



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

(21) **PI0708250-9 A2**

(22) Data de Depósito: 13/02/2007
(43) Data da Publicação: 24/05/2011
(RPI 2107)



(51) *Int.Cl.:*
B05D 5/08 2006.01
C09D 5/00 2006.01

(54) Título: **REVESTIMENTOS ANTIFRICÇÃO, MÉTODOS DE PRODUÇÃO DE TAIS REVESTIMENTOS E PRODUTOS INCLUINDO TAIS REVESTIMENTOS**

(30) Prioridade Unionista: 23/02/2006 US 11/360,967

(73) Titular(es): Atotech Deutschland GMBH

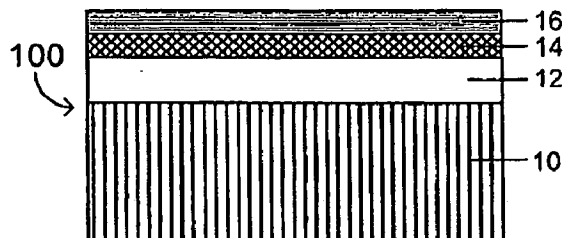
(72) Inventor(es): Craig V. Bishop, William H. Meyer, Jr., William B. Staples

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

(86) Pedido Internacional: PCT US2007003730 de 13/02/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/100486 de 07/09/2007

(57) Resumo: REVESTIMENTOS ANTIFRICÇÃO, MÉTODOS DE PRODUÇÃO DE TAIS REVESTIMENTOS E PRODUTOS INCLUINDO TAIS REVESTIMENTOS. A presente invenção refere-se a um substrato revestido e um processo para formar o substrato revestido, incluindo uma primeira camada de revestimento oleoso cobrindo o substrato, a primeira camada de revestimento oleoso incluindo um primeiro lubrificante fornecendo à primeira camada de revestimento oleoso um primeiro coeficiente de fricção; e uma segunda camada de revestimento oleoso, cobrindo a primeira camada de revestimento oleoso a segunda camada de revestimento oleoso incluindo um segundo lubrificante fornecendo à segunda camada de revestimento oleoso um segundo coeficiente de fricção, no qual o segundo coeficiente de fricção é maior que o primeiro coeficiente de fricção.





Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"REVESTIMENTOS ANTIFRICÇÃO, MÉTODOS DE PRODUÇÃO DE TAIS REVESTIMENTOS E PRODUTOS INCLUINDO TAIS REVESTIMENTOS"**.

Campo Técnico

5 A presente invenção refere-se em geral a revestimentos oleosos para produtos, e mais especificamente revestimentos oleosos para produtos tais como fixadores, peças para automóveis e similares, a métodos para produção de tais revestimentos e a produtos que tenham tais revestimentos aplicados a eles.

10 Antecedentes

 Materiais de revestimento para proteger e melhorar as qualidades de superfície de produtos tais como fixadores plásticos ou metálicos (isto é, sólidos) e outros conjuntos de produtos tornaram-se populares e amplamente aceitos, particularmente na indústria automotiva onde geralmente
15 existem requisitos severos. Entre os requisitos está uma superfície que apresente um baixo, mas consistente, coeficiente de fricção, que inclui um revestimento que adere fortemente ao substrato e que inclui aditivos para propósitos tais como proteção contra corrosão e coloração. Numerosos revestimentos e tratamentos foram desenvolvidos e usados para tais propósitos,
20 e muitos desses continuam sendo importantes. Entretanto, especialmente para a indústria automobilística, os requisitos de performance para tais produtos tornaram-se crescentemente severos. Alguns materiais, tais como cromo hexavalente, não são mais aceitáveis e estão sendo cancelados em etapas. Como requisitos de performance, ambiente, saúde, segurança e
25 descarte (fim da vida útil) tornaram-se mais severos, chegou o ponto onde as composições existentes são incapazes de atender esses requisitos. A prevenção contra a corrosão tem se tornado também uma maior preocupação, particularmente na indústria automobilística. Ao mesmo tempo que requisitos como esses estão se tornando mais severos, os produtos são ainda
30 requisitados a atingir os mesmos padrões de utilidade que tem sido historicamente requisitado, tais como, por exemplo, fornecer um coeficiente de fricção consistente de forma que os requisitos de torque possam ser medi-

dos consistentemente e atingidos, permitindo assim uma determinação precisa do teor real do lubrificante.

Produtos de revestimento tais como um parafuso com revestimento resistente à corrosão têm importância óbvia. Parafusos de aço são comuns, mas não são eficazes se forem severamente corroídos. Métodos de revestimento incluem fosfatação, fosfatação seguida de pintura ou imersão em óleo, revestimento (por exemplo, eletrogalvanização, niquelação, revestimento mecânico, ou galvanização) e revestimento seguido de pintura. Para fixadores com tolerâncias dimensionais apertadas a eletrogalvanização ou niquelação é freqüentemente o método preferido de prevenção contra a corrosão. Em particular, uma eletrogalvanização com zinco ou com uma liga de zinco, na qual o zinco se corrói preferencialmente e é o elemento de sacrifício para evitar a corrosão do aço, é um método de proteção contra a corrosão eficaz em custo. Entretanto, o revestimento com zinco tem geralmente sido acompanhado pela formação de um revestimento de conversão por, por exemplo, tratamento com cromato (formando uma película de cromo hexavalente), ou passivação (formando uma película de soluções trivalentes não crômicas). Recentemente, tornou-se prática comum tratar fixadores de zinco eletrogalvanizados, revestidos por conversão, com um selo para estender a proteção contra corrosão. Os selos são geralmente baseados em soluções desidratadoras e/ou curáveis que incluem películas inorgânicas tais como silicatos, ou misturas de silicato com sílica, ou películas orgânicas, tais como acrilatos, uretanos, ou misturas de acrilatos e uretanos; ou misturas de materiais inorgânicos e orgânicos.

O aperto de um parafuso ou de uma porca para produzir uma carga de travamento, ou a inserção de um cravo em um orifício é um componente importante da montagem de uma grande quantidade de conjuntos mecânicos, tais como automóveis. A confiabilidade, a segurança e a qualidade de conjuntos aparafusados são afetadas pelo nível e estabilidade de tensão do fixador. Girando-se a cabeça de um fixador aparafusado, ou girando-se a porca em um fixador aparafusado se atinge a tensão do fixador. É comumente aceito que o torque de aperto total é uma combinação de 1) a

fricção das roscas; 2) a força de aperto transmitida ao parafuso; e 3) a fricção entre a superfície de contato do conjunto, a superfície do mancal, e a parte de baixo da cabeça do parafuso e/ou entre a superfície do mancal do conjunto e a parte de baixo da porca.

5 Hoje muitas etapas de montagem são executadas por robôs. Os robôs podem ser programados para determinar quando uma peça, um parafuso, por exemplo, está suficientemente apertado, com base principalmente no torque medido por sensores. Se a lubrificação aplicada a um parafuso for muito pequena (ou se o coeficiente de fricção for muito grande), então o robô
10 pode não apertar completamente o parafuso, porque o torque percebido atingirá o limite de torque pré-programado como resultado da fricção excessiva, não porque o parafuso esteja realmente totalmente apertado. Reciprocamente, se a lubrificação aplicada a um parafuso for excessiva (e o coeficiente de fricção for muito baixo), então o robô pode superapertar o parafuso e
15 danificar o conjunto, por exemplo, pela quebra da cabeça do parafuso ou pelo descascamento das roscas, porque o torque percebido não atingirá o limite de torque pré-programado como resultado da fricção muito baixa. Assim, alcançar uma lubrificação adequada, mas não excessiva, é um problema que encara constantemente aqueles que estão envolvidos em operações
20 de montagem. Porque os sistemas robóticos incluem sensores para determinar torque, esses sensores e os controles eletrônicos são programados para usar várias equações conhecidas na técnica para correlacionar torque com fricção e, portanto, com determinações de aperto. Esses sistemas devem necessariamente fazer suposições sobre a planura (ou lisura) das superfícies, sobre o coeficiente de fricção, sobre a carga de fixação aplicada a
25 um parafuso ou outra peça, sobre taxas de desgaste para lubrificantes, revestimentos de conversão e substratos, e sobre outras variáveis. Todas essas suposições são usadas para verificar o problema de determinação de quando o fixador foi suficientemente apertado, por exemplo, e as suposições
30 contam com peças consistentes, relativamente uniformes, tendo características consistentes.

Porque a fricção é uma parte importante do processo de aperto

de um fixador, por exemplo, uma combinação de rosca de parafuso e porca, o controle da fricção pela lubrificação das superfícies de contato é importante. A lubrificação pode ser suficientemente determinada pela medição da fricção, ou do coeficiente de fricção, resultante do uso de lubrificante aplicado entre as superfícies que se movem, uma em relação à outra. Os regimes de lubrificação podem ser definidos por uma curva Stribeck onde o coeficiente de fricção é plotado como função da velocidade de deslizamento para uma combinação de duas superfícies, referido como par tribológico, e um lubrificante interveniente. Lubrificação das bordas é a situação se a velocidade de deslizamento for baixa e a força de carga for totalmente transmitida por asperezas na área de contato, protegida por moléculas absorvidas do lubrificante e/ou uma lubrificação fina e/ou uma camada de óxido. As interações das bordas lubrificadas das superfícies e a relação de forças de cisalhamento dos lubrificantes e das asperezas da superfície para a lubricidade completa são conhecidas para relacionar o desgaste do lubrificante e representar um papel na lubrificação das bordas.

As situações de lubrificação das bordas existem com mancais de máquinas quando elas são iniciadas ou paradas e a velocidade não é suficientemente grande para criar um regime hidrodinâmico. Outros exemplos incluem o contato entre os dentes da engrenagem, portinholas da turbina e outros equipamentos de movimentos lentos tais como a reciprocidade hidráulica em operações de elevação ou com absorvedores de choque ou com estacas usadas, por exemplo, para controlar a abertura e o fechamento de um capô de automóvel ou de tampas de baús. Na lubrificação das bordas, superfícies atômicamente planas são separadas por poucas camadas moleculares de lubrificante, e o comportamento da interface torna-se qualitativamente diferente dos casos mais familiares de viscosidade aparente que é tradicionalmente associada aos lubrificantes. A lubrificação das bordas pode ser importante onde superfícies não sejam atômicamente planas, particularmente em locais de qualquer aspereza ou onde geometrias ligeiramente diferentes resultem em uma abordagem mais próxima de peças relativamente móveis em certas áreas ou regiões.

Situações de lubrificação de stick-slip existem com peças que se movem em relação umas às outras quando separadas por um lubrificante no qual as peças se movem em um ciclo "parada-partida". Aditivos de lubrificantes podem ser incluídos para evitar ou reduzir esse fenômeno.

5 Para ajudar a controlar o torque durante o aperto, os fixadores que foram preparados, por exemplo, por revestimento com zinco, revestimento por conversão, e possivelmente selagem podem ser tratados com uma solução lubrificante tal como FUCHS LUBRITECH® diluída Gleitmo 605 ou Valsoft PE-45 diluída da Spartan Adhesives and Coatings Co. Tais revestimentos lubrificantes são freqüentemente chamados lubrificantes de película
10 seca. Os lubrificantes podem ser também combinados com uma camada de selagem, na qual o revestimento resultante pode ser referido como um selo lubrificante integral. Nesses processos de lubrificação, o lubrificante é distribuído uniformemente no revestimento oleoso único.

15 Algumas peças metálicas tratadas típicas da técnica anterior estão ilustradas esquematicamente nas Figuras 1-4. A Figura 1 descreve esquematicamente um produto de metal 100 da técnica anterior incluindo um substrato metálico 10, uma camada de zinco ou de liga de zinco 12, uma camada anticorrosão 14 e um revestimento lubrificante 16. O substrato 10
20 pode ser qualquer produto de metal adequado, tal como um fixador, por exemplo, um grampo, uma porca, um parafuso, etc, que possa ser feito de aço, por exemplo. Em tais concretizações da técnica anterior, a camada de zinco ou de liga de zinco (por exemplo, zinco-ferro, zinco-cobalto, zinco-níquel) 12 pode ser, por exemplo, uma camada galvanizada por imersão a
25 quente ou eletro galvanizada aplicada ao substrato 10. Em algumas concretizações da técnica anterior, a camada anticorrosão 14 seria um revestimento de conversão de cromo hexavalente, aplicado diretamente à camada de zinco ou de liga de zinco 12. A camada lubrificante 16 pode conter qualquer lubrificante conhecido para tais usos. Uma camada selante (não mostrada)
30 pode ser formada sobre o lubrificante, ou o lubrificante pode ser uma parte integrante da camada selante, em cujo caso a camada lubrificante 16 seria uma camada selante/lubrificante. Nesse exemplo, o lubrificante é uniforme-

mente distribuído no revestimento oleoso único.

A Figura 2 descreve esquematicamente um produto metálico da técnica anterior 200 incluindo um substrato metálico 10, uma camada de zinco ou de liga de zinco 12, uma camada anticorrosão 14, uma camada selante 18 e um revestimento lubrificante 16. O substrato 10 pode ser qualquer produto metálico adequado, tal como um fixador, por exemplo, um grampo, uma porca, um parafuso, etc., que possa ser feito de aço, por exemplo. Em tais concretizações da técnica anterior, a camada de zinco ou de liga de zinco (por exemplo, zinco-ferro, zinco-cobalto, zinco-níquel) 12 pode ser, por exemplo, uma camada galvanizada por imersão a quente ou por eletrogalvanizada aplicada ao substrato 10. A camada anticorrosão 14 pode novamente ser um revestimento de conversão de cromo hexavalente, aplicado à camada de zinco 12. A camada de selagem 18 é aplicada sobre ou na camada anticorrosão 14. O revestimento lubrificante 16 pode conter qualquer lubrificante conhecido para tais usos. Nesse exemplo, o lubrificante é uniformemente distribuído no revestimento oleoso único.

A Figura 3 descreve esquematicamente um produto metálico da técnica anterior 300 incluindo um substrato metálico 10, uma camada de zinco ou de liga de zinco 12, uma camada anticorrosão 20, uma camada de selagem 18 e um revestimento lubrificante 16. O substrato 10 pode ser qualquer produto metálico adequado, tal como um fixador, por exemplo, um grampo, uma porca, um parafuso, etc., que possa ser feito de aço, por exemplo. Em tais concretizações da técnica anterior, a camada de zinco ou de liga de zinco 12 pode ser, por exemplo, uma camada galvanizada por imersão a quente ou por eletrogalvanização aplicada ao substrato 10. A camada anticorrosão 20 nesse exemplo da técnica anterior pode ser um material de passivação isento de cromo hexavalente, aplicado à camada de zinco 12. O material de passivação isento de cromo hexavalente pode incluir, por exemplo, cromo trivalente, um níquel depositado sem uso de eletricidade, ou uma liga níquel-fósforo (NiP) eletrodepositada, depositado na camada de zinco 12. O material de selagem 18 é aplicado sobre a ou na camada anticorrosão 20. A camada lubrificante 16 pode conter qualquer lubrificante co-

nhecido para tais usos. Como com os exemplos das Figuras 1 e 2, a camada de selagem 18 pode ser aplicada sobre a camada lubrificante 16. Nesse exemplo, o lubrificante é uniformemente distribuído no revestimento oleoso único.

5 A Fig. 4 descreve esquematicamente um produto metálico da técnica anterior 400 incluindo um substrato metálico 10, uma camada de zinco ou de liga de zinco 12, uma camada anticorrosão 14, e uma camada de selagem integral 22. O substrato 10 pode ser qualquer produto metálico adequado, tal como um fixador, por exemplo, um grampo, um parafuso, uma
10 porca, etc., que possa ser feito de aço, por exemplo. Em tais concretizações da técnica anterior, a camada de zinco ou de liga de zinco 12 pode ser, por exemplo, uma camada galvanizada por imersão a quente ou eletrogalvanizada aplicada ao substrato 10. A camada anticorrosão 14 aplicada à camada de zinco 16 neste exemplo da técnica anterior pode ser a camada de cromo hexavalente 14 mostrada, ou pode ser um material de passivação isento de
15 cromo hexavalente, tal como uma camada anticorrosão 20 mostrada na Figura 3, ou qualquer material de passivação ou anticorrosão adequado. O material de passivação isento de cromo hexavalente pode incluir, por exemplo, cromo trivalente, um níquel depositado sem uso de eletricidade, ou uma
20 liga níquel-fósforo (NiP) eletrodepositada, depositado na camada de zinco 12. Nessa alternativa, há uma camada de selagem integral 20, na qual o lubrificante é uma parte integral de uma camada de selagem. Nesse exemplo, o lubrificante é uniformemente distribuído no revestimento oleoso único.

 Em todos os exemplos precedentes da técnica anterior (por exemplo, conforme descrito em relação às Figuras 1-4), e na técnica anterior
25 geralmente, a camada de lubrificante ou a camada de selagem integral é uma camada oleosa uniforme na qual o lubrificante é distribuído igualmente e uniformemente. Tais lubrificantes são geralmente secos para os revestimentos antifricção de toque, e esses incluem e são algumas vezes referidos
30 como película de lubrificante seco, lubrificante de laca orgânica ou um lubrificante integral. O lubrificante de película seca é seco após a aplicação e aquecimento e a camada de lubrificação resultante é essencialmente apenas

lubrificante, então por definição é uniformemente distribuída. O lubrificante de laca orgânica pode conter um aglutinante orgânico e um lubrificante sólido. O aglutinante orgânico pode ser, por exemplo, cera com resinas, o lubrificante sólido. O revestimento lubrificante integral é uma mistura de lubrificante com outros materiais, tais como estéticos (por exemplo, cor) ou resistente à corrosão ou combinações, nos quais partículas do lubrificante são uniformemente distribuídas. Tanto no lubrificante de laca orgânica quanto no lubrificante integral, o material lubrificante pode ser, por exemplo, partículas de um polímero tal como polietileno, PTFE, grafite ou outro material tal como sulfeto de molibdênio (MoS_2), por exemplo. Quando qualquer lubrificante adicional é usado, é geralmente o mais oleoso e é aplicado à superfície mais externa da peça.

Em todos os exemplos anteriores, e na técnica anterior em geral, persistiu o problema de fornecer uma lubrificação adequada, mas não excessiva, para uma ampla variedade de peças tendo várias geometrias e qualidades de superfície e características. Embora muitos lubrificantes sejam conhecidos e amplamente usados, permanece uma necessidade de lubrificantes melhorados, particularmente para peças tais como fixadores que são submetidos a uma grande pressão, torque e forças de fricção e onde tais forças são freqüentemente aplicadas por robôs.

Embora a aplicação de um lubrificante ao exterior de um objeto produza a vantagem de reduzir a fricção, é muito difícil alcançar uniformidade de fricção com uma camada uniforme única de lubrificante a menos que o revestimento que contenha o lubrificante seja suficientemente espesso para não ser desgastado durante o período em que a lubrificação é necessária. Entretanto, revestimentos espessos não são úteis para fixadores com rosca, uma vez que eles afetarão as dimensões das roscas macho e fêmea. Quanto a outros objetos, revestimentos espessos podem também afetar de forma prejudicial as tolerâncias dimensionais. Com revestimentos oleosos finos contendo um lubrificante uniforme, as superfícies dos objetos deslizantes estão muito próximas e o meio de lubrificação é muito fino, e esta combinação significa que pequenas imperfeições na superfície, asperezas, e/ou dis-

tribuição desigual de pressão sobre a superfície devido às diferenças geométricas, produzirão variações no desgaste de forma que algumas regiões terão lubrificante suficiente, enquanto em outras regiões a camada de lubrificante será desgastada ou sangrada. Quando tal desgaste ou sangria, o coeficiente total aparente de fricção muda para as superfícies deslizantes, resultando em problemas associados com a mudança na fricção, e onde a camada de lubrificante foi completamente desgastada, as camadas base podem também ser danificadas, resultando assim em efeitos possivelmente prejudiciais, por exemplo, uma possibilidade aumentada de corrosão, durante a vida útil do substrato.

Por todas essas razões os problemas permanecem, e as melhorias nos revestimentos oleosos, particularmente para peças produzidas em massa mas criticamente importantes tais como fixadores, são muito necessárias.

15 Sumário

Na presente invenção, é fornecido um sistema de revestimento que compensa as variações na velocidade de deslizamento e pressão das peças revestidas com um revestimento oleoso nas quais o coeficiente de fricção da porção de superfície mais externa do revestimento oleoso é maior que o coeficiente de fricção das porções internas do revestimento oleoso. A presente invenção fornece um revestimento oleoso seco-ao-toque no qual o lubrificante no revestimento está presente a uma concentração maior que na interface do revestimento com a camada base ou substrato que a superfície externa do revestimento. Em geral, o revestimento oleoso conterà pelo menos um outro material, que pode ser, por exemplo, um inibidor de corrosão, ou um material de selagem. Dessa forma, onde superfícies forem desiguais ou não lisas, o revestimento da presente invenção fornece alguma compensação de forma que, por exemplo ao apertar um fixador de rosca, há mudanças reduzidas e mais uniformidade no torque observado durante o processo de aperto.

A diferença no coeficiente de fricção entre as porções externas e as porções internas pode ser obtida em uma ou nas duas formas básicas.

Em uma concretização, o mesmo lubrificante é usado, mas em quantidades diferentes, para se obter a diferença no coeficiente de fricção. Em outra concretização, lubrificantes diferentes podem ser usados para transmitir a diferença no coeficiente de fricção. Nessa última concretização, os dois lubrificantes diferentes podem ser usados em qualquer quantidade relativa, enquanto o coeficiente de fricção da porção externa permanecer maior que o coeficiente de fricção da porção interna. Assim, onde certas regiões localizadas das superfícies são submetidas a um maior desgaste, por exemplo, maiores distâncias de deslizamento, regiões de alta pressão, ou regiões desiguais ou menos lisas, o coeficiente de fricção inicial, maior, da superfície, será desgastado e uma superfície mais escorregadia, isto é, uma superfície tendo uma maior lubricidade e um menor coeficiente de fricção, é criada ou revelada. Isto continua até a lubricidade das regiões localizadas ser novamente equilibrada ou ser ajustada e na qual os efeitos ou variações desejados, tais como asperezas, tenham sido mitigados, para se obter um desgaste mais uniforme ou uma resistência ou tração de torque mais uniforme. Isto contrasta com os meios convencionais de controle das superfícies de fricção tais como em fixadores de rosca onde a superfície mais externa de todo o produto tem um único lubrificante uniforme como material de modificação da tração do torque.

O revestimento oleoso pode ser produzido por um processo que inclui a imersão de um substrato em uma primeira composição contendo um material resistente à corrosão e um lubrificante em uma primeira concentração, imersão do substrato assim revestido em uma segunda composição contendo o lubrificante a uma segunda concentração, na qual a segunda concentração é menor que a primeira concentração. Essas etapas podem ser repetidas, e uma terceira etapa pode incluir imergir o substrato com as duas primeiras camadas lubrificantes já formadas em uma terceira composição contendo um lubrificante a uma terceira concentração, onde a terceira concentração é menor que a segunda concentração. A segunda concentração e quaisquer concentrações subseqüentes podem incluir uma matéria resistente à corrosão ou outros materiais, tais como um selo formado por

uma resina ou um aglutinante.

Assim, em uma concretização, a presente invenção fornece um substrato revestido, incluindo uma primeira camada de revestimento oleoso cobrindo o substrato, essa primeira camada de revestimento oleoso compreendendo um primeiro lubrificante fornecendo à primeira camada de revestimento oleoso um primeiro coeficiente de fricção; e uma segunda camada de revestimento oleoso cobrindo a primeira camada de revestimento oleoso, essa segunda camada de revestimento oleoso compreendendo um segundo lubrificante fornecendo à segunda camada de revestimento oleoso um segundo coeficiente de fricção, onde o segundo coeficiente de fricção é maior que o primeiro coeficiente de fricção.

Em outra concretização, a presente invenção fornece um revestimento seco-ao-toque em um substrato, onde o revestimento compreende uma superfície externa e uma superfície interna cobrindo o substrato, pelo menos um lubrificante e pelo menos um material não oleoso, onde o (pelo menos um) lubrificante fornece um coeficiente de fricção maior na superfície externa que na superfície interna.

Em outra concretização, a presente invenção fornece um produto, incluindo um substrato; uma camada (a) de zinco ou de liga de zinco em pelo menos uma parte do substrato; uma camada (b) de revestimento de conversão de cromo trivalente cobrindo a camada (a); uma primeira camada contendo lubrificante (c) cobrindo a camada (b); e uma segunda camada contendo lubrificante (d) cobrindo a camada (c), na qual a camada (c) fornece um coeficiente de fricção menor que o coeficiente de fricção da camada (d).

Em outra concretização, a presente invenção fornece um produto, incluindo um substrato; uma camada (a) de zinco ou de liga de zinco em pelo menos uma parte do substrato; uma camada (b) de revestimento de conversão de cromo trivalente cobrindo a camada (a); e uma camada contendo lubrificante (c) cobrindo a camada (b), na qual a camada (c) compreende uma superfície interna contatando ou cobrindo a camada (b) e uma camada externa oposta à camada (b) e um lubrificante, no qual o lubrificante

transmite um menor coeficiente de fricção na superfície interna que na superfície externa. Isto é, nessa concretização, a camada de revestimento de compósito oleoso (c) tem um gradiente de lubrificação decrescente e um coeficiente de fricção crescente, movendo-se da superfície do substrato para a superfície externa da camada de revestimento oleoso.

Em outra concretização, a presente invenção fornece um processo para aplicação de um revestimento oleoso a um substrato, incluindo a aplicação de uma primeira camada de revestimento oleoso sobre o substrato, a primeira camada de revestimento oleoso contendo um primeiro lubrificante fornecendo à primeira camada de revestimento oleoso um primeiro coeficiente de fricção; e a aplicação de uma segunda camada de revestimento oleoso sobre a primeira camada de revestimento oleoso, a segunda camada de revestimento oleoso contendo um segundo lubrificante fornecendo à segunda camada de revestimento oleoso um segundo coeficiente de fricção, na qual o segundo coeficiente de fricção é maior que o primeiro coeficiente de fricção.

Em outra concretização, a presente invenção fornece um processo para aplicação de um revestimento oleoso a um substrato, incluindo a imersão do substrato em uma primeira composição compreendendo um primeiro lubrificante; remoção do substrato da primeira composição, para formar uma primeira camada de revestimento oleoso compreendendo o primeiro lubrificante sobre o substrato; imersão do substrato com a primeira camada de revestimento oleoso sobre ele em uma segunda composição compreendendo um segundo lubrificante para formar uma segunda camada de revestimento oleoso compreendendo o segundo lubrificante sobre a primeira camada oleosa, na qual a primeira camada de revestimento oleoso fornece um primeiro coeficiente de fricção e a segunda camada de revestimento oleoso fornece um segundo coeficiente de fricção, e na qual o primeiro coeficiente de fricção é menor que o segundo coeficiente de fricção.

Em outra concretização, a presente invenção fornece um processo para aplicação de um revestimento oleoso a um substrato, incluindo imersão do substrato em uma primeira composição compreendendo um pri-

meio lubrificante; remoção do substrato da primeira composição, para formar uma primeira camada de revestimento oleoso compreendendo o primeiro lubrificante sobre o substrato; aplicação de uma segunda camada de revestimento oleoso compreendendo um segundo lubrificante sobre a primeira
5 camada de revestimento oleoso, na qual a primeira camada de revestimento oleoso apresenta uma primeira lubricidade e o segundo lubrificante apresenta uma segunda lubricidade, e a primeira lubricidade é maior que a segunda lubricidade.

O processo pode incluir o uso de um passivador ou anticorrosivo
10 na primeira composição e quando o substrato é removido da primeira composição, uma camada base incluindo um revestimento de conversão é formada pelo passivador ou anticorrosivo no substrato e a primeira camada de revestimento oleoso é formada na camada base.

O primeiro lubrificante pode ser emulsionado ou ainda disperso
15 na primeira composição, e quando o substrato é removido da composição, o lubrificante separa da emulsão e forma uma camada substancialmente uniforme de lubrificante no revestimento de conversão.

O processo pode também incluir a aplicação de um ou mais metais ou ligas no substrato, e a camada base de um revestimento de conversão é formada por uma composição passivadora ou anticorrosiva no metal
20 ou na liga e a primeira camada de revestimento oleoso cobre a camada base.

O processo pode também incluir, após a etapa de aplicação da segunda camada de revestimento oleoso, o aquecimento do substrato revestido para provocar a difusão entre a primeira camada de revestimento oleoso e a segunda camada de revestimento oleoso, de forma que possa ser formada uma camada de revestimento de compósito onde a camada de revestimento de compósito compreende uma maior concentração de lubrificante adjacente à camada base que as porções externas da camada de revestimento de compósito. Isto pode formar um revestimento no qual a concentração de lubrificante está em um gradiente na camada de revestimento de compósito, diminuindo gradativamente em concentração das adjacências à
25
30

camada base para a superfície externa da camada gradiente, tendo assim um coeficiente crescente de fricção da parte interna para a externa da camada.

5 A presente invenção fornece uma solução para os problemas de fornecimento de produtos melhorados com propriedades lubrificantes que resultem em testes de tração de torque mais uniformes e superfícies oleosas mais uniformes. A invenção fornece uma solução para o problema de desgaste diferencial das camadas lubrificantes e dos substratos base devido às superfícies, formas e geometrias não-uniformes dos substratos.

10 Breve Descrição dos Desenhos

As Figuras 1-4 são vistas esquemáticas de seção transversal dos tratamentos metálicos e da camada de lubrificação convencionais aplicados à superfície do substrato metálico.

15 As Figuras 5-11 são vistas esquemáticas de seção transversal dos tratamentos metálicos e da camada de lubrificação aplicados à superfície de um substrato metálico de acordo com várias concretizações da presente invenção.

20 A Figura 12 é um diagrama do fluxo de processo esquemático ilustrando vários processos exemplares para aplicação de um revestimento oleoso a um substrato, de acordo com a invenção.

A Figura 13 é um gráfico mostrando dados de um teste pino-contra-disco comparando revestimentos oleosos da técnica anterior com o revestimento oleoso de acordo com uma concretização da presente invenção.

25 A Figura 14 é um gráfico mostrando dados das determinações de torque e coeficiente de fricção comparando revestimentos oleosos da técnica anterior com um revestimento oleoso de acordo com uma concretização da presente invenção.

30 A Figura 15 é um gráfico mostrando dados de determinações de coeficientes médios de fricção em comparação com revestimentos oleosos da técnica anterior de acordo com uma concretização da presente invenção.

A Figura 16 é um gráfico dos resultados do teste de tração de

torque versus a concentração do lubrificante em uma composição para formação do substrato revestido de uma concretização da presente invenção.

Deve ser notado que para simplicidade e esclarecimento da ilustração, elementos mostrados nas figuras não foram necessariamente desenhadas em escala. Por exemplo, as dimensões de alguns dos elementos podem ser exageradas em relação a outras para esclarecimento. Além disso, quando adequado, numerais de referência foram repetidos entre as Figuras para indicar elementos correspondentes.

Além disso, deve ser notado que as etapas de processo e as estruturas descritas abaixo não formam um fluxo de processo completo para peças de produção tais como fixadores. A presente invenção pode ser praticada em conjunção com técnicas de fabricação atualmente usadas na técnica, e não apenas tantas das etapas de processo praticadas comumente estão incluídas como são necessárias para um entendimento da presente invenção.

Descrição Detalhada

Conforme usado aqui, um lubrificante é qualquer substância interposta entre duas superfícies em movimento relativo com o propósito de reduzir a fricção e/ou o desgaste entre elas.

Conforme usado aqui, lubricidade é uma medida de, e se refere a, um grau de lubrificação fornecido por uma dada quantidade de um dado lubrificante, isto é, a capacidade de um material lubrificante para lubrificar ou reduzir o coeficiente de fricção (COF) do par tribológico; isto é também referido algumas vezes como resistência de película. Uma dada quantidade de um primeiro material tendo uma lubricidade relativamente alta fornecerá uma lubrificação maior ou mais duradoura que a que será fornecida pela mesma quantidade de um segundo material tendo uma lubricidade relativamente menor.

Conforme usado aqui, um material desidratador é aquele que contém substâncias que secam rapidamente, tais como quando um solvente é removido por evaporação, aplicação de calor ou quando uma reação de secagem ocorre sob a influência de oxigênio ou outra fonte de energia tal

como raios-x, luz ultravioleta, raios de elétrons, etc. ou energia elétrica aplicada em um processo eletroforético, para formar um matéria sólido.

Conforme usado aqui, um lubrificante de película seca é um lubrificante aplicado a uma peça, geralmente de uma dispersão ou emulsão, que, quando seca, por exemplo, por aplicação de calor, torna-se seca ao toque.

Conforme usado aqui, um lubrificante de laca orgânica é um revestimento contendo um lubrificante em uma matriz curável e/ou desidratadora que, por exemplo, por aplicação de calor, torna-se seco ao toque. A matriz pode ser uma dispersão, solução ou emulsão.

Conforme usado aqui, um lubrificante integral é um revestimento seco ao toque contendo um lubrificante e um aglutinador ou um material curado ou seco (por exemplo, desidratador). A matriz inicial é geralmente uma mistura de lubrificante dissolvido, disperso e/ou emulsionado com um material curável ou desidratador.

Conforme usado aqui, um revestimento de conversão é um revestimento produzido em uma superfície metálica pela reação da camada externa do metal ou a camada atômica da superfície com ânions de um meio adequadamente selecionado, em uma reação geral escrita como:



na qual M = metal reagindo com o meio, e

A = ânion do meio tendo uma carga inicial z.

Conforme é conhecido na técnica, a formação de um dado revestimento de conversão pode ser mais complexa que o esquema de reação geral precedente. Revestimentos de conversão incluem, por exemplo, cromagem com cromo hexavalente, passivação com cromo trivalente ou outros passivadores, fosfatação, oxalatação, fosfatação com outros íons metálicos tais como Zn ou Mn (para formar, por exemplo, um revestimento de conversão contendo uma camada quimicamente metalizada incluindo, por exemplo, fosfato de zinco ($Zn_3(PO_4)_2 \cdot xH_2O$)), e anodização. Um revestimento de conversão pode ser aplicado, por exemplo, pela imersão do produto tratado em uma solução reativa, pulverizando-se a solução na superfície a ser tratada e

cobrindo-se a superfície com uma solução reativa concentrada. Revestimentos de conversão podem ser produzidos na superfície de quase todos os metais. Revestimentos de conversão são geralmente conhecidos como na técnica e não precisam ser discutidos em detalhes aqui.

- 5 Através da descrição e das reivindicações, os limites numéricos de quaisquer faixas e razões descritas aqui podem ser combinadas, e valores intervenientes integrais são supostos como sendo descritos bem como os limites do ponto final especificamente mencionados.

10 Na presente invenção a superfície mais externa dos revestimentos em um substrato não tem a região de lubricidade mais alta. Ao invés, a região de revestimento externa tem menos lubricidade que pelo menos uma camada base ou região do revestimento. Como resultado, diferente de um aperto de um parafuso usando tecnologias convencionais onde a superfície mais externa, se desgastada, se transforma em uma superfície com maior

15 fricção, o revestimento oleoso de acordo com a presente invenção produz regiões de menor fricção quando a superfície externa do revestimento é desgastada. Isto é vantajoso quando algumas regiões do substrato, por exemplo, um fixador com rosca, são submetidas a taxas de desgaste que de outra forma poderiam se desgastar através do revestimento oleoso. Forne-

20 cendo-se um interveniente, uma camada mais oleosa, tal desgaste pode não alcançar a superfície e resultar em um grande aumento na fricção pela falta de qualquer outra camada oleosa entre o par tribológico.

25 De acordo com a presente invenção, áreas superficiais que estavam inicialmente se desgastando a altas taxas tornaram-se mais oleosas à medida que são desgastados e, portanto, podem possivelmente alcançar. Ou pelo menos se aproximar, a mesma taxa de desgaste de outras áreas na superfície. Essa capacidade provê o fixador com uma facilidade melhorada de uso e risco reduzido de falha eventual devido à perda de revestimentos protetores na superfície, tais como revestimentos anticorrosão. Esta capaci-

30 dade também fornece um regime de torque mais uniforme e consistente, facilitando a aplicação automatizada de fixadores, uma vida de mancal melhorada, e uma melhor formação de suporte, por exemplo.

Como será entendido, na superfície das roscas de um fixador com roscas, cada velocidade do movimento, a quantidade de força aplicada e os graus de desgaste que ocorrem, podem variar a cada local. Assim, o grau de desgaste do revestimento do fixador com rosca, devido a uma combinação desses fatores variará. De acordo com a presente invenção, fornecendo-se uma lubricidade diferencial com profundidade no revestimento, podem ser fornecidas áreas diferentes no fixador com uma taxa de desgaste mais uniforme. Superfícies que se movem a maiores velocidades, sobre maiores distâncias, e/ou são submetidas a uma maior força normal, e, portanto, são submetidas a um maior desgaste, são providas com mais lubricidade e assim distribuem a carga de fricção sobre uma área mais ampla. Tal revestimento pode ser dito como apresentando propriedades de lubrificação invertidas. Isto é, o revestimento torna-se mais escorregadio à medida que se desgasta, resultando em menores taxas de desgaste à medida que o desgaste prossegue aproximando-se do ponto onde o revestimento é completamente desgastado.

De acordo com uma concretização da presente invenção, é fornecido um substrato revestido, incluindo pelo menos uma primeira camada de revestimento oleoso sobre o substrato e uma segunda camada de revestimento oleoso cobrindo a primeira camada de revestimento oleoso. A primeira camada de revestimento oleoso inclui uma primeira concentração de um lubrificante; e a segunda camada de revestimento oleoso inclui uma segunda concentração do lubrificante que é reduzida em relação à primeira concentração do lubrificante. Assim, a camada mais próxima ao substrato, isto é, a camada interna das duas camadas de revestimento, contém mais lubrificante que a segunda camada de revestimento externa. Camadas adicionais de revestimento oleoso podem ser adicionadas, tais como uma terceira camada de revestimento oleoso, na qual a terceira camada de revestimento oleoso inclui uma concentração do lubrificante que é reduzida em relação à segunda concentração do lubrificante e em relação a primeira concentração do lubrificante. Naturalmente, camadas adicionais podem ser adicionadas; assim, pelo menos duas camadas de revestimento adicionais po-

dem ser fornecidas cobrindo a segunda camada de revestimento oleoso, na qual cada camada de revestimento sucessiva inclui uma concentração reduzida de lubrificante em relação a cada camada de revestimento precedente. Isto é, cada camada de revestimento sucessiva de lubrificante contém menos lubrificante que a camada de revestimento sobre a qual ela é aplicada. Deve ser entendido que o efeito líquido das concentrações precedentes de lubrificante nas respectivas camadas é que a(s) camada(s) externa(s) deve(m) ter um coeficiente de fricção maior do que as camadas internas.

Assim, a relação entre as camadas pode ser descrita ou medida em termos do coeficiente de fricção resultante, ao invés de em termos da concentração de lubrificante nas respectivas camadas de revestimento. Esta descrição é útil quando materiais de lubrificação diferentes são usados nas respectivas camadas. Assim, em outro aspecto da invenção, é fornecido um substrato revestido, incluindo uma primeira camada de revestimento oleoso cobrindo o substrato, no qual a primeira camada de revestimento oleoso inclui um primeiro lubrificante fornecendo à primeira camada de revestimento oleoso um primeiro coeficiente de fricção; e uma segunda camada de revestimento oleoso cobrindo a primeira camada de revestimento oleoso, na qual a segunda camada de revestimento inclui um segundo lubrificante fornecendo à segunda camada de revestimento oleoso um segundo coeficiente de fricção, e na qual o segundo coeficiente de fricção é maior que o primeiro coeficiente de fricção. De acordo com esse aspecto da invenção, as concentrações respectivas de lubrificantes podem não ser conforme descrito acima na primeira concretização, mas o efeito líquido permanece o mesmo, que o coeficiente de fricção das camadas externas é maior que o coeficiente de fricção da camada ou camadas internas.

De acordo com a invenção, é fornecido um substrato revestido, incluindo uma primeira camada de revestimento oleoso cobrindo o substrato, a primeira camada de revestimento oleoso incluindo um primeiro lubrificante fornecendo à primeira camada de revestimento oleoso um primeiro coeficiente de fricção; e uma segunda camada de revestimento oleoso cobrindo a primeira camada de revestimento oleoso, a segunda camada de revestimen-

to oleoso incluindo um segundo lubrificante fornecendo à segunda camada de revestimento oleoso um segundo coeficiente de fricção, na qual o segundo coeficiente de fricção é maior que o primeiro coeficiente de fricção.

Conforme notado acima, em uma concretização, o primeiro e o
5 segundo lubrificantes podem ser o mesmo lubrificante. Quando o lubrificante é o mesmo em ambas (ou mais) as camadas, então o lubrificante está presente na primeira camada de revestimento oleoso a uma concentração maior que a concentração do lubrificante na segunda camada de revestimento oleoso. Onde camadas adicionais estão presentes, a camada mais externa
10 tem a menor concentração do lubrificante, quando o lubrificante é o mesmo na camada mais externa e nas camadas base.

Em outra concretização, os primeiro e segundo lubrificantes são lubrificantes diferentes. Nessa concretização, duas diferentes variações podem estar presentes. Em uma variação, o primeiro lubrificante tem uma primeira lubricidade, o segundo lubrificante tem uma segunda lubricidade, e a
15 primeira lubricidade é menor que a segunda lubricidade. Nessa variação, uma vez que a primeira lubricidade está na primeira camada, interna, para que a relação do coeficiente de fricção ser mantida, o primeiro lubrificante deve estar presente na primeira camada de revestimento oleoso em uma
20 concentração suficiente para fornecer à primeira camada de revestimento oleoso como um todo uma maior lubricidade (e um menor coeficiente de fricção) que a lubricidade do segundo lubrificante fornece à segunda camada de revestimento oleoso (que por sua vez tem o maior coeficiente de fricção).

Em outra variação, o primeiro lubrificante tem uma primeira lubricidade, o segundo lubrificante tem uma segunda lubricidade, e a primeira
25 lubricidade é maior que a segunda lubricidade. Nesta variação, as concentrações relativas do lubrificante podem ter qualquer relação, enquanto a lubricidade da primeira camada de revestimento oleoso for maior que a lubricidade da segunda camada de revestimento oleoso como um todo. Conforme
30 será entendido, uma outra forma de descrever a relação resultante é determinar novamente que o coeficiente de fricção da primeira camada de revestimento oleoso permaneça menor que o coeficiente da segunda camada de

revestimento oleoso.

Em outra concretização, o substrato revestido também inclui uma terceira camada de revestimento oleoso cobrindo a segunda camada de revestimento oleoso. Nessa concretização, a terceira camada de revestimento oleoso inclui um terceiro lubrificante fornecendo à terceira camada de revestimento oleoso um terceiro coeficiente de fricção, na qual o terceiro coeficiente de fricção é maior que o segundo coeficiente de fricção. Camadas de revestimento adicionais podem ser aplicadas. Assim, o substrato revestido pode também incluir pelo menos duas camadas de revestimento adicionais cobrindo a segunda camada de revestimento oleoso, na qual cada camada de revestimento subsequente inclui um lubrificante que fornece à respectiva camada de revestimento subsequente um coeficiente de fricção maior que aquele de cada camada de revestimento precedente. As descrições anteriores se aplicam às relações de concentração de lubrificante e identidade ou diferença dos lubrificantes, novamente com a condição de que o coeficiente de fricção da terceira camada de revestimento (e de qualquer outra subsequente) seja maior que o coeficiente de fricção das camadas sobre as quais a terceira camada de revestimento (e de qualquer outra subsequente) é formada.

Assim, conforme descrito acima, o substrato revestido inclui revestimentos nos quais a camada interna (primeira camada de revestimento oleoso) tem maior lubricidade e um menor coeficiente de fricção do que a camada (segunda camada de revestimento oleoso) ou camadas (segunda, terceira e qualquer camada de revestimento subsequente) que as cobrem e próximas à, ou na, superfície do substrato revestido, cujas camadas externas têm um maior coeficiente de fricção e menor lubricidade que as camadas sobre as quais elas descansam. Conforme descrito acima, camadas de revestimento oleoso adicionais podem ser aplicadas sobre as duas camadas de revestimento descritas aqui. Cada uma das camadas de revestimento sucessivas cobrindo a segunda camada de revestimento oleoso inclui um lubrificante que fornece à respectiva camada de revestimento subsequente um coeficiente de fricção maior que (e uma lubricidade menor que) aquela

de cada camada de revestimento precedente, sobre a qual a camada sucessiva é aplicada.

Onde a relação entre as camadas interna e externa é descrita em termos do coeficiente de fricção, conforme notado acima, lubrificantes diferentes podem ser usados nas duas ou mais camadas, enquanto a relação dos respectivos coeficientes de fricção for mantida. Cada um dos dois ou mais lubrificantes nas duas ou mais camadas pode ter qualquer concentração em uma dada camada, enquanto a relação entre os respectivos coeficientes de fricção for mantida. Isto é, conforme descrito anteriormente, a camada ou camadas externa têm um coeficiente de fricção maior que a camada ou camadas interna, se essa relação for obtida pelo uso de uma maior concentração de lubrificante nas camadas internas ou pelo uso de um lubrificante tendo uma maior lubricidade nas camadas internas.

É comum fornecer-se geralmente aço e outras chapas, tiras, peças e corpos de prova metálicos, e particularmente produtos acabados, como fixadores e elementos similares, com metal ou revestimentos metalizados para proteger o aço contra a corrosão. Entre os revestimentos típicos que podem ser aplicados estão metais depositados eletroliticamente tais como zinco ou ligas de zinco, metais depositados mecanicamente ou por imersão tais como zinco ou ligas de zinco, ou cromados, ou fosfatados, ou revestimentos de zinco revestidos por conversão. Como é conhecido na técnica, a deposição eletrolítica inclui a eletrodeposição (eletrogalvanização), deposição sem uso de eletricidade e revestimento por imersão.

O substrato pode ser revestido com uma camada base tal como o metal ou revestimento metalizado (metal ou liga) antes da aplicação da primeira camada de revestimento oleoso. A camada base pode incluir um ou mais entre um metal ou liga, revestimento de conversão e uma composição de selagem, onde a primeira camada de revestimento oleoso cobre a camada base.

A camada base de metal ou liga pode ser aplicada por qualquer método, inclusive, mas não limitado a, revestimento sem uso de eletricidade, revestimento por imersão e revestimento por eletrogalvanização. Em adição,

a camada base de metal pode ser aplicada por outros métodos, tais como revestimento mecânico, deposição de vapor químico (CVD), deposição de camada atômica (ALD), deposição de vapor de plasma (PVD), crepitação, variações de temperaturas alta ou baixa e de pressão desses processos, e qualquer outro método conhecido para fornecer uma camada protetora fina de metal, sobre um substrato. Naturalmente, muitos desses outros métodos são caros e então não devem ser usados para peças comuns de produção em massa tais como fixadores, mas tais métodos estão dentro do escopo da invenção.

10 A composição passivadora aplicada como, ou com, ou sobre a camada base pode ser qualquer composição passivadora conhecida que formará um revestimento de conversão. A composição passivadora pode incluir cromo hexavalente, ou pode ser substancialmente isenta de cromo hexavalente ou pode ser totalmente isenta de cromo hexavalente, pode incluir cromo trivalente, pode incluir fosfatação, ou combinações desses e de outros métodos conhecidos para formar um revestimento de conversão para passivar uma superfície metálica ou fornecer um tratamento anticorrosão a uma superfície metálica. Qualquer passivação ou tratamento anticorrosão adequados ao substrato podem ser usados. É preferido por razões ambientais e de saúde que a composição de passivação seja isenta de cromo hexavalente (Cr(VI) ou Cr⁺⁶).

25 Em uma concretização, pelo menos uma entre as primeira camada de revestimento oleoso e segunda camada de revestimento oleoso também inclui uma composição selante, um corante, uma composição fosforescente, uma composição fluorescente, ou uma mistura ou combinação de quaisquer duas delas. Como é conhecido na técnica, uma composição de selagem pode ser usada para selar a peça de, por exemplo, atmosfera de oxigênio e umidade, de outros agentes corrosivos, e/ou para proteger fisicamente a peça contra a abrasão, arranhões, etc. Qualquer selante conhecido pode ser usado, desde que seja compatível com os materiais de revestimento e materiais de lubrificação, que pode ser prontamente determinado pelos versados na técnica.

Resinas adequadas para formar um selo ou uma camada selante estão descritas abaixo.

Como é sabido, peças que tenham sido tratadas com lubrificantes ou similar precisam ser diferenciadas de peças que não tenham sido tratadas. Assim, em uma concretização, qualquer uma das camadas de revestimento, e preferivelmente a camada de revestimento externa, pode incluir um agente tal como um corante, uma composição fosforescente, uma composição fluorescente, ou uma mistura ou combinação de quaisquer dois ou mais deles, que podem ser usados para identificar peças tratadas. Tais métodos são usados comumente na técnica de fixação, então não precisam ser descritas aqui.

Qualquer material adequado pode ser usado como lubrificante(s) de acordo com a presente invenção. Assim, o substrato revestido pode incluir um lubrificante que inclui qualquer um entre uma cera natural ou sintética ou à base de petróleo, uma gordura vegetal ou óleo, um polímero tratado com flúor, um polímero poliolefina, sulfeto de molibdênio, dissulfeto de tungstênio, prata, grafite, pedra-sabão, um estearato, um ditiofosfonato, uma graxa à base de cálcio, um lubrificante reativo enquanto sólido, ou uma mistura ou uma combinação de quaisquer dois ou mais deles. Tabulações de tais lubrificantes existem em várias publicações inclusive o Volume 18 do ASM Handbooks, a Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, a Modern Tribology Handbook Vol. 1 and Vol. 2.

Em uma concretização, pelo menos uma entre a primeira camada de revestimento oleoso e a segunda camada de revestimento oleoso também compreende um aglutinante. Qualquer aglutinante adequado pode ser usado. Por exemplo, o aglutinante pode incluir um ou mais entre um epóxi, um acrílico, um silicone, uma resina fenólica, um silicato inorgânico, silicato de sódio e celulose.

Em uma concretização, pelo menos uma entre a primeira camada de revestimento oleoso e a segunda camada de revestimento oleoso também compreende uma resina curável. Qualquer resina curável adequada pode ser usada. Por exemplo, a resina curável pode incluir um ou mais entre

resinas à base de fenol, poliuretanos, termoplásticos, resina poliamida, resina poliimida, resinas alquídicas, resinas acrílicas (incluindo acrílico e alquil acrílico tal como (met) acrílicos e (et)acrílicos), resinas epóxi e resinas de termocura. Outras resinas conhecidas podem ser adequadamente usadas.

5 Essas resinas podem ser usadas para formar um lubrificante de película seca e uma camada de selagem integral. Assim, em uma concretização, pelo menos uma entre a primeira camada de revestimento oleoso e a segunda camada de revestimento oleoso inclui ou está na forma de um lubrificante de película seca. Em outra concretização, pelo menos uma entre a
10 primeira camada de revestimento oleoso e a segunda camada de revestimento oleoso inclui ou está na forma de uma camada de selagem integral.

Conforme notado acima, em várias concretizações da presente invenção o substrato é um metal. Em uma concretização particular, quando o substrato é um metal tal como o aço, o substrato tem uma superfície e a
15 superfície tem formada nela uma das hipóteses (A), (B) ou (C) a seguir: (A) uma ou mais camadas de um metal ou liga está na superfície e a primeira camada de revestimento oleoso está na uma ou mais camadas de metal ou liga; (B) uma camada de um revestimento de conversão está na superfície e a primeira camada de revestimento oleoso está na camada de revestimento
20 de conversão; ou (C) uma ou mais camadas de um metal ou liga está na superfície, uma camada de revestimento de conversão está sobre a uma ou mais camadas de metal ou liga e a primeira camada de revestimento oleoso está sobre a camada do revestimento de conversão.

Em outra concretização, a presente invenção fornece um produto,
25 to, incluindo um substrato, tal como um produto de metal; uma camada (a) de zinco ou de liga de zinco em pelo menos uma porção do substrato; uma camada (b) de um revestimento de conversão de cromo trivalente cobrindo a camada (a); uma primeira camada contendo lubrificante (c) cobrindo a camada (b); e uma segunda camada contendo lubrificante (d) cobrindo a
30 camada (c), onde a camada (c) compreende um coeficiente de fricção menor que o coeficiente de fricção da camada (d). Essa concretização é ilustrada na Figura 8, que é descrita também abaixo. Nessa concretização, o primeiro

lubrificante e o segundo lubrificante podem ser qualquer lubrificante descrito aqui, cada um em uma concentração conforme necessário para fornecer a relação do coeficiente de fricção de acordo com a invenção. Em uma concretização preferida, as camadas (a) e (b) são formadas de uma emulsão con-

5 tendo cromo trivalente e um polietileno emulsificável de alta densidade (HD-PE), na qual a HDPE tem um tamanho médio de partícula menor que 50 nanômetros. Em uma concretização do processo, as camadas (b) e (c) são formadas de uma primeira composição, e a camada (d) é formada de uma segunda composição. A camada (d) pode ser formada de qualquer lubrifi-

10 cante adequado. Em uma concretização preferida, a camada (d) é formada de uma mistura de um selante orgânico e do segundo lubrificante. O segundo lubrificante pode ser ou compreender um ou mais de quaisquer lubrificantes descritos acima. Em uma concretização, a camada (d) forma uma camada de selagem integral e/ou é um lubrificante de película seca.

15 Em outra concretização, a presente invenção fornece um produto, inclusive um substrato; uma camada (a) de zinco ou de liga de zinco em pelo menos uma parte do substrato; uma camada (b) de revestimento de conversão de cromo trivalente cobrindo a camada (a); e uma camada con-

20 tendo lubrificante (c) cobrindo a camada (b), na qual a camada (c) inclui uma superfície interna contatando ou cobrindo a camada (b) e uma superfície externa oposta à camada (b) e contém um lubrificante, na qual o lubrificante transmite um menor coeficiente de fricção na superfície interna que na superfície externa. Essa concretização é ilustrada na Figura 11, que é também descrita abaixo.

25 Há um número de formas de se obter esta graduação do coeficiente de fricção da parte interna para a externa da camada contendo lubrificante (c). Em uma, a camada contendo lubrificante (c) (que pode ser referida como uma camada de revestimento composta) contém um ou mais lubrificantes que está presente em um gradiente de concentração, no qual a(s)

30 concentração(ões) do um ou mais lubrificantes diminui da superfície interna para a superfície externa. Em outra, a camada contendo lubrificante (c) contém mais que um lubrificante em uma mistura, e a mistura lubrificante é for-

mada para ter uma lubricidade maior na parte interna que na parte externa da camada (c). Em ainda outra, um ou mais lubrificantes tendo uma maior lubricidade estão na parte interna da camada (c), e um ou mais lubrificantes tendo uma menor lubricidade estão na parte externa da camada (c).

5 A graduação do coeficiente de fricção nesta concretização pode ser obtida, por exemplo, pela aplicação inicial dos lubrificantes adequados em camadas discretas e então tratando as camadas, por exemplo, pelo seu aquecimento ou pela sua exposição a alguma outra forma de energia, para
10 fazer com que as camadas se difundam pelo menos parcialmente entre si, pelo menos nas interfaces entre camadas adjacentes contendo lubrificante. A graduação do coeficiente de fricção pode também ser obtida por sucessivas imersões em composições contendo concentrações de lubrificantes sucessivamente reduzidas, onde uma série de camadas é formada tendo cada uma sucessivamente um menor teor de lubrificante e/ou sucessivamente um
15 maior coeficiente de fricção, movendo-se no sentido para fora do substrato. Em uma concretização, as camadas sucessivas de revestimento oleoso, em número de duas ou mais, podem ser aquecidas ou tratadas para formar a graduação. Quando isto é feito por aquecimento, será reconhecido que um
20 aquecimento excessivo, tanto em termos de tempo quanto em termos de temperatura, pode eventualmente resultar na homogeneização dos lubrificantes e assim a graduação será perdida. Isto é indesejável e deve ser evitado.

 Nesta concretização, os lubrificantes usados para se obter a graduação do coeficiente de fricção podem ser quaisquer lubrificantes descritos
25 aqui.

 Peças típicas manuseadas de acordo com a presente invenção são fixadores tais como grampos, parafusos, porcas, elementos de aperto como dobradiças, conectores, fixadores do tipo gancho e similares, e todos os tipos de ferramenta, ornamento em montagem inclusive portas, armários,
30 ferramentas e montagens de cozinha, comerciais, industriais e agrícolas.

 Em adição ao precedente, antes de qualquer das etapas de processo acima em qualquer das concretizações, os substratos podem ser lim-

pos por vários métodos. Por exemplo, substratos podem ser desengordurados, lavados, secados, decapados, etc. A decapagem pode ser executada por qualquer processo de decapagem bem conhecido, tais como pelo uso de ácidos inorgânicos minerais, tais como ácido clorídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, e ácido fluorídrico, quer individualmente, quer como misturas.

As Figuras 5-11 são vistas esquemáticas de seça transversal de tratamentos metálicos e camadas de lubrificantes aplicados à superfície de um substrato metálico conforme várias concretizações da presente invenção. As concretizações ilustradas nas Figuras 5-11, e suas variações, são discutidas a seguir. Nessas descrições, o substrato pe geralmente descrito como um "substrato sólido", que inclui qualquer substrato sólido, tal como um substrato termoplástico, um substrato de termocura, um substrato cerâmico ou um substrato metálico ou de liga metálica, ou qualquer outro substrato sólido ao qual a presente invenção possa ser aplicada. Em uma concretização na qual o substrato sólido é um polímero, vidro ou cerâmica, ele pode incluir um revestimento metálico na superfície do substrato, à qual os tratamentos e/ou revestimentos aqui discutidos podem ser aplicados.

A Figura 5 descreve esquematicamente um produto 500 de acordo com a presente invenção, incluindo um substrato sólido 10, uma primeira camada de revestimento oleoso 24 cobrindo o substrato 10 e uma segunda camada de revestimento oleoso 26 cobrindo a primeira camada de revestimento oleoso 24. De acordo com a invenção, a primeira camada de revestimento oleoso 24 inclui um primeiro lubrificante fornecendo à primeira camada de revestimento oleoso um primeiro coeficiente de fricção; e a segunda camada de revestimento oleoso 26 inclui um segundo lubrificante fornecendo à segunda camada de revestimento oleoso um segundo coeficiente de fricção, e o segundo coeficiente de fricção é maior que o primeiro coeficiente de fricção. As camadas de revestimento contendo lubrificante 24 e 26 podem conter qualquer lubrificante adequado para tais usos. Uma camada de selagem (não mostrada) pode ser formada sobre as camadas de lubrificante, ou o lubrificante pode ser uma parte integral da camada selante, em cujo caso, por exemplo, a segunda camada de revestimento oleoso externa

26 seria uma camada selante/lubrificante, que pode ser referida como camada de selagem integral. Uma ou ambas entre a primeira camada de revestimento oleoso 24 e a segunda camada de revestimento oleoso 26 podem ser camadas selantes integrais, desde que as características da invenção descritas aqui ainda se apliquem. A camada de selagem aqui pode ser formada de qualquer uma das concretizações a seguir, então não é especificamente mencionada em relação a elas, mas deve ser entendido como sendo uma adição opcional ao que foi descrito. Em adição, qualquer dos revestimentos oleosos pode estar presente como uma camada de selagem integral, embora não seja especificamente descrito para cada concretização a seguir. Assim, em uma concretização, a selagem integral é a camada mais externa. Em outra concretização, camadas de selagem integral podem ser empilhadas, e em tal concretização a selagem integral mais interna tem uma maior concentração de lubrificante ou um menor coeficiente de fricção que a camada externa subsequente ou outras camadas de selagem integral colocadas mais para fora.

A concretização ilustrada na Figura 5 é a concretização básica da presente invenção, e as concretizações remanescente são construídas sobre essa concretização básica pela adição de outros tratamentos e/ou revestimentos. Várias combinações de, e variações sobre, as concretizações exemplares a seguir podem ser identificadas por aqueles que são versados na técnica, e todas essas combinações e variações estão dentro do escopo da presente invenção, conforme definido pelas reivindicações aqui anexas.

A Figura 6 descreve esquematicamente um produto 600 de acordo com a presente invenção, incluindo um substrato sólido 10, uma camada de revestimento de conversão 20, uma primeira camada de revestimento oleoso 24 cobrindo a camada de revestimento de conversão 20 e uma segunda camada de revestimento oleoso 26 cobrindo a primeira camada de revestimento oleoso 24. De acordo com a invenção, a primeira camada de revestimento oleoso 24 inclui um primeiro lubrificante fornecendo à primeira camada de revestimento oleoso um primeiro coeficiente de fricção; e a segunda camada de revestimento oleoso 26 inclui um segundo lubrifi-

cante fornecendo à segunda camada de revestimento oleoso um segundo coeficiente de fricção, e o segundo coeficiente de fricção é maior que o primeiro coeficiente de fricção. As camadas de revestimento contendo lubrificante 24 e 26 podem conter qualquer lubrificante adequado para tais usos. A

5 camada de revestimento de conversão 20 pode ser qualquer camada descrita aqui, e em uma concretização preferida é diferente de uma camada de conversão de cromo hexavalente, por exemplo, um revestimento de conversão de cromo trivalente.

A Figura 7 descreve esquematicamente um produto 700 de acordo com a presente invenção, incluindo um substrato sólido 10, uma

10 camada de revestimento de conversão 20, uma primeira camada de revestimento oleoso 24 cobrindo a camada de conversão 20, uma segunda camada de revestimento oleoso 26 cobrindo a primeira camada de revestimento oleoso 24, e uma terceira camada de revestimento oleoso 28 entre a primei-

15 ra camada de revestimento oleoso 24 e a segunda camada de revestimento oleoso 28. De acordo com a invenção, a primeira camada de revestimento oleoso 24 inclui um primeiro lubrificante fornecendo à primeira camada de revestimento oleoso um primeiro coeficiente de fricção; e a segunda camada de revestimento oleoso 26 inclui um segundo lubrificante fornecendo à se-

20 gunda camada de revestimento oleoso um segundo coeficiente de fricção, e o segundo coeficiente de fricção é maior que o primeiro coeficiente de fricção. De acordo com essa concretização da invenção, a terceira camada de revestimento oleoso 28 fornece um coeficiente de fricção intermediário – isto é – um coeficiente de fricção que é maior que o da primeira camada de re-

25 vestimento oleoso 24 mas é menor que o da segunda camada de revestimento oleoso 26. As camadas de revestimento contendo lubrificantes 24, 26 e 28 podem conter qualquer lubrificante adequados para tais usos. A camada de revestimento de conversão 20 pode ser qualquer camada descrita aqui, e em uma concretização preferida é diferente de um revestimento de

30 conversão de cromo hexavalente, por exemplo, um revestimento de conversão de cromo trivalente.

A concretização da Figura 8 é substancialmente similar àquela

da Figura 6, exceto que inclui uma camada de metal ou de liga 12, formada na superfície do substrato 10. Assim, a Fig 8 descreve esquematicamente um produto 800 de acordo com a presente invenção, incluindo um substrato sólido 10, uma camada de metal ou liga metálica 12, uma camada de revestimento de conversão 20, uma primeira camada de revestimento oleoso 24 cobrindo a camada de revestimento de conversão 20 e uma segunda camada de revestimento oleoso 26 cobrindo a primeira camada de revestimento 24. De acordo com a invenção, a primeira camada de revestimento oleoso 24 inclui um primeiro lubrificante fornecendo à primeira camada de revestimento oleoso um primeiro coeficiente de fricção; e a segunda camada de revestimento oleoso 26 inclui um segundo lubrificante fornecendo à segunda camada de revestimento oleoso um segundo coeficiente de fricção, e o segundo coeficiente de fricção é maior que o primeiro coeficiente de fricção. As camadas de revestimento contendo lubrificante 24 e 26 podem conter qualquer lubrificante adequado para tais usos. A camada de metal ou liga metálica 12 pode ser formada na superfície do substrato 10 por qualquer método adequado tais como os métodos descritos acima. A camada de revestimento de conversão 20 pode ser qualquer camada descrita aqui, e em uma concretização preferida é diferente de um passivador de cromo hexavalente, por exemplo, um passivador de cromo trivalente.

A concretização da Figura 9 é substancialmente similar àquela da Figura 7, exceto que ela inclui uma camada de metal ou de liga metálica 12, formada na superfície do substrato 10. Assim, a Figura 9 descreve esquematicamente um produto 900 de acordo com a presente invenção, incluindo um substrato sólido 10, uma camada de metal ou liga metálica 12, uma camada de revestimento de conversão 20, uma primeira camada de revestimento oleoso 24 cobrindo a camada de revestimento de conversão 20, uma segunda camada de revestimento oleoso 26 cobrindo a primeira camada de revestimento oleoso 24, e uma terceira camada de revestimento oleoso 28 entre a primeira camada de revestimento oleoso 24 e a segunda camada de revestimento oleoso 28. De acordo com a invenção, a primeira camada de revestimento oleoso 24 inclui um primeiro lubrificante fornecendo à primeira

camada de revestimento oleoso um primeiro coeficiente de fricção; e a segunda camada de revestimento oleoso 26 inclui um segundo lubrificante fornecendo à segunda camada de revestimento oleoso um segundo coeficiente de fricção, e o segundo coeficiente de fricção é maior que o primeiro coeficiente de fricção. De acordo com esta concretização da invenção, a terceira
5 camada de revestimento oleoso 28 fornece um coeficiente de fricção intermediário – isto é – um coeficiente de fricção que é maior que o da primeira camada de revestimento oleoso 24 mas é menor que o da segunda camada de revestimento oleoso 26. As camadas de revestimento contendo lubrificante 24, 26 e 28 podem conter qualquer lubrificante adequado para tais usos. A
10 camada de metal ou liga metálica 12 pode ser formada na superfície do substrato 10 por qualquer método adequado, tais como aqueles métodos descritos acima. A camada de revestimento de conversão 20 pode ser qualquer camada descrita aqui, e em uma concretização preferida é diferente de um passivador de cromo hexavalente, por exemplo, um passivador de cromo
15 trivalente.

A concretização da Figura 10 é substancialmente similar à da Figura 7, exceto que inclui um revestimento oleoso compósito 30, ao invés das três camadas de revestimento distintas, 24, 28 e 26 como na concretização da Figura 7. Assim a Figura 10 descreve esquematicamente um produto
20 1000 de acordo com a presente invenção, incluindo um substrato sólido 10, uma camada de revestimento de conversão 20, e uma camada de revestimento de compósito 30 cobrindo a camada de revestimento de conversão 20. A camada de revestimento de compósito inclui um ou mais lubrificantes e apresenta uma graduação de coeficiente de fricção que varia com a profundidade, o coeficiente de fricção próximo à camada de passivação 20 sendo o
25 menor e o coeficiente de fricção próximo da, e na, superfície sendo o mais alto. De acordo com esta concretização da invenção, a camada de revestimento de compósito 30 tem uma superfície interna adjacente à camada de revestimento de conversão 20 e uma superfície externa. A camada de revestimento de compósito 30 inclui um lubrificante tendo uma distribuição dentro
30 da camada de revestimento de compósito 30 que transmite um menor coefi-

ciente de fricção na superfície interna que na superfície externa. De acordo com essa concretização da invenção, a camada de revestimento de compósito 30 fornece os benefícios da presente invenção, isto é, uma superfície externa tendo um maior coeficiente de fricção que a parte interna da camada, mas o faz dentro de uma camada de compósito única. A camada de compósito pode ser formada, por exemplo, pela aplicação de calor à concretização contendo duas ou três ou mais camadas distintas por um período suficiente para fazer com que as duas camadas distintas se difundam em conjunto, ou pelo menos que as interfaces dessas camadas pelo menos se consolidem parcialmente. As camadas de revestimento contendo lubrificante formadas inicialmente podem conter qualquer lubrificante adequado ou combinação de lubrificantes para tais usos, conforme descrito nessa descrição. A camada de revestimento de conversão 20 pode ser qualquer camada descrita aqui, e em uma concretização preferida é diferente de um passivador de cromo hexavalente, por exemplo, um passivador de cromo trivalente.

Em uma concretização (não mostrada), a camada de revestimento compósito 30 pode estar diretamente sobre o substrato 10, sem uma camada de revestimento de conversão ou camada metálica interveniente. Assim, essa concretização pareceria similar à Figura 5, exceto que as duas camadas de revestimento oleoso 24 e 26 seriam substituídas pela camada de revestimento de compósito 30.

A concretização da Figura 11 é substancialmente similar àquela da Figura 10, exceto que ela inclui uma camada de metal ou de liga 12, sobre a qual a camada de revestimento de conversão é formada. A Figura 11 descreve esquematicamente um produto 1100 de acordo com a presente invenção, incluindo um substrato sólido 10, uma camada de metal ou liga 12, uma camada de revestimento de conversão 20, e uma camada de revestimento de compósito 30 cobrindo a camada de revestimento de conversão 20. A camada de revestimento de compósito inclui um ou mais lubrificantes e apresenta uma graduação de coeficiente de fricção que varia com a profundidade, o coeficiente de fricção próximo à camada de passivação 20 sendo o menor e o coeficiente de fricção próximo a, e na, superfície sendo o mais

alto. De acordo com essa concretização da invenção, a camada de revestimento de compósito 30 tem uma superfície interna adjacente à camada de revestimento de conversão 20 e uma camada externa. A camada de revestimento de compósito 30 inclui um lubrificante tendo uma distribuição dentro da camada de compósito 30 que transmite um menor coeficiente de fricção à superfície interna do que à superfície externa. De acordo com esta concretização da invenção, a camada de revestimento de compósito 30 fornece os benefícios da presente invenção, isto é, uma superfície externa tendo um maior coeficiente de fricção que a parte interna da camada, mas o faz assim dentro de uma camada de compósito única. A camada de compósito pode ser formada, por exemplo, pela aplicação de calor a uma concretização contendo duas ou três ou mais camadas distintas por um período suficiente para fazer as camadas distintas se difundirem em conjunto, ou pelo menos para as interfaces dessas camadas pelo menos se consolidarem parcialmente. As camadas de revestimento contendo lubrificante formadas inicialmente podem conter qualquer lubrificante ou combinação de lubrificantes adequada para tais usos, conforme descrito nessa descrição. A camada de revestimento de conversão 20 pode ser qualquer camada descrita aqui, e em uma concretização preferida é diferente de uma camada de conversão de cromo hexavalente, por exemplo, uma camada de conversão de cromo trivalente.

O material de selagem usado com concretizações da presente invenção pode ser inorgânico, orgânico ou uma mistura de inorgânico e orgânico.

Selantes inorgânicos são soluções tipicamente aquosas de silicatos tais como silicato de sódio, potássio ou lítio, onde a razão de Si para O pode variar. Esses silicatos podem ser usados sozinhos ou em combinação com partículas de sílica (SiO_2) cujas propriedades de superfície tenham sido modificadas. Silicatos adequados são disponibilizados comercialmente pela PQ Corporation (<http://www.pqcorp.com/products/>). Sílica com modificações de superfície está disponibilizada pela W.R. Grace (<http://www.grace.com/davison/industrial.html>) sob a marca registrada LUDOX® sílica.

Materiais orgânicos específicos de selagem final que são considerados úteis incluem NEOREZ® R 961, NEOCRYL® A 6092 e HALOFLEX® 202 e adiciona-se, em alguns casos, o inorgânico LUDOX® HS40, por exemplo. Outras marcas e resinas similares podem também ser usadas.

5 Selantes orgânicos são tipicamente soluções aquosas de resinas polímeras com base em emulsões acrílicas, uretanos transportados por água, uretano transportado por água/copolímeros acrílicos, e emulsões terpolímeras vinil/acrílico. A DSM NeoResins (<http://www.neoresins.com/>) produz e comercializa tais resinas para a indústria de revestimentos sob as
10 marcas registradas NEOCRYL®, NEOREZ®, NEOPAC®, e HALOFLEX® respectivamente. Por exemplo, NEOREZ® R 961 inclui um poliuretano transportado por água e HALOFLEX® 202 inclui uma resina de emulsão terpolímera vinil/acrílico.

Selos integrais disponíveis comercialmente incluem, por exemplo,
15 plo, um revestimento fluoropolímero/fenólico tal como EMRALON® 330, 20% v/v em metil etil cetona (MEK) disponibilizado pela Acheson Colloids Co., Port Huron, Michigan. Outros selos integrais adequados podem ser usados, conforme são conhecidos na técnica. O teor de lubrificante desses revestimentos pode ser ajustado para fornecer os primeiro e segundo revestimen-
20 tos oleosos de acordo com a presente invenção.

Em adição ao acima, camadas de tinta contendo lubrificantes podem ser usadas como camadas de revestimento oleoso da presente invenção. Por exemplo, Trutec (<http://www.trutecind.com/coat/lube.htm>) distribui um lubrificante contendo tintas da Dow Corning, sob a marca registrada
25 MOLYKOTE® e da Nihon Parkerizing (marcas registradas DEFRIC). O produto MOLYKOTE® contém MoS₂ como lubrificante sólido, e acredita-se que a DEFRIC contém um lubrificante de polifluorocarbono.

Materiais inorgânicos de selagem final específicos que são considerados úteis incluem silicato de sódio PQ (Grau N), silicato de potássio (K Sil), e silicato de lítio com e sem LUDOX® HS40 sílica.
30

Lubrificantes usados nas selagens finais não precisam ser emulsificáveis se não forem solúveis. Os lubrificantes na selagem final não preci-

sam sequer ser miscíveis. Desde que o lubrificante possa ser suspensos, ele pode ser aplicado ao substrato. Como tal, o lubrificante pode ser sólido ou líquido. Há uma ampla variedade de lubrificantes e lubrificantes são frequentemente classificados pela fonte:

- 5 animal (por exemplo, óleo de espermacete, gordura de ganso),
- vegetal (por exemplo, óleo de soja, óleo de linhaça)
- mineral (por exemplo, sulfeto de molibdênio, grafite, pós metálicos finamente divididos, por exemplo, prata ou zinco),
- petróleo (por exemplo, destilados de óleo e graxa ou ainda se-
- 10 dimentos)
- sintético (por exemplo, politetrafluoroetileno, polietileno, silicó-
- nes, etc.)

Lubrificantes específicos que são considerados úteis incluem os acima notados aditivo FUCHS LUBRITECH®, e lubrificantes sintéticos incluindo as suspensões Michelman HDPE e NiSlip 500D PTFE. Esses lubrificantes podem ser adicionados a materiais finais de selagem orgânicos ou inorgânicos.

A Figura 12 é um diagrama de fluxo do processo esquemático ilustrando vários processos exemplares para aplicação de uma camada de revestimento oleoso a um substrato de acordo com a invenção. A descrição a seguir fornece alguns detalhes em relação às várias etapas de processo e opções resumidos na Figura 12.

Conforme mostrado na Figura 12, a presente invenção fornece várias variações nos processos para formação do substrato revestido pela aplicação de um revestimento oleoso a um substrato. Em uma concretização, o processo para aplicação de um revestimento oleoso a um substrato inclui a aplicação de uma primeira camada de revestimento oleoso sobre o substrato, a primeira camada de revestimento oleoso incluindo um primeiro lubrificante fornecendo à primeira camada de revestimento oleoso um primeiro coeficiente de fricção; e então aplicando uma segunda camada de revestimento oleoso sobre a primeira camada de revestimento oleoso, a segunda camada de revestimento oleoso incluindo um segundo lubrificante

forneendo à segunda camada de revestimento oleoso um segundo coeficiente de fricção. De acordo com a presente invenção, o segundo coeficiente de fricção é maior que o primeiro coeficiente de fricção, fornecendo assim um revestimento oleoso ao substrato onde há uma maior lubricidade nas

5 camadas ou partes internas do revestimento oleoso que nas camadas ou partes externas do revestimento. Geralmente, o processo pode incluir pelo menos uma etapa de secagem da primeira camada de revestimento oleoso e/ou da segunda camada de revestimento oleoso. A secagem pode ser executada por qualquer método adequado, e pode ser precedida de uma etapa

10 de lavagem, na qual a parte revestida é lavada, por exemplo, com água, e então é seca. Alternativamente, a parte revestida pode ser lavada e então submetida a outro processamento, tal como adição de outra(s) camada(s) de lubrificante(s), sem secagem antes da etapa final de revestimento. Como será entendido, pelo menos como uma etapa final, tais peças metálicas re-

15 vestidas são geralmente secas ou são deixadas secar.

Conforme mostrado na Figura 12, o processo pode também incluir a aplicação de pelo menos uma camada de revestimento adicional sobre a segunda camada de revestimento oleoso. De acordo com a presente invenção, a pelo menos uma camada adicional de revestimento pode incluir

20 um lubrificante fornecendo um coeficiente de fricção maior que o segundo coeficiente de fricção.

Conforme descrito acima, em uma concretização, o produto inclui uma camada metálica sobre superfície do substrato, e assim o processo pode também incluir a aplicação de pelo menos uma camada de metal ou

25 liga sobre o substrato, conforme mostrado na Figura 12. Conforme descrito acima, qualquer método conhecido pode ser usado para aplicar a camada metálica. Em uma concretização preferida, quando o substrato for aço, a camada metálica é zinco ou uma liga de zinco. O zinco ou liga de zinco pode ser aplicado, por exemplo, por um ou mais métodos entre eletrodeposição,

30 revestimento por imersão, ou revestimento sem uso de eletricidade.

Conforme descrito acima e mostrado na Figura 12, o processo pode também incluir a aplicação de pelo menos uma camada base de um

revestimento de conversão sobre o substrato, e isto pode ser feito, por exemplo, pela imersão do substrato em uma composição incluindo pelo menos um passivador e/ou pelo menos um anticorrosivo. É preferido que o passivador seja diferente de cromo hexavalente. Na concretização preferida, o revestimento de conversão é formado por um tratamento de cromo trivalente. Em uma concretização preferida, quando o substrato é aço, uma camada de zinco ou de liga de zinco é inicialmente aplicada, e então um revestimento de conversão de cromo trivalente é aplicado à camada de zinco ou de liga de zinco. Outros materiais e métodos de revestimento de conversão conhecidos podem ser usados.

Em uma concretização, o primeiro lubrificante é emulsionado ou disperso na composição incluindo pelo menos um passivador e/ou pelo menos um anticorrosivo. Então, quando o substrato é removido da composição, a camada base está no substrato e a primeira camada de revestimento contendo lubrificante se forma na camada base que é a camada passivadora.

Um processo de acordo com outra concretização da invenção pode também ser descrito como segue. Um processo para aplicação de um revestimento oleoso a um substrato, incluindo a imersão do substrato em uma primeira composição incluindo um primeiro lubrificante; remoção do substrato da primeira composição, para formar uma primeira camada de revestimento oleoso contendo o primeiro lubrificante sobre o substrato; imergir o substrato com a primeira camada de revestimento oleoso ali em uma segunda composição incluindo um segundo lubrificante, para formar uma segunda camada de revestimento oleoso sobre a primeira camada de revestimento oleoso, na qual a primeira camada de revestimento oleoso fornece um primeiro coeficiente de fricção e a segunda camada de revestimento oleoso fornece um segundo coeficiente de fricção, e, de acordo com a invenção, o primeiro coeficiente de fricção é menor que o segundo coeficiente de fricção. Naturalmente, outros métodos além da imersão em uma composição contendo um lubrificante podem ser usados para aplicar a segunda camada de revestimento oleoso. Por exemplo, a primeira ou segunda camada de revestimento oleoso pode ser formada por pulverização, escovação, ou ou-

tros meios conhecidos para aplicação de uma camada de revestimento a um substrato. Mergulho ou imersão é o freqüentemente mais usado, particularmente para peças produzidas em massa tais como fixadores. O mergulho ou imersão pode ser executado usando-se um equipamento adequado.

5 Em uma concretização, conforme descrito acima e mostrado na Figura 12, a primeira composição pode também incluir um passivador ou anticorrosivo e, quando o substrato é removido da primeira composição, uma camada base incluindo o passivador ou anticorrosivo é formado no substrato e a primeira camada de revestimento oleoso é formada sobre a camada base. Conforme acima, o primeiro lubrificante pode estar emulsionado ou disperso na primeira composição. Conforme acima, um ou mais metais ou ligas podem ser aplicados como uma camada base, com a camada base formada no metal e a primeira camada de revestimento oleoso cobre a camada base.

15 Em outra concretização, também mostrada na Figura 12, as camadas de revestimento podem ser tratadas para formar uma separação menos distinta entre as camadas nas quais um gradiente de coeficiente de fricção é formado. A mesma relação básica é mantida; isto é, nas camadas, um menor coeficiente de fricção permanece mais próximo da superfície do substrato enquanto um maior coeficiente de fricção permanece mais próximo da superfície externa do produto assim revestido. Para obter esse gradiente em uma camada de revestimento de compósito, após a etapa de aplicação da segunda camada de revestimento oleoso, o substrato revestido pode ser aquecido ou tratado de outra forma para provocar a difusão entre a primeira camada de revestimento oleoso e a segunda camada de revestimento oleoso. Esse tratamento pode resultar em um gradiente sendo formado em uma camada de revestimento de compósito, na qual a camada inclui um menor coeficiente de fricção adjacente à camada base e um maior coeficiente de fricção nas partes externas da camada gradiente. Esse tratamento pode simplesmente resultar em uma difusão parcial entre as respectivas camadas de revestimento, por exemplo, na região da interface entre as camadas, na qual algumas partes ou uma porção maior de cada camada retém sua composição original, separadas uma da outra por uma região de difusão.

Quando é estabelecida uma camada gradiente, o coeficiente de fricção da camada de revestimento gradiente aumenta da adjacência da superfície do substrato ou camada base (onde um está presente) para a superfície externa da camada de revestimento de compósito.

5 O processo pode também ser descrito em termos da lubricidade das camadas ao invés de em termos do coeficiente de fricção. Assim, o processo pode ser descrito como um processo para aplicação de um revestimento oleoso a um substrato, incluindo a imersão de um substrato em uma primeira composição contendo um primeiro lubrificante; removendo-se o
10 substrato da primeira composição, para formar uma primeira camada de revestimento oleoso contendo o primeiro lubrificante sobre o substrato; aplicação de uma segunda camada de revestimento oleoso contendo um segundo lubrificante sobre a primeira camada de revestimento oleoso, na qual a primeira camada de revestimento oleoso apresenta uma primeira lubricidade e
15 o segundo lubrificante apresenta uma segunda lubricidade e a primeira lubricidade é maior que a segunda lubricidade. As mesmas descrições de variações e etapas adicionais conforme apresentadas acima se aplicam também a esta concretização.

Deve ser entendido que, de acordo com a presente invenção,
20 pelo menos uma camada ou parte de uma camada de lubrificante disposta internamente tem um coeficiente de fricção menor que pelo menos uma camada de lubrificante disposta externamente. Entretanto, isto não significa que o revestimento oleoso mais externo seja necessariamente o de maior coeficiente de fricção. Assim, onde é formada uma peça atingindo a descrição dada acima, isto é, uma primeira camada de revestimento oleoso cobrindo o substrato, a primeira camada de revestimento oleoso incluindo um
25 primeiro lubrificante fornecendo à primeira camada de revestimento oleoso um primeiro coeficiente de fricção; e uma segunda camada de revestimento oleoso cobrindo a primeira camada de revestimento oleoso, a segunda camada de revestimento oleoso incluindo um segundo lubrificante fornecendo
30 à segunda camada de revestimento oleoso um segundo coeficiente de fricção, onde o segundo coeficiente de fricção é maior que o primeiro coeficien-

te de fricção, a peça ou produto assim revestido pode ser revestido em sua superfície mais externa com um material altamente oleoso, por exemplo, um material à base de petróleo líquido, tendo um coeficiente de fricção menor que qualquer camada base, e ainda estar dentro do escopo da presente invenção.

Tendo descrito previamente em geral os produtos e processos, a seguir são fornecidos alguns exemplos específicos. Esses exemplos são fornecidos para ilustrar a invenção e não pretendem limitar a invenção, que é limitada apenas pelo escopo das reivindicações aqui anexas.

Um processo exemplar para aplicação de duas camadas de revestimento oleoso de acordo com a presente invenção conforme descrito acima é como segue:

Para uma peça revestida por não-conversão:

1. Imergir o substrato sólido (conforme definido acima) em um revestimento fluoropolímero/fenólico tal como EMRALON® 330, 20% v/v em metil etil cetona (MEK) da Acheson Colloids Company (www.achesonindustries.com/doc/guides/FrictionFighterSelectionGuide.pdf).

2. Cura por 60 minutos a 130°C (imersão, centrifugação, forno de cura a 130°C).

3. Então imergir a peça com a primeira camada de revestimento oleoso em uma solução aquosa contendo EMRALON® 8301-01, uma resina poliuretano com fluoropolímero, a 20% v/v em água.

4. Cura por 30 minutos a 100°C (imersão, secagem por centrifugação a 100°C)

Assim, são formadas duas camadas de revestimento em uma superfície metálica revestida por não-conversão. Uma peça assim revestida teria tipicamente uma camada superior tendo um coeficiente de fricção de ~0,1, e uma camada interna tendo um coeficiente de fricção de ~0,06 a 0,08. A temperatura de serviço limitadora é de ~200°C. Para se obter essas duas camadas e mantê-las como camadas separadas, a temperatura de cura da segunda etapa não deve ser tão alta que reduza significativamente a função lubrificante da primeira camada. Em uma concretização, a temperatu-

ra de cura da segunda etapa não excede a temperatura de cura da primeira etapa.

Processos adicionais de acordo com a invenção são apresentados nos exemplos a seguir.

5 EXEMPLOS

Existem muitos métodos para medir a lubricidade. Para demonstrar a efetividade da presente invenção, nos exemplos a seguir, o coeficiente de fricção é medido por diferentes métodos. O coeficiente de fricção deve ser medido consistentemente e valores obtidos não devem ser comparados se gerados por diferentes métodos de teste. Isto é, o mesmo teste deve ser usado para medição do coeficiente de fricção se os resultados dos testes tiverem que ser comparados.

No Exemplo 1, três painéis de células de carcaça de aço são tratadas como segue: (1) usando um método de tratamento convencional incluindo revestimento de zinco, passivação de cromo trivalente, e aplicação de um selo orgânico não contendo lubrificante; (2) usando um método de tratamento convencional incluindo revestimento de zinco, passivação de cromo trivalente (revestimento de conversão), e aplicação de um selo orgânico contendo um lubrificante disperso em um solvente, e (3) de acordo com a presente invenção, pelo revestimento com zinco, tratamento em um passivador trivalente contendo um lubrificante produzindo uma camada rica em lubrificante para formar um revestimento de conversão e uma primeira camada de revestimento oleoso, seguido da aplicação de um selo orgânico contendo um lubrificante diluído, para formar uma segunda camada de revestimento oleoso.

No exemplo 2, parafusos com diferentes geometrias são simultaneamente tratados usando-se métodos de tratamentos convencionais e os princípios desta invenção, conforme descrito abaixo, e o torque a cargas de fixação especificadas bem como coeficiente de fricção são medidos usando-se o equipamento de teste de tração de torque.

No exemplo 3, parafusos são tratados por revestimento de zinco, seguido de passivação trivalente (revestimento de conversão), seguido de

uma série de aplicações de selos lubrificantes integrais orgânicos contendo diferentes quantidades de lubrificante. Os valores de torque e os coeficientes aparentes de fricção são novamente medidos usando-se o teste de tração de torque.

- 5 No exemplo 4, pinos de teste são revestidos em uma série de soluções de níquel sem uso de eletricidade com quantidades variáveis de fluorocarbono politetrafluoroetileno (PTFE) e submetidos ao teste de desgaste Falex para determinar a taxa de desgaste e o coeficiente de fricção.

- 10 No exemplo 5, parafusos de diferentes geometrias são processados em escala de fábrica onde o dano no manuseio deve afetar as subsequentes propriedades de corrosão ou tração de torque e as propriedades de corrosão e propriedades de tração de torque resultantes avaliadas por laboratórios independentes.

- 15 As soluções químicas base usadas nos Exemplos 1-5 estão descritas abaixo:

	<u>Solução A – Passivador trivalente de cromo</u>	<u>Gramas</u>
	Água	96,000
	NaF	0,296
	Solução de $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ (McGean Rohco Chemicals Co.)	2,400
20	Heptahidrato nitrato de cobalto	0,816
	Ácido malônico	0,080
	Ácido sulfúrico concentrado	0,033
	Ácido nítrico 42° Baume	0,374
	<u>Solução B – selo resistente à corrosão</u>	<u>Gramas</u>
25	Água	76,020
	LUDOX® HS40 (Grace Chemical)	
	Um material desidratador	9,240
	NEOREZ® R-961 (DSM Neoresins)	
	Uma composição curável	14,740
30	<u>Soluções C, D e E</u>	
	<u>Componentes constantes de C, D e E</u>	<u>Gramas</u>
	Ácido láctico	28

	Ácido málico	9
	Anidrido succínico	13
	Nitrato de chumbo	0,0008
	Ni como NiSO ₄	5
5	NaF	0,2
	KOH	67
	Na ₂ HPO ₂	27
	<u>DI água (após adição do componente variável)</u>	q.s. a 1 litro
	<u>Componente Variável em C, D e E:</u>	
10	NiSlip 500 D	zero na solução C
		2 g/l na solução D
		4 g/l na solução E

Exemplo 1

- 15 Painéis de células de carcaças de aço são desprovidos de ácido clorídrico a 50%, lavados usando-se água deionizada, e então revestidos a 20 Ampères por pé quadrado (ASF)(2,15 A/dm²) em solução alcalina de zinco sem cianeto para alcançar uma espessura de oito a dez microns.

- 20 Um primeiro painel é tratado por imersão por sessenta segundos na solução A (passivadora) para formar um revestimento de conversão, seguido da imersão por sessenta segundos em uma solução B (selo resistente à corrosão). Esse painel corresponde à aplicação de uma camada de selagem de resina diretamente sobre o revestimento de conversão.

- 25 Um segundo painel é tratado pela imersão por sessenta segundos na solução A, para formar um revestimento de conversão, seguido de imersão por sessenta segundos na solução B à qual foram adicionados 2 ml por litro de FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605. Esse painel corresponde à aplicação de um selo lubrificante integral convencional ao revestimento de conversão.

- 30 Um terceiro painel é tratado por imersão por sessenta segundos em uma mistura da solução A à qual foram adicionados 2,5 ml por litro de lubrificante emulsionado Michelman ME 93235, para formar um revestimento de conversão coberto por um primeiro revestimento oleoso formado pelo

lubrificante Michelman ME 93235, seguido da imersão por sessenta segundos em uma mistura da solução B à qual foram adicionados 2 ml por litro de FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605. Esse painel corresponde a uma concretização da presente invenção, na qual o lubrificante Michelman ME 93235

5 forma a primeira camada de revestimento oleoso no revestimento de conversão formado pela solução A, e o selo lubrificante integral contendo o lubrificante FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605 forma a segunda camada de revestimento oleoso, a partir da solução B com o lubrificante adicionado. Cada um dos revestimentos nos primeiro, segundo e terceiro painéis tem cerca de

10 2 microns de espessura no total. Em uma concretização, a camada de selagem (com ou sem o lubrificante) tem cerca de 1 micron de espessura, o passivador (revestimento de conversão) tem cerca de 0,5 micron de espessura, e no terceiro exemplo de acordo com a presente invenção, a camada lubrificante formada na camada de revestimento de conversão (correspondente ao primeiro revestimento oleoso), tem cerca de 0,1-0,2 micron de espessura.

15

O coeficiente de fricção em função da espessura do revestimento é determinado para cada um dos primeiro, segundo e terceiro painéis usando-se um microtribômetro Micro Photonics equipado com um equipamento

20 de reflexão de luz branca para medir a espessura do revestimento. A Figura 13 mostra os dados do teste pino-contra-disco. Conforme mostrado na Figura 13, o revestimento de múltiplas camadas com maior concentração de lubrificante próximo à base que próximo à superfície mostra um coeficiente de fricção total uniforme e menor em função da espessura do revestimento

25 do que o controle, sem o lubrificante, ou o lubrificante integrado sem um gradiente lubrificante.

Exemplo 2:

Vinte e cinco parafusos não revestidos em cada uma de seis geometrias de parafuso

30 M8x1,25x25 8,8PC parafusos com arruela da Brogola peça nº W701605
M8x1,25x30 9,8PC parafuso frontal de flange da SPS Tech., peça nº N606543

M8 9,8PC parafuso de flange da Indiana Auto. Fastener peça nº N605790

M10x45 10,9PC parafusos de flange da Textron

M10x40 9,8PC parafusos de cabeça hexagonal da Wilson Garner; e

M10x65 8,8PC parafusos frontais de flange da Finnveden Bulten,

- 5 são combinados em um barril de revestimento de 18 x 10 polegadas. Limpos e então revestidos usando-se uma solução de revestimento de zinco ácido para depositar uma camada de zinco tendo uma espessura de dez microns.

Os parafusos são então divididos em cinco grupos com as seis geometrias de parafusos em cada grupo, com cinco parafusos de cada ge-
10 ometria. Cada grupo é então tratado em uma das cinco seqüências diferentes de pós revestimento antes da medição da tração de torque Ford WZ 100 com um equipamento de tração de torque da RS Technologies.

As cinco seqüências de tratamentos diferentes consistem em:

1. Nenhum pós-tratamento
15 2. Passivação com solução de cromo trivalente usando a solução A

3. Passivação com solução de cromo trivalente usando a solução A seguida do tratamento com a solução B à qual foram adicionados 18,8 ml por litro de lubrificante emulsionado Michelman ME 93235

- 20 4. Passivação com solução de cromo trivalente usando a solução A à qual foram adicionados 2,5 ml/l de lubrificante emulsionado Michelman ME 93235

- 25 5. Passivação com solução de cromo trivalente usando a solução passivadora A com 2,5 ml/l de lubrificante emulsionado Michelman ME 93235 seguido de tratamento usando-se a solução B à qual foram adicionados 12,5 ml/l de Michelman ME 93235. Apenas a seqüência (5) está de acordo com a presente invenção.

Após o revestimento e processamento, os valores de torque e de coeficiente de fricção são determinados usando-se um equipamento de tra-
30 ção de torque RS Technologies. Os dados para coeficiente de fricção são representados em gráfico na Figura 14. A Figura 14 é um gráfico mostrando a faixa de coeficiente de fricção total aparente, medida usando-se o equipa-

mento de tração de torque acima para cada um dos cinco tratamentos acima. Do gráfico da Figura 14 fica evidente que valores de torque uniformes e aceitáveis para as geometrias diferentes dos parafusos são apenas obtidas criando-se um revestimento com um material menos oleoso sobre um material mais oleoso, de acordo com a presente invenção, mostrado no tratamento 5 na Figura 14.

Exemplo 3

Nesse exemplo, cada um dos 40 parafusos de flange M8 9,8PC da Indiana Automotive Fastener, peça nº N605790 é revestido com zinco, revestido por conversão por imersão na solução a seguir, a qual em preparação é aquecida até 60°C e mantida por 24 horas, deixada resfriar até 130°C e usada.

	CrCl ₃	50 g/l
	CO(NO ₃) ₂	3 g/l
15	NaNO ₃	100 g/l
	Ácido oxálico	30 g/l
	Ácido malônico	60 g/l

Após a formação do revestimento de conversão, as peças são divididas em dois grupos.

O primeiro, grupo de controle, é repetidamente imerso na solução B à qual foram adicionados 30 ml de FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605, e então seco por centrifugação por 15 minutos usando-se ar a 82°C para se obter uma espessura desejada de revestimento de selagem integral.

O segundo grupo é tratado de acordo com uma concretização da invenção, imergindo-se seqüencialmente em uma série de soluções contendo, respectivamente, a solução B e 240 ml de FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605, solução B e 120 ml de FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605, solução B e 60 ml/l de FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605, e então imerso na solução B contendo 30 ml/l de FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605, cada imersão sendo seguida de secagem por centrifugação por 2 minutos usando-se secagem com ar quente, para se obter a mesma espessura total do revestimento de selagem integral do primeiro grupo de controle.

No final das imersões seqüenciais, a camada de selagem integral total em cada um dos dois grupos é seca por 15 minutos a 82°C. Em cada uma dessas amostras, Grupo I e Grupo II, o revestimento oleoso mais externo tem a mesma concentração de lubrificante.

- 5 Os coeficientes de fricção (COF) em função das diferentes cargas de fixação são gravados usando-se o equipamento de tração de torque RS Technologies com os seguintes resultados:

	Grupo 1				Grupo 2			
Carga de fixação	10	15,9	17,8	22	10	15,9	17,8	22
Coeficiente de fricção alto	0,153	0,136	0,132	0,130	0,117	0,107	0,101	0,099
Coeficiente de fricção médio	0,144	0,131	0,128	0,124	0,111	0,101	0,099	0,094
Coeficiente de fricção baixo	0,135	0,123	0,119	0,117	0,106	0,097	0,095	0,090
Desvio padrão do coeficiente de fricção	0,005	0,004	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002

- Esses dados demonstram que variando-se a concentração do lubrificante de forma que ele seja menor próximo à superfície do que na base reduz as variações nos resultados dos testes, e fornece coeficientes de fricção tanto menores quanto mais uniformes em função da carga de fixação. Dos dados é também evidente que os desvios padrão aceitáveis nos valores de torque medidos para os parafusos podem ser obtidos usando-se diferentes soluções de modificação de torque ou criando-se um revestimento com um material menos oleoso sobre um material mais oleoso.

Exemplo 4

- Neste exemplo 12, doze pingos de aço são revestidos usando-se as soluções de níquel sem uso de eletricidade C, D e E que contêm diferentes quantidades de fluorocarbono que é co-deposiada na matriz de liga NiP resultante. É também preparado um revestimento de múltiplas camadas no qual o revestimento base é preparado a partir da solução E, a próxima

- camada da solução D, e a camada mais superior da solução C, de forma que a camada base tenha a maior concentração de lubrificante e cada uma das duas camadas superiores subsequentes tenha sucessivamente menores concentrações de lubrificantes. Para garantir que as espessuras sejam equivalentes, as taxas de revestimento das três soluções são determinadas antes dos pinos serem revestidos e os tempos de revestimento ajustados para garantir uma espessura final equivalente, e os diâmetros antes e depois do revestimento são medidos usando-se um micrômetro. A temperatura de revestimento é 86°C e o pH é ajustado para 4,5 com ácido sulfúrico ou hidróxido de amônia, conforme necessário.

- Os perfis para cada teste Falex são uma carga de bloco Vee de 30 lb (13,6 kg) para 30 segundos seguida de uma carga de 22,7 kg (50 lb) para os próximos 7 minutos e meio. A massa dos blocos Vee e os pinos são medidos antes e após cada teste e as perdas de massa são determinadas. A rugosidade da superfície, R_a , é determinada antes de cada teste para cada pino usando-se um perfilômetro de superfície Mitutoyo SURFTEST®-501. O R_a e a perda de massa são:

	Pinos C	Pinos D	Pinos E	Pinos de múltiplas camadas
Ra médio antes dos testes	0,58	0,20	0,20	0,24
perda de massa média dos pinos	43,57	35,77	38,70	36,93
perda de massa média do bloco Vee esquerdo	2,90	0,97	0,90	0,50
perda de massa média do bloco Vee direito	3,03	0,90	0,50	0,50
perda de massa total média	49,50	37,93	40,10	37,93

- Os coeficientes médios de fricção em função do tempo são representados em um gráfico na Figura 15. Conforme mostrado na Figura 15, o coeficiente de fricção no teste de desgaste Falex para amostras com ní-

que sem uso de eletricidade com concentração uniforme do lubrificante (amostras 1, 2 e 3) obtém significativamente mais variações no coeficiente de fricção e um aumento maior no coeficiente de fricção com o tempo do que com amostras tendo uma distribuição de lubrificante na qual a concentração do lubrificante é maior na camada mais interna e menor na camada mais externa, de acordo com a presente invenção. Este é o caso mesmo que amostras 3 tenham uma camada lubrificante tendo um maior teor total de lubrificante que as amostras 4 de acordo com a invenção. Dos dados fica evidente que menos desgaste e um coeficiente de fricção mais uniforme são obtidos usando-se um revestimento de múltiplas camadas com menos concentração de lubrificante próximo à superfície do que próximo à base.

Exemplo 5

Em processamento em escala de fábrica, em datas diferentes, 200 kg cada de parafusos de duas geometrias diferentes, M8x1,25x25 PC 8,8 parafusos com arruela não revestidos comprados da Brugola, peça nº W701605, e M8x1,25x30 PC 9,8 parafusos frontais de flange não revestidos comprados da SPS Technologies, peça nº N606543 são revestidos sob condições padrão de fábrica, submetidos ao cozimento para alívio da fragilidade do hidrogênio, 190°C por quatro horas. Os parafusos com arruela são revestidos por conversão na solução A à qual foi adicionado 1 ml/l de lubrificante emulsionado Michelman ME 93235, e os parafusos frontais de flange são revestidos por conversão usando-se a solução A contendo 2,5 ml/l de lubrificante emulsionado Michelman 93235. A combinação da solução passivadora com o lubrificante emulsionado produziu uma estrutura de camada dual similar à figura dois com uma camada uniforme de revestimento de conversão acima da qual tinha uma camada fina de lubrificante muito concentrado. Após a passivação, independentemente da geometria do parafuso, os parafusos são imersos por trinta segundos em uma solução de lubrificante integral que contém uma mistura de solução B à qual foram adicionados 12,5 ml/l de Michelman ME 93235 e 0,5 g/l de corante excitado pela luz ultravioleta DAY-GLO® D282 (o corante é para verificar a cadeia de custódia e para confirmar a presença do lubrificante). Os parafusos são então secados em um secador

- de centrífuga comercial até sua temperatura média ser maior que 71°C, e embalados da maneira padrão da fábrica. Os parafusos são testados usando-se o método Ford WZ-100 com uma máquina de teste de tração de torque da RS Technologies e Wilson Garner forneceu arruelas de mancal e
- 5 porcas de teste S-309 conforme requerido na especificação WZ-100 em um laboratório independente autorizado, RS Technologies (Farmington Hills, MI). Teste de corrosão cíclico APGE por FLTM B1 123-01 e teste de pulverização de sal neutro conforme a ASTM B117 são executados em parafusos conforme recebidos e parafusos que são cozidos por quatro horas a 120°Cm
- 10 em um laboratório autorizado, National Exposure Testing, em Sylvania, OH. Em cada teste, o tamanho da amostra é de 30 peças. Os resultados estão mostrados na tabela a seguir:

	Fábrica 1 Parafusos de arruela	Fábrica 1 Parafusos de flange	Fábrica 2 Parafusos de arruela	Fábrica 2 Parafusos de flange
torque médio	24.6 Nm @15.9 kN	26.5 Nm @17.8 kN	24.9 Nm @15.9 kN	25.8 Nm @17.8 kN
desvio padrão do torque	1.2 Nm	0.9 Nm	1.5 Nm	1.0 Nm
número pas- sando WZ 100	30	30	30	30
Ciclos APGE sem ferrugem vermelha	Excedeu 10 ciclos para todos os para- fusus	Excedeu 10 ciclos para todos os para- fusus	Excedeu 10 ciclos para todos os para- fusus	Excedeu 10 ciclos para todos os para- fusus
ciclos APGE sem ferrugem vermelha após cozido	Excedeu 10 ciclos para 29 parafusos	Excedeu 10 ciclos para 29 parafusos	Excedeu 10 ciclos para 29 parafusos	Excedeu 10 ciclos para 29 parafusos. Um parafuso teve < 1% de ferru- gem vermelha em 10 ciclos
NSS, 96/240/384 horas	sem ferrugem vermelha	sem ferrugem vermelha	sem ferrugem vermelha	sem ferrugem vermelha
NSS cozido 96/220/364 hours	sem ferrugem vermelha	sem ferrugem vermelha	sem ferrugem vermelha	sem ferrugem vermelha
NSS 96 horas de corrosão branca	sem corrosão branca	sem corrosão branca	sem corrosão branca	sem corrosão branca

	Fábrica 1 Parafusos de arruela	Fábrica 1 Parafusos de flange	Fábrica 2 Parafusos de arruela	Fábrica 2 Parafusos de flange
NSS 96 horas de cozido cor- rosão branca	sem corrosão branca	sem corrosão branca	sem corrosão branca	sem corrosão branca

A faixa aceitável para passar esta especificação é um valor de torque entre 20 e 30 Nm a uma força de fixação de 15,9 kN para os parafusos de arruela e um valor de torque de 22,5 a 33,5 Nm a uma força de fixação de 17,8 kN para os parafusos de flange. Todos os valores são requisitados pela norma para caírem entre ± 3 desvios padrão do meio, o que é algumas vezes referido como o critério ou requisito 6σ (6 sigma). Os valores de torque especificados e a força de fixação equacionados para valores de coeficiente de fricção de $\sim 0,133$ para o parafuso com arruela e $\sim 0,13$ para o parafusos de flange.

10 Exemplo 6

Em um outro exemplo de um processo de acordo com uma concretização da presente invenção, um fixador é:

1. Revestido com zinco ou liga de zinco, então lavado.
2. Imerso em um passivador trivalente que contém um lubrificante emulsionado. Isto produz um revestimento de camada dual com uma camada de revestimento de conversão resistente à corrosão tendo uma espessura não afetada pela presença do lubrificante emulsionado. Como resultado dessa etapa, a camada de revestimento de conversão é "coberta" com uma camada fina de lubrificante. O lubrificante emulsionável é uma emulsão de polietileno de alta densidade (HDPE) onde o tamanho de partícula do HDPE é tipicamente menor que 50 nanômetros, produzido pela Michelman (<http://www.performanceadditives.com>). Uma outra fonte comercial adequada para tais lubrificantes emulsionáveis é a Surface Technologies (<http://www.surfacetechnology.com>).
3. Imerso em um "selo final" que é uma mistura de um selante orgânico e um lubrificante. Exemplos de selos finais:

	Percentual em volume na composição do selo final							
NEOREZ® R 961	14.7							
NEOCRYL® A 6092								15
HALOFLEX® 202							20	
PQ N silicato de sódio			7	7		9		
PQ K Sil silicato de potássio					5.9-11.8			
PQ silicato de lítio		7.9-15.8						
LUDOX® HS40	9.2					2		
FUCHS LUBRI-TECH® Gleitmo 605				3				3
Michelman ME 93235	1.2	1.3	1.3		1.3	1.3	1.3	
DAY-GLO® D282	0.26							0.26
DAXAD® 15		0.08-.16						

DAY GLO® é adicionado como um indicador. DAXAD® 15 é um dispersador.

Exemplo 7:

- 5 Em um outro exemplo são preparadas as seguintes soluções de cromo trivalente concentrado:

Concentrado I:		Concentrado II:		Concentrado III:	
H ₂ O, D.I.	55.79%	H ₂ O, D.I.	48.60%	H ₂ O, D.I.	41.42%
cloreto de cromo intermediário	18.37%	cloreto de cromo intermediário	27.56%	cloreto de cromo intermediário	36.74%
HNH ₄ F	3.86%	HNH ₄ F	3.39%	HNH ₄ F	2.92%
NaNO ₃	10.03%	NaNO ₃	13.95%	NaNO ₃	17.87%
ZnCl ₂	0.53%	ZnCl ₂	0.79%	ZnCl ₂	1.05%
sulfato de cromo básico	4.35%	sulfato de cromo básico	2.18%		
CoSO ₄ .7H ₂ O	1.10%	CoSO ₄ .7H ₂ O	0.55%		
HNO ₃	5.99%	HNO ₃	3.00%		

(Cromo intermediário Cl (cloreto) (13% Cr(III)) e cromo básico SO₄ (sulfato)(12% Cr(III)) podem ser comprados da McGean Chemical Co.)

- Soluções diluídas dos concentrados precedentes às quais são adicionadas quantidades variáveis de 0 ml/l, 5 ml/l e 15 ml/l de Michelman ME 93235 são preparadas e o pH ajustado para 2,3 usando-se ácido nítrico. Os Grupos 1-7 de soluções diluídas são preparados como segue, nas quais
- 5 em cada grupo, A=0 ml/l ME 93253, B=5 ml/l ME 93253, C=15 ml/l ME 93253:

Grupo	Conjunto	A	B	C
1	4% Concentrado I	0	5	15
2	8% Concentrado I	0	5	15
3	4% Concentrado II	0	5	15
4	4% Concentrado III	0	5	15
5	8% Concentrado III	0	5	15
6	12% Concentrado III	0	5	15
7	16% Concentrado III	0	5	15

- Painéis revestidos de zinco, ~10 microns de espessura, e parafusos revestidos de zinco ~8 microns de espessura são preparados por revestimento em prateleira e revestimento em barril respectivamente e, após o
- 10 revestimento e a lavagem, são imersos por 60 segundos nas soluções descritas acima, à temperatura ambiente. Parafusos são então divididos em grupos. Um grupo é "envelhecido" por 24 horas à temperatura ambiente e um outro grupo é envelhecido por 24 horas à temperatura ambiente após cozimento a 250°C por duas horas. Os parafusos são também divididos e testa-
- 15 dos quanto às propriedades de tração de torque usando-se o método de teste Ford WZ 101, e a resistência à corrosão NSS ASTYM B117.

- A Figura 16 é um gráfico do teste de tração de torque versus a concentração do Michelman ME 93235 na composição para os exemplos nos Grupos 1-7 acima nesse Exemplo 7. Conforme mostrado na Figura 16,
- 20 os resultados do teste de tração de torque mostram que o coeficiente de fricção diminui de 0 a 5 ml/l de Michelman ME 93235 adicionados, e obtém apenas uma pequena queda de 5 a 15 ml/l de Michelman ME 93235. Os dados nesse gráfico e os dados mostrados abaixo demonstram que uma camada de revestimento oleoso é formada a partir da composição de revesti-

- mento de conversão (que inclui um lubrificante emulsionado) como um revestimento lubrificante funcional, ele mostra que a camada lubrificante realmente melhora a lubrificação da superfície, ele mostra que o aumento da quantidade de lubrificante nessa camada melhora apenas de forma marginal a lubrificação após a quantidade inicial (5 ml/l de lubrificante) ser adicionada à composição de revestimento de conversão, e mostra que não prejudica os resultados do teste de pulverização de sal neutro.

- As tabelas a seguir mostram os resultados dos testes no teste da NSS ASTM B117 para os parafusos nos grupos 1-7. Esses dados indicam que a presença ou ausência de Michelman ME 93235 teve pouco efeito na performance de corrosão embora as quantidades relativas de cromo na solução passivadora e se os parafusos foram ou não cozidos afetem a proteção à corrosão.

Primeira corrosão vermelha		
	Não cozido	Cozido
1A	475.2	417.6
1B	499.2	451.2
1C	451.2	268.8
2A	408	182.4
2B	340.8	230.4
2C	345.6	168
3A	504	489.6
3B	504	504
3C	475.2	504
4A	451.2	345.6
4B	355.2	326.4
4C	460.8	484.8
5A	504	398.4
5B	504	504
5C	504	504
6A	504	499.2
6B	504	504
6C	504	504
7A	504	484.8
7B	504	504
7C	504	504

Os painéis revestidos e revestidos por conversão nos grupos 1-7 são envelhecidos por 24 horas à temperatura ambiente e então submetidos à pulverização s de sal neutro (NSS) da ASTM B117. A tabela a seguir contém os resultados do teste de NSS:

Identificação do painel	Horas até 5% de ferrugem branca	Horas até a primeira ferrugem vermelha
1A	960	1152
1B	1152	984
1C	720	960
2A	672	>1176
2B	840	>1176
2C	720	1008
3A	960	>1176
3B	960	960
3C	984	>1176
4A	720	>1176
4B	792	>1176
4C	840	>1176
5A	1152	>1176
5B	1152	>1176
5C	960	>1176
6A	840	>1176
6B	984	>1176
6C	1176	>1176
7A	792	1056
7B	1152	>1176
7C	1152	>1176

- 5 Assim, conforme mostrado pelo precedente, como pode ser visto pela comparação dos dados dos painéis e dos dados dos parafusos parece não haver dano à resistência à corrosão quando se usa o Michelman ME 93235 nas composições de revestimento de conversão usadas para formar uma primeira camada de revestimento oleoso em um revestimento de conversão de acordo com a presente invenção.
- 10

Em ainda outra concretização da invenção, soluções de revestimento de conversão que enegrecem o zinco ou a liga de zinco, comumente referidos como passivadores negros, podem ser combinados com um lubrifi-

cante emulsionado e então subsequente-mente selado usando-se um selo integral tendo um coeficiente de fricção maior que o coeficiente de fricção do revestimento de duas camadas obtido pela combinação de passivador negro e lubrificante emulsionado, para obter a relação de camadas, o coeficiente de fricção e o teor de lubrificante de acordo com a presente invenção.

Historicamente o zinco e as ligas de zinco são enegrecidos usando-se soluções contendo arsênico ou misturas de cloreto de cobre e nitrato de cobre (The Chemical Formulary, volume 6, Chemical Publishing Co., 1943, pp 223), cloreto férrico (atribuído a Albrecht Durer), cromo trivalente contendo ácido fosfórico (Bishop U.S. Patent 5.393.353), selênio, telúrio, e compostos mercapto ("The chemical coloring of metals", Samuel Field, D. Van Nostrand, 1926), ou a inclusão de corantes e pigmentos (Clarient). Em geral, tais agentes de enegrecimento podem ser combinados com uma solução de sais de cromo trivalente para produzir revestimentos que são não apenas negros, mas têm alguma proteção contra corrosão.

Exemplos de revestimentos oleosos negros para zinco e ligas de zinco são como segue:

superfície	zinco ou liga de zinco	zinco ou liga de zinco	liga de zinco níquel Ni>9%
difluoreto de amônio	0.57% w/w	0.57% w/w	0.57% w/w
nitrato de sódio	0.26% w/w	0.26% w/w	0.26% w/w
Chrometan (Elementis)	1.04% w/w	1.04% w/w	1.04% w/w
heptahidrato sulfato de cobalto	0.25% w/w	0.25% w/w	0.25% w/w
água	To 100% w/w	To 100% w/w	To 100% w/w
ácido fosfórico (85%)	50 ml/l		80 ml/l
cloreto ferroso	75 g/l		
ácido tioglicólico (Aldrich)		8 ml/l	
pH	1.5-2	1.5-2.5	1.2-2.0
Michelman ME 93235	2 ml/l	2 ml/l	2 ml/l

Após imersão por 60 segundos nas soluções acima, as superfícies

cies enegrecidas resultantes de zinco ou de liga de zinco são imersas em um lubrificante contendo um selante. O selo pode ser um selo claro tal como os exemplos anteriores ou um selo negro contendo lubrificante tal como solução a 20% v/v de Acheson EMRALON® TM-008 da National Starch Co.,
5 ou um selo negro ao qual foi adicionado um lubrificante tal como uma solução a 50% v/v de Atotach CORROSIL® 601 ao qual foram adicionados 2 ml/l de FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605.

Foi notado que nos exemplos anteriores, um uso extensivo de FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605 e Michelman ME 93235 foi usado. Esses
10 são meramente exemplos e a presente invenção não é limitada ao uso de tais lubrificantes. Por exemplo, outros lubrificantes emulsionáveis, incluindo, por exemplo, outros polietilenos emulsionáveis são disponibilizados pela Michelman e por outras fontes, tais como Alko América, Sunoco, Shell Industries e Renite. Outros lubrificantes estão descritos acima.

15 Aqueles que são versados na técnica de revestimento entenderão, com base nas descrições anteriores, que outros métodos de criação de revestimentos de superfície cuja lubricidade mais externa é reduzida em relação à lubricidade das porções internas (ou, reciprocamente, onde o coeficiente de fricção mais externo é maior que as porções mais internas) do revestimento de superfície podem ser usados. Por exemplo, pode-se usar métodos de deposição vácuo para co-depositar um material lubrificante, tal como carbono grafítico, com uma matriz de revestimento de nitreto de titânio, e obter os benefícios da presente invenção pela redução gradual da quantidade de carbono grafítico fornecido pela deposição a vácuo. Similarmente, camadas de revestimento orgânico podem ser pulverizadas nas quais a(s) camada(s) inicial(is) contém(êm) uma maior concentração de um lubrificante e
25 a(s) camada(s) subsequente(s) contém(êm) uma concentração reduzida do lubrificante. Eletrodeposições com quantidades variáveis de zinco dentro de uma matriz de ferro, por exemplo, podem também produzir um revestimento de lubrificação invertido com regiões ricas em zinco estando mais próximas do substrato. Imergindo um revestimento de zinco revestido por conversão
30 em um lubrificante concentrado e então imergindo o objeto em um selante

contendo menos lubrificante é substancialmente similar ao que foi descrito aqui.

É notado que, através da especificação e das reivindicações, os limites numéricos das faixas e razões descritas podem ser combinados, e
5 são considerados como incluindo todos os valores intervenientes. Além disso, todos os valores numéricos são considerados como sendo precedidos pelo modificador "cerca de", quer esse termo seja especificamente declarado ou não.

Embora os princípios da invenção tenham sido explicados em
10 relação a certas concretizações particulares, e sejam fornecidos por propósitos de ilustração, deve ser entendido que várias de suas modificações se tornarão aparentes àqueles que são versados na técnica após a leitura das especificações. Portanto, deve ser entendido que a invenção descrita aqui pretende cobrir tais modificações que caiam dentro do escopo das reivindi-
15 cações anexas. O escopo da invenção é limitado apenas pelo escopo das reivindicações.

REIVINDICAÇÕES

1. Substrato revestido, compreendendo:

uma primeira camada de revestimento oleoso cobrindo o substrato, a primeira camada de revestimento oleoso compreendendo um primeiro lubrificante fornecendo à primeira camada de revestimento oleoso um
5 primeiro coeficiente de fricção; e

uma segunda camada de revestimento oleoso cobrindo a primeira camada de revestimento oleoso, a segunda camada de revestimento oleoso compreendendo um segundo lubrificante fornecendo à segunda camada
10 de revestimento oleoso um segundo coeficiente de fricção, em que o segundo coeficiente de fricção é maior que o primeiro coeficiente de fricção.

2. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 1, em que o primeiro e segundo lubrificantes são o mesmo lubrificante, e o lubrificante está presente na primeira camada de revestimento oleoso a uma concentração maior que a concentração do lubrificante na segunda camada de revestimento oleoso.
15

3. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 1, em que os primeiro e segundo lubrificantes são diferentes um do outro.

4. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 1, em que o primeiro lubrificante tem uma primeira lubricidade, o segundo lubrificante tem uma segunda lubricidade e a primeira lubricidade é menor que a segunda lubricidade.
20

5. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 1, em que o primeiro lubrificante tem uma primeira lubricidade, o segundo lubrificante tem uma segunda lubricidade e a primeira lubricidade é maior que a segunda lubricidade.
25

6. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 1, também compreendendo uma terceira camada de revestimento oleoso cobrindo a segunda camada de revestimento oleoso, a terceira camada de revestimento oleoso compreendendo um terceiro lubrificante fornecendo à terceira camada de revestimento oleoso um terceiro coeficiente de fricção, em que o terceiro coeficiente de fricção é maior que o segundo coeficiente de fricção.
30

7. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 1, também compreendendo pelo menos duas camadas de revestimento adicionais cobrindo a segunda camada de revestimento oleoso, em que cada camada de revestimento subsequente inclui um lubrificante que fornece à respectiva
5 camada de revestimento subsequente um coeficiente de fricção maior que o de cada camada de revestimento precedente.

8. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 1, em que o substrato é revestido com uma camada base compreendendo um ou mais entre um metal ou uma liga metálica, um revestimento de conversão e uma
10 composição selante, em que a primeira camada de revestimento oleoso cobre a camada base.

9. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 1, em que pelo menos uma entre a primeira camada de revestimento oleoso e a segunda camada de revestimento oleoso também compreende uma composição
15 selante, um colorante, uma composição fosforescente, uma composição fluorescente, ou uma mistura ou combinação de quaisquer duas ou mais delas.

10. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 1, em que o lubrificante compreende uma cera natural ou sintética à base de petróleo, uma gordura ou óleo vegetal, um polímero fluorado, um polímero poliolefina, sulfeto de molibdênio, dissulfeto de tungstênio, prata, grafite, pedra sabão, um estearato, um ditiofosfato, uma graxa à base de cálcio, um lubrificante sólido branco reativo, ou uma mistura ou combinação de quaisquer dois ou
20 mais dos mesmos.

25 11. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 1, em que pelo menos uma entre a primeira camada de revestimento oleoso e a segunda camada de revestimento oleoso também compreende um aglutinador.

12. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 1, em que o aglutinador compreende um ou mais entre um epóxi, um acrílico, um silicone, uma resina fenólica, um silicato inorgânico, silicato de sódio e celulose.
30

13. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 1, em que

pelo menos uma entre a primeira camada de revestimento oleoso e a segunda camada de revestimento oleoso também compreende uma resina curável.

14. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 13, em que a resina curável compreende um ou mais entre resinas fenólicas, poliuretanos, termoplásticos, resinas poliamida, resinas poliimida, resinas alquídicas, resinas acrílicas, resinas epóxi e resinas de termocura.

15. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 1, em que pelo menos uma entre a primeira camada de revestimento oleoso e a segunda camada de revestimento oleoso compreende um lubrificante de película seca.

16. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 1, em que o substrato é um metal.

17. Substrato revestido de acordo com a reivindicação 16, em que o substrato tem uma superfície e (A) uma ou mais camadas de um metal ou de uma liga estão sobre a superfície e a primeira camada de revestimento oleoso está sobre uma ou mais camadas de um metal ou uma liga, (B) uma camada de um revestimento de conversão está na superfície e a primeira camada de revestimento oleoso está sobre a camada de um revestimento de conversão, ou (C) uma ou mais camadas de um metal ou de uma liga estão sobre a superfície, uma camada de um revestimento de conversão está sobre uma ou mais camadas de um metal ou de uma liga e a primeira camada de revestimento oleoso está sobre a camada de um revestimento de conversão.

18. Revestimento seco-ao-toque sobre um substrato, em que o revestimento compreende uma superfície externa e uma superfície interna cobrindo o substrato, pelo menos um lubrificante e pelo menos um material não-oleoso, em que o pelo menos um lubrificante fornece um coeficiente de fricção maior na superfície externa que na superfície interna.

19. Produto compreendendo:
um substrato;

uma camada (a) de zinco ou liga de zinco em pelo menos uma

parte do substrato;

uma camada (b) de revestimento de conversão de cromo trivalente cobrindo a camada (a);

5 uma primeira camada contendo lubrificante (c) cobrindo a camada (b); e

uma segunda camada contendo lubrificante (d) cobrindo a camada (c), em que a camada (c) compreende um coeficiente de fricção menor que o coeficiente de fricção da camada (d).

20. Artigo compreendendo:

10 um substrato;

uma camada (a) de zinco ou liga de zinco em pelo menos uma parte do substrato;

uma camada (b) de revestimento de conversão de cromo trivalente cobrindo a camada (a); e

15 uma camada contendo lubrificante (c) cobrindo a camada (b), em que a camada (c) compreende uma superfície interna contatando ou cobrindo a camada (b) e uma superfície externa oposta à camada (b) e um lubrificante, em que o lubrificante transmite menor coeficiente de fricção na camada interna que na camada externa.

20 21. Processo para aplicação de um revestimento oleoso a um substrato compreendendo:

25 aplicação de uma primeira camada de revestimento oleoso sobre o substrato, a primeira camada de revestimento oleoso compreendendo um primeiro lubrificante fornecendo à primeira camada de revestimento oleoso um primeiro coeficiente de fricção; e

30 aplicação de uma segunda camada de revestimento oleoso sobre a primeira camada de revestimento oleoso, a segunda camada de revestimento oleoso compreendendo um segundo lubrificante fornecendo à segunda camada de revestimento oleoso um segundo coeficiente de fricção, em que o segundo coeficiente de fricção é maior que o primeiro coeficiente de fricção.

22. Processo de acordo com a reivindicação 21, também com-

preendendo pelo menos uma etapa de secagem da primeira camada de revestimento oleoso e/ou a segunda camada de revestimento oleoso.

23. Processo de acordo com a reivindicação 21, também compreendendo a aplicação de pelo menos uma camada de revestimento adicional sobre a segunda camada de revestimento oleoso, em que a pelo menos uma camada de revestimento adicional compreende um lubrificante fornecendo um coeficiente de fricção maior que aquele do segundo coeficiente de fricção.

24. Processo de acordo com a reivindicação 21, também compreendendo a aplicação de pelo menos uma camada de metal ou liga sobre o substrato.

25. Processo de acordo com a reivindicação 21, também compreendendo a aplicação de pelo menos uma camada base de um revestimento de conversão sobre o substrato pela imersão do substrato em uma composição compreendendo pelo menos um passivador e/ou pelo menos um anticorrosivo.

26. Processo de acordo com a reivindicação 25, em que o primeiro lubrificante é emulsionado ou disperso na composição e quando o substrato é removido da composição, a camada base é formada no substrato e a primeira camada de revestimento oleoso é formada na camada base.

27. Processo para a aplicação de um revestimento oleoso a um substrato compreendendo:

imersão de um substrato em uma primeira composição compreendendo um primeiro lubrificante;

remoção do substrato da primeira composição, para formar uma primeira camada de revestimento oleoso compreendendo o primeiro lubrificante sobre o substrato.

imersão do substrato com a primeira camada de revestimento oleoso em uma segunda composição compreendendo um segundo lubrificante para formar uma segunda camada de revestimento oleoso compreendendo o segundo lubrificante sobre a primeira camada de revestimento oleoso.

em que a primeira camada de revestimento oleoso fornece um

primeiro coeficiente de fricção e a segunda camada de revestimento oleoso fornece um segundo coeficiente de fricção, em que o primeiro coeficiente de fricção é menor que segundo coeficiente de fricção.

28. Processo de acordo com a reivindicação 27, em que a primeira composição também compreende um passivador ou um anticorrosivo e quando o substrato é removido da primeira composição, uma camada base compreendendo um revestimento de conversão é formada pelo passivador ou anticorrosivo sobre o substrato e a primeira camada de revestimento oleoso é formada sobre a camada base.

29. Processo de acordo com a reivindicação 28, em que o primeiro lubrificante é emulsionado ou dispersado na primeira composição.

30. Processo de acordo com a reivindicação 27, também compreendendo a aplicação de um ou mais metais ou ligas metálicas sobre o substrato, a camada base é formada sobre o metal ou liga e a primeira camada de revestimento oleoso cobre essa camada base.

31. Processo de acordo com a reivindicação 27, em que após a etapa de aplicação da segunda camada de revestimento oleoso, o substrato revestido é aquecido para provocar a difusão entre a primeira camada de revestimento oleoso e a segunda camada de revestimento oleoso, em que uma camada de revestimento de compósito é formada e onde a camada de revestimento de compósito compreende um menor coeficiente de fricção adjacente à camada base e um maior coeficiente de fricção nas partes externas da camada de revestimento de compósito.

32. Processo de acordo com a reivindicação 31, em que o coeficiente de fricção da camada de revestimento de compósito aumenta gradativamente em um gradiente desde a adjacência da camada base para a superfície externa da camada de revestimento de compósito.

33. Processo para aplicação de um revestimento oleoso a um substrato, compreendendo:

imersão do substrato em uma primeira composição compreendendo um primeiro lubrificante;

remoção do substrato da primeira composição, para formar uma

primeira camada de revestimento oleoso compreendendo o primeiro lubrificante sobre o substrato;

aplicação de uma segunda camada de revestimento oleoso compreendendo um segundo lubrificante sobre a primeira camada de revestimento oleoso;

em que a primeira camada de revestimento oleoso apresenta uma primeira lubricidade e a segundo lubrificante apresenta uma segunda lubricidade e a primeira lubricidade é maior que a segunda lubricidade.

34. Processo de acordo com a reivindicação 33, em que a primeira composição também compreende um passivador ou um anticorrosivo e quando o substrato é removido da primeira composição, uma camada base compreendendo um revestimento de conversão é formada pelo passivador ou anticorrosivo no substrato e a primeira camada de revestimento oleoso é formada na camada base.

35. Processo de acordo com a reivindicação 34, em que o primeiro lubrificante é emulsionado ou disperso na primeira composição.

36. Processo de acordo com a reivindicação 33, também compreendendo a aplicação de um ou mais metais ou ligas sobre o substrato, a camada base é formada sobre o metal ou liga e a primeira camada de revestimento oleoso cobre a camada base.

37. Processo de acordo com a reivindicação 33, em que, após a etapa de aplicação da segunda camada de revestimento oleoso, o substrato revestido é aquecido para provocar difusão entre a primeira camada de revestimento oleoso e a segunda camada de revestimento oleoso, em que é formada uma camada de revestimento de compósito, em que a camada de revestimento de compósito compreende uma maior concentração de lubrificante adjacente à camada base que nas porções externas da camada de revestimento de compósito.

38. Processo de acordo com a reivindicação 37, em que a concentração de lubrificante na camada de revestimento de compósito diminui gradativamente da adjacência da camada base para uma superfície externa da camada de revestimento de compósito.

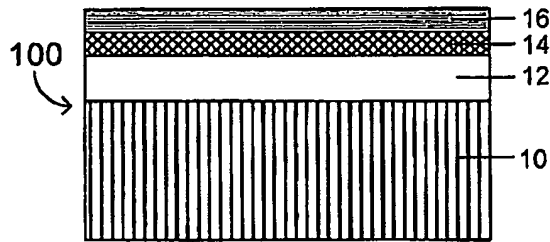


FIG. 1 Técnica Anterior

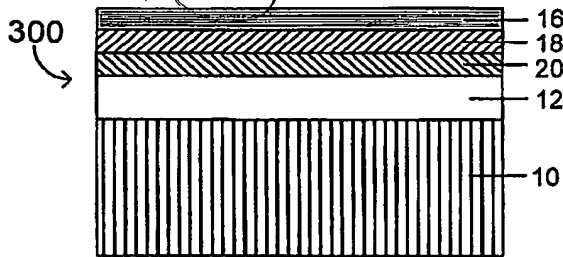


FIG. 3 Técnica Anterior

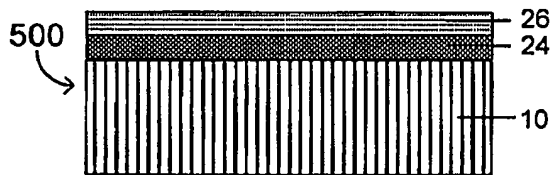


FIG. 5

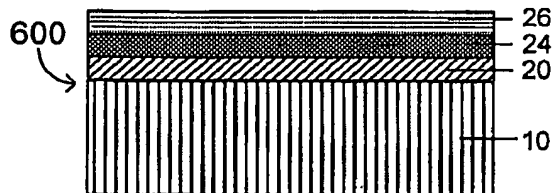


FIG. 6

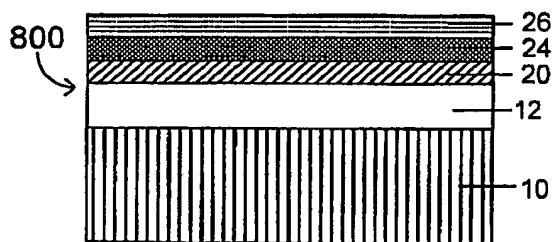


FIG. 8

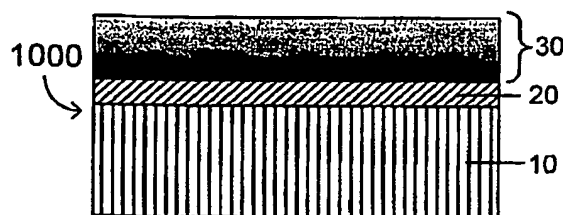


FIG. 10

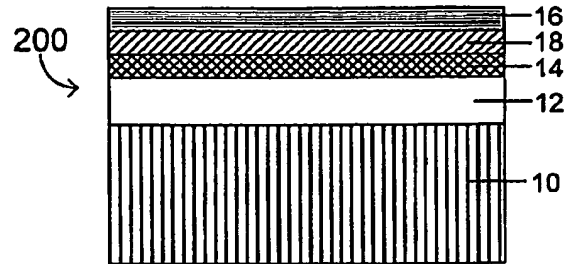


FIG. 2 Técnica Anterior

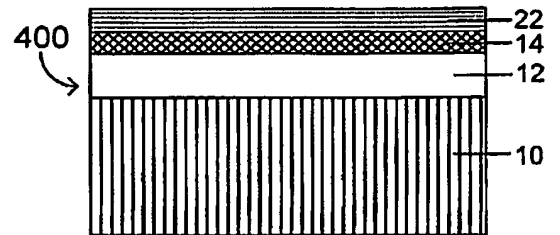


FIG. 4 Técnica Anterior

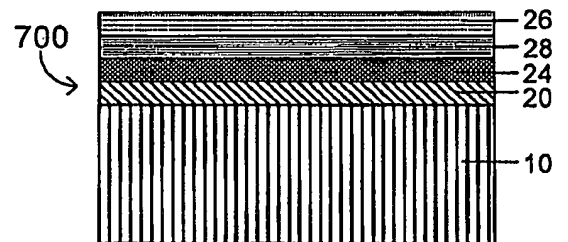


FIG. 7

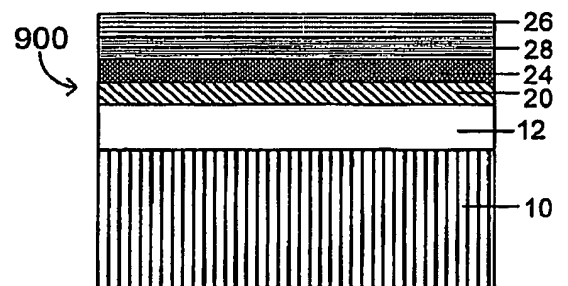


FIG. 9

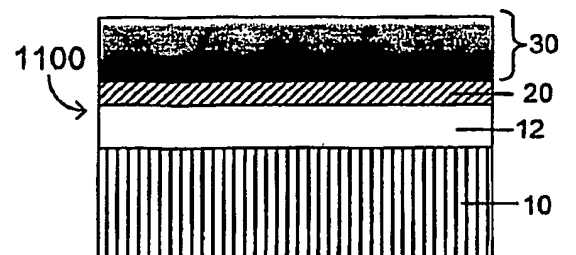


FIG. 11

Processo exemplar para aplicação de um revestimento oleoso a um substrato

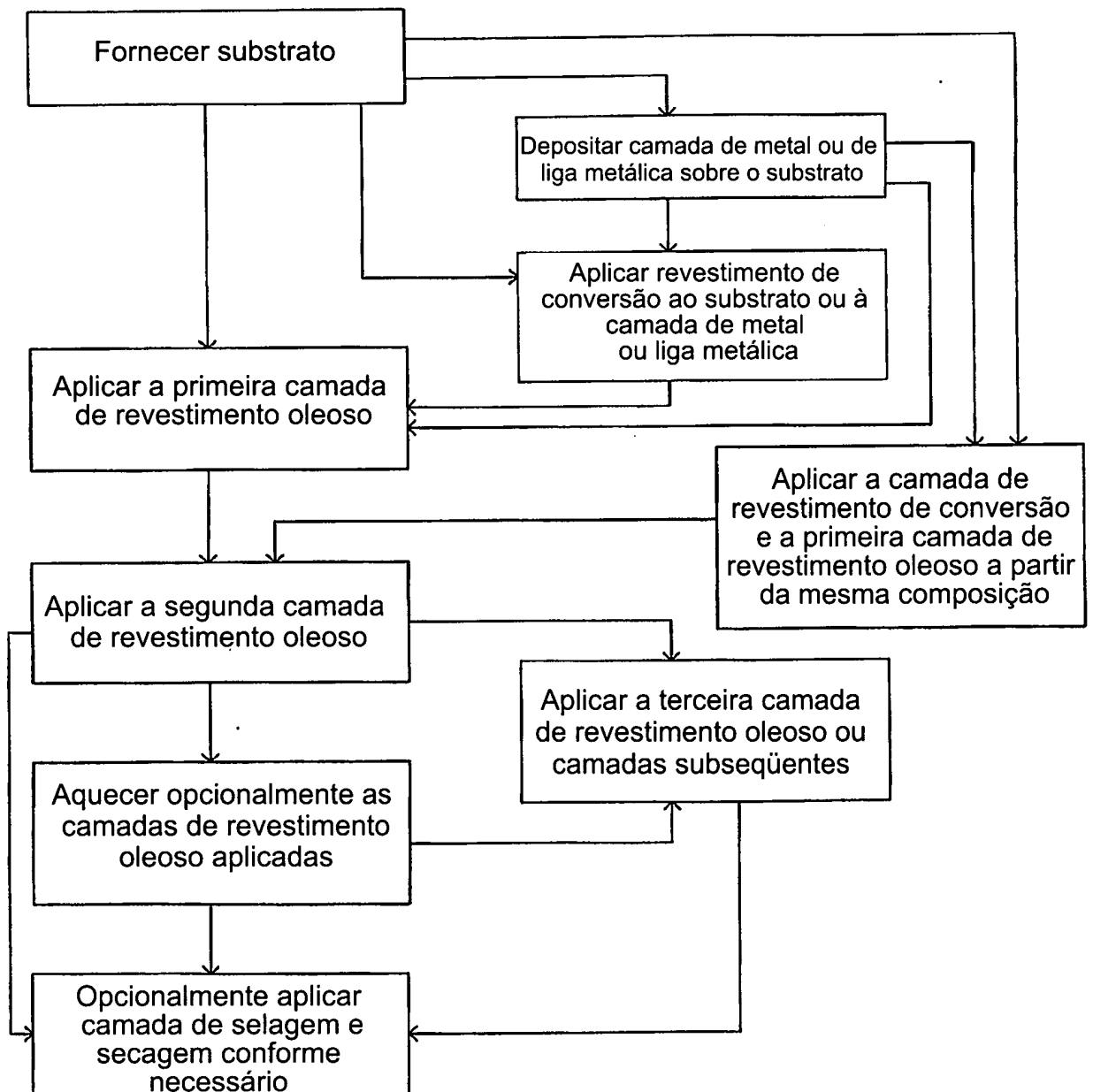


Fig. 12

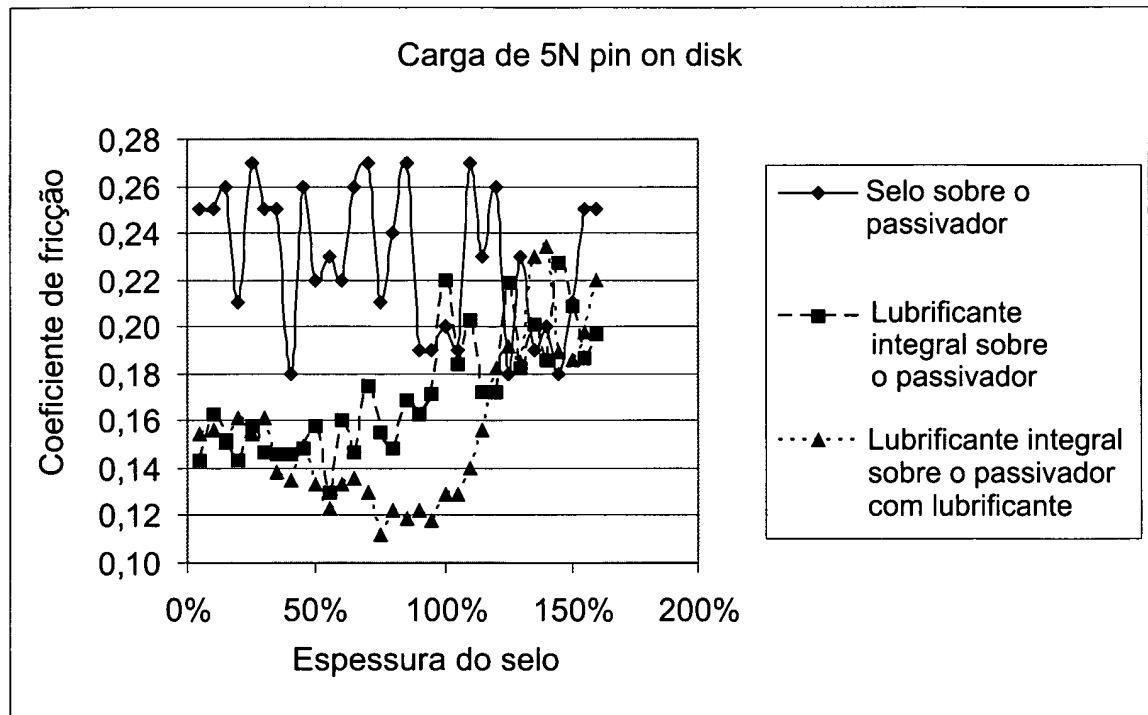


Fig. 13

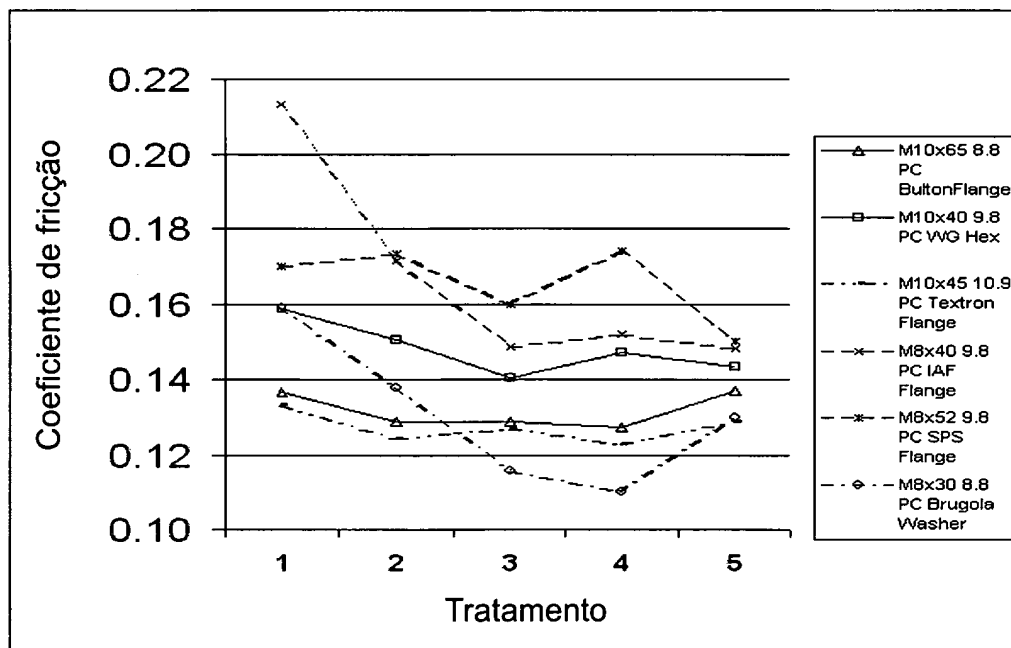


Fig. 14

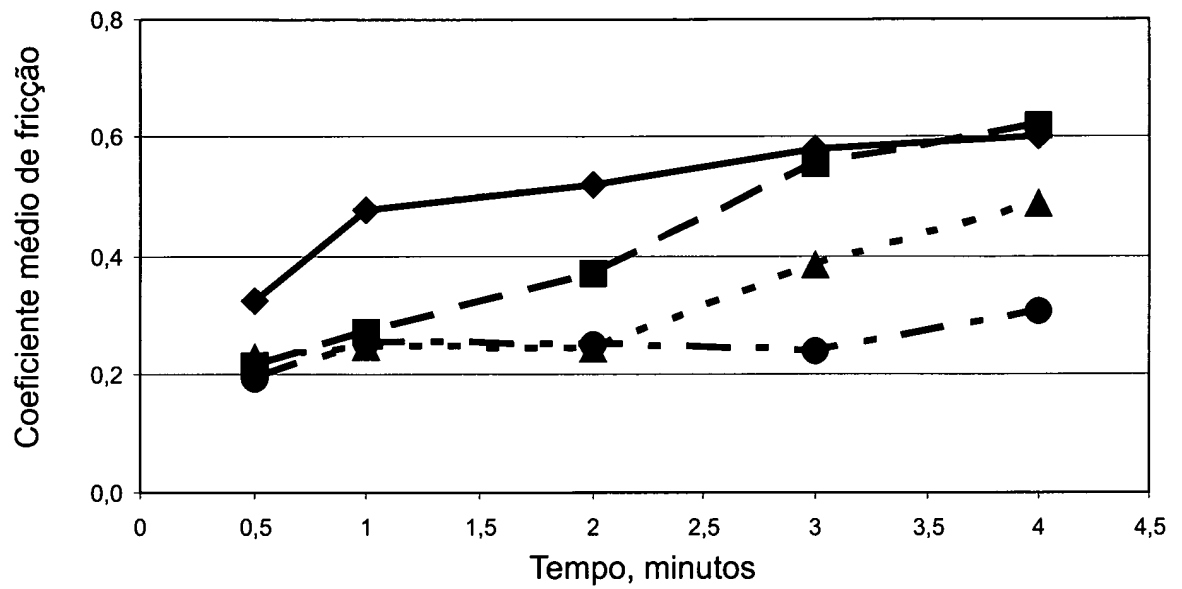


Fig. 15

u vs. ml/l do lubrificante no passivador
WZ101; 17.8kN

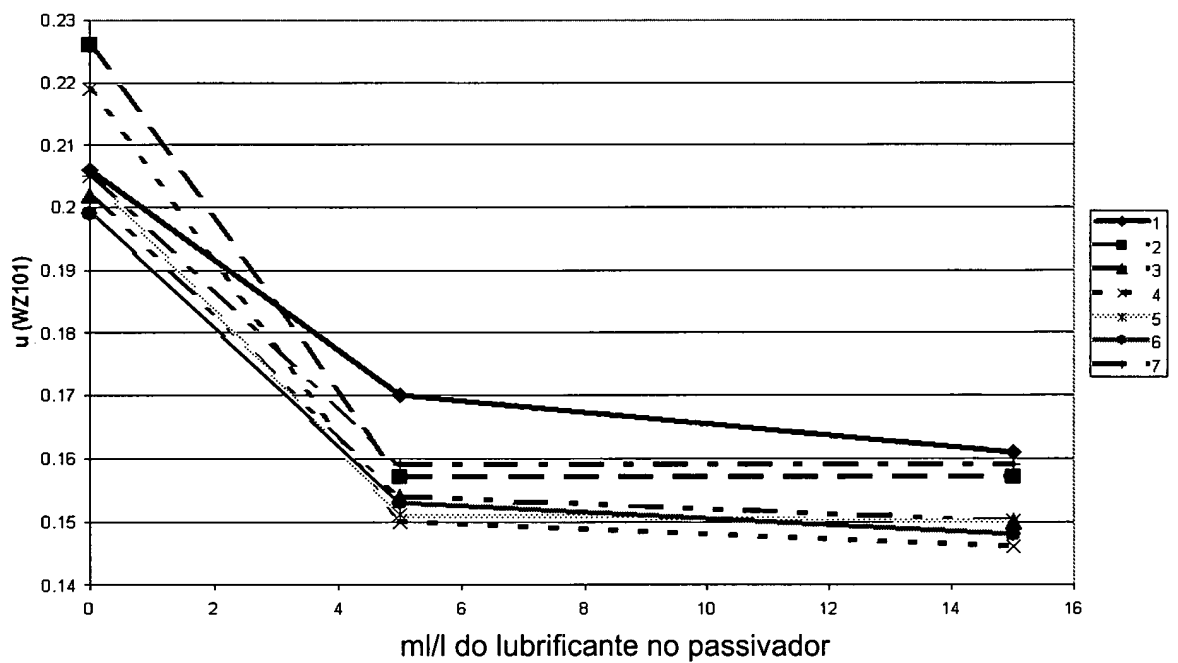


Fig. 16

RESUMO

Patente de Invenção: **"REVESTIMENTOS ANTIFRICÇÃO, MÉTODOS DE PRODUÇÃO DE TAIS REVESTIMENTOS E PRODUTOS INCLUINDO TAIS REVESTIMENTOS"**.

- 5 A presente invenção refere-se a um substrato revestido e um processo para formar o substrato revestido, incluindo uma primeira camada de revestimento oleoso cobrindo o substrato, a primeira camada de revestimento oleoso incluindo um primeiro lubrificante fornecendo à primeira camada de revestimento oleoso um primeiro coeficiente de fricção; e uma segun-
- 10 da camada de revestimento oleoso, cobrindo a primeira camada de revestimento oleoso a segunda camada de revestimento oleoso incluindo um segundo lubrificante fornecendo à segunda camada de revestimento oleoso um segundo coeficiente de fricção, no qual o segundo coeficiente de fricção é maior que o primeiro coeficiente de fricção.