura de 12  $\mu\text{m}$  e um revestimento lubrificante sólido contendo grafita com uma espessura de 25  $\mu\text{m}$  formado sobre a camada de galvanização. No teste de escoriação que foi realizado sem aplicação de dope verde, a escoriação ocorreu no terceiro ciclo de composição e desconexão.

25

30

Dos resultados dos exemplos e exemplos comparativos acima descritos, pode ser visto que uma junta roscada para tubos de aço de acordo com a presente invenção mostrou-se claramente mais eficaz na supressão de escoriação do que nos exemplos comparativos.

### (DIFERENÇA EM AFINIDADE)

A diferença na afinidade ( umectabilidade) entre um revestimento de galvanização de Cu e revestimento de galvanização de liga de Sn-Bi foi investigada. As Figuras 7 e 8 são fotografias que mostram o estado do espalhamento do líquido (água) quando uma gota do líquido foi colocada na superfície de um revestimento de galvanização de Cu (figura 7) e um revestimento de galvanização de liga de Sn-Bi (Figuras 8) formado nos exemplos.

5 A quantidade de espalhamento indica a umectabilidade das superfícies, isto é, sua afinidade em relação ao líquido. O líquido espalhou-se mais no revestimento de liga de Sn-Bi do que no revestimento de galvanização de Cu, indicando que a galvanização de ligas de Sn-Bi tinha uma afinidade maior para o líquido.

10

A diferença na afinidade foi realmente refletida nos resultados de teste de escoriação. Exemplos 9 – 12, que tinham um revestimento lubrificante sólido contendo grafita formado sobre um revestimento de galvanização de liga de Sn-Bi tinha resistência à escoriação muito superior em relação aos Exemplos Comparativos 2 e 6, que tinha o mesmo revestimento lubrificante sólido formado sobre um revestimento de galvanização de Cu. Uma das razões para esta diferença na resistência à escoriação é considerada que seja aquela da afinidade e portanto a adesão do revestimento lubrificante sólido na camada de galvanização era maior para o revestimento de galvanização de liga de Sn-Bi do que para o revestimento de galvanização de Cu.

15

20

## REIVINDICAÇÕES

1. Uma junta roscada para tubos de aço consistindo de um pino e uma caixa cada qual tendo uma superfície de contacto incluindo uma porção roscada e uma porção de contacto de metal não roscada, caracterizada por ter uma primeira camada de galvanização selecionada da galvanização de liga de Sn-Bi e galvanização de liga de Sn-Bi-Cu formada pelo menos em uma parte da superfície de contacto de pelo menos um dentre o pino e a caixa.

2. Uma junta roscada para tubos de aço de acordo com a Reivindicação 1 tendo uma segunda camada de galvanização selecionada dentre galvanização de Sn, galvanização de Cu e galvanização de Ni abaixo da primeira camada de galvanização.

3. Uma junta roscada para tubos de aço de acordo com a Reivindicação 1 ou 2, tendo pelo menos uma camada de um revestimento lubrificante na superfície da primeira camada de galvanização.

4. Uma junta roscada para tubos de aço de acordo com a Reivindicação 3 em que o revestimento lubrificante compreende uma camada simples de um revestimento lubrificante selecionado de um revestimento lubrificante de líquido viscoso, um revestimento lubrificante semi-sólido e um revestimento lubrificante sólido.

5. Uma junta roscada para tubos de aço de acordo com a Reivindicação 3, em que o revestimento lubrificante compreende uma camada inferior de um revestimento lubrificante sólido e uma camada superior de um revestimento lubrificante de líquido viscoso ou revestimento lubrificante semi-sólido.

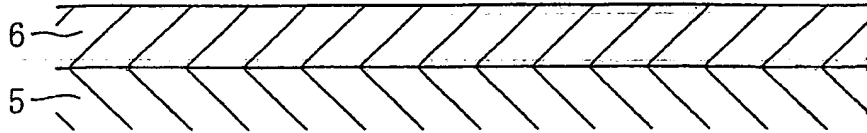
6. Uma junta roscada para tubos de aço de acordo com a Reivindicação 4 ou 5 em que o revestimento lubrificante sólido contém um pó lubrificante sólido.

7. Um pino de uma junta roscada para tubos de aço tendo superfície de contacto incluindo uma porção roscada e uma porção de contacto de metal não roscada, caracterizada por ter uma primeira camada de galvanização selecionada dentre galvanização de liga de Sn-Bi e galvanização de

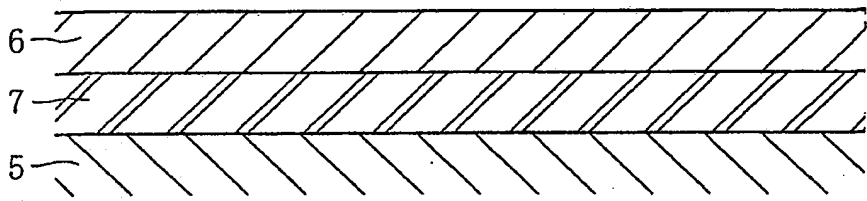
liga de Sn-Bi-Cu formada pelo menos em uma parte da superfície de contacto.

5. Uma caixa de uma junta roscada para tubos de aço tendo superfície de contacto incluindo uma porção roscada e uma porção de contacto de metal não roscada, caracterizada por ter uma primeira camada de galvanização selecionada dentre galvanização de liga de Sn-Bi e galvanização de liga de Sn-Bi-Cu formada pelo menos em uma parte da superfície de contacto.

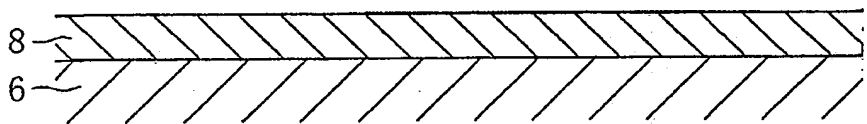
*Fig. 1*



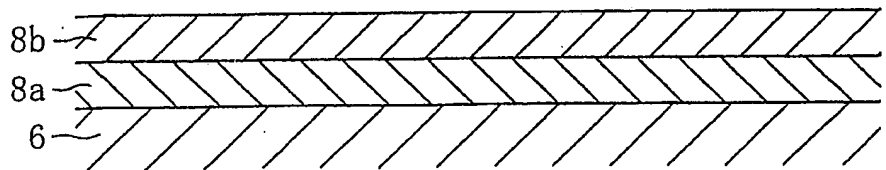
*Fig. 2*



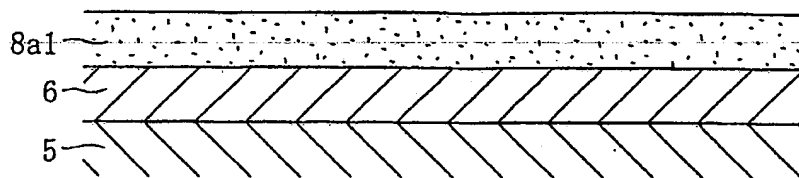
*Fig. 3*



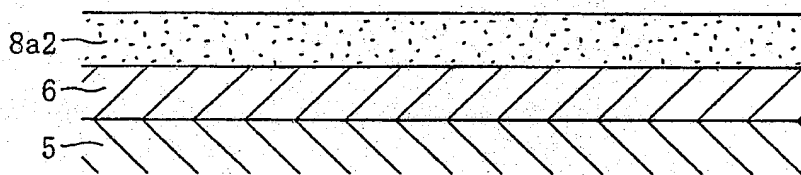
*Fig. 4*



**Fig. 5**



**Fig. 6**



**Fig. 7**

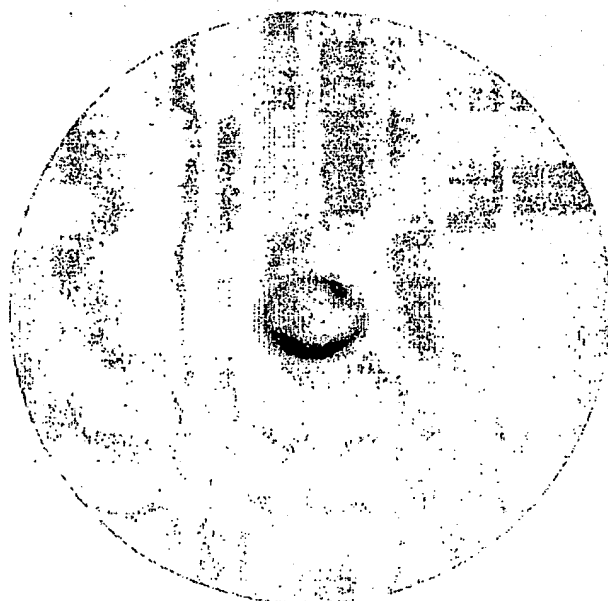


Fig. 8

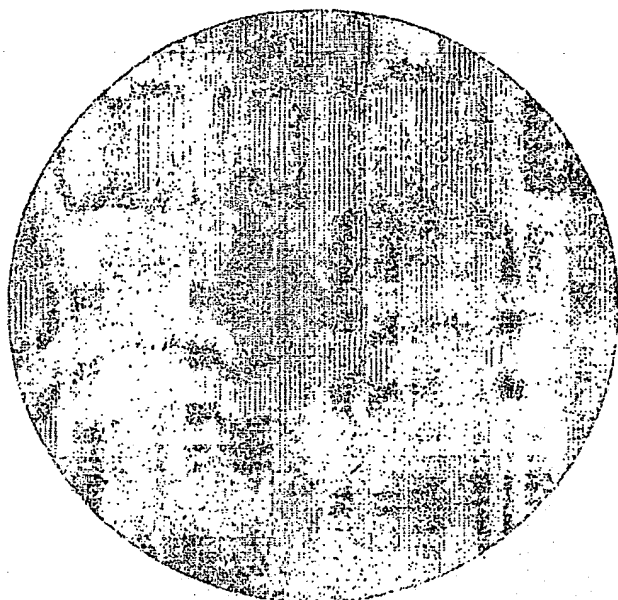
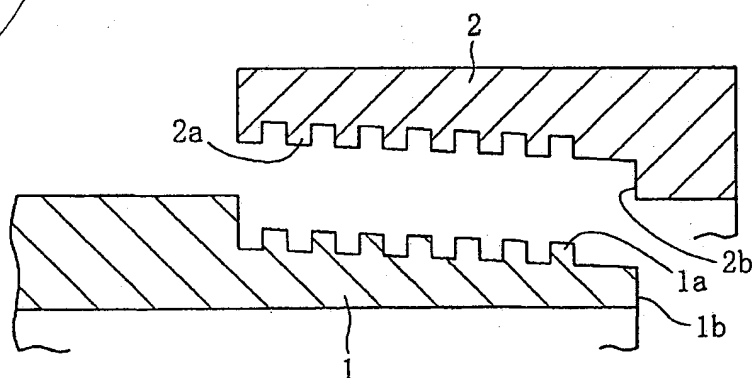


Fig. 9



206-15 121-9

## RESUMO

Patente de Invenção: "JUNTA ROSCADA PARA TUBOS DE AÇO".

A presente invenção refere-se a uma junta roscada para tubos de aço consistindo de um pino 1 e uma caixa 2, cada qual tendo uma porção roscada (1a, 2a) e uma porção de contacto de metal não roscada (1b, 2b) 5  
exibe adequada resistência ao vazamento e resistência a escoriações quando usada para composição de artigos tubulares de campo petrolífero com aplicação de um dope verde ou mesmo sem qualquer dope. A junta roscada possui uma primeira camada de galvanização, de galvanização de liga de 10  
Sn-Bi ou galvanização de ligas de Sn-Bi-Cu, formada na superfície de contacto de pelo menos um de pino 1 e caixa 2. A primeira camada de galvanização pode ter uma segunda camada de galvanização selecionada das galvanização de Sn, galvanização de Cu e galvanização de Ni no seu lado inferior e pelo menos uma camada de um revestimento lubrificante 15  
e, particularmente, um revestimento lubrificante sólido, no seu lado superior.