



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 344 963**

(51) Int. Cl.:

B05D 5/08 (2006.01)

C09D 5/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **07750560 .0**

(96) Fecha de presentación : **13.02.2007**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1993740**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **26.11.2008**

(54) Título: **Revestimientos antifricción, procedimientos de producción de dichos revestimientos y artículos que incluyen dichos revestimientos.**

(30) Prioridad: **23.02.2006 US 360967**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
10.09.2010

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
10.09.2010

(73) Titular/es: **Atotech Deutschland GmbH**
Erasmusstrasse 20
10553 Berlin, DE

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

(74) Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 344 963 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Revestimientos antifricción, procedimientos de producción de dichos revestimientos y artículos que incluyen dichos revestimientos.

Campo técnico

La presente invención se refiere, en general, a revestimientos lubricos para artículos y, más específicamente, a revestimientos lubricos para artículos tales como sujeciones, piezas para automóviles y similares, a procedimientos para la producción de dichos revestimientos y a los artículos que tienen dichos revestimientos aplicados a los mismos.

Antecedentes

Los materiales de revestimiento para proteger y mejorar las cualidades superficiales de artículos tales como sujeciones de plástico o metálicas (es decir, sólidas) y otros artículos de ensamblaje, han sido aceptados de forma generalizada y amplia, particularmente en la industria del automóvil, donde generalmente existen requisitos estrictos. Entre los requisitos está una superficie que presenta un coeficiente de fricción bajo pero consistente, que incluye un revestimiento que se adhiere fuertemente al sustrato y que incluye aditivos para propósitos tales como protección frente a corrosión y coloración. Se han desarrollado numerosos revestimientos y tratamientos y se han usado para dichos fines, y muchos de éstos siguen siendo importantes. Sin embargo, especialmente la industria del automóvil, los requisitos de rendimiento para dichos artículos cada vez son más estrictos. Algunos materiales, tales como cromo hexavalente, ya no son aceptables o se están eliminando progresivamente. Como los requisitos de rendimiento, medioambientales, sanitarios, de seguridad y evacuación (fin de la vida útil) cada vez son más estrictos, se ha llegado al punto en el que las composiciones existentes son incapaces de satisfacer todos estos requisitos. La prevención de la corrosión también ha resultado ser una preocupación principal, particularmente en la industria del automóvil. Al mismo tiempo que requisitos como estos están haciéndose más estrictos, aún se requiere que los artículos satisfagan los mismos patrones de utilidad que los requeridos históricamente, tal como, por ejemplo, proporcionar un coeficiente de fricción consistente, de manera que los requisitos de par de torsión se pueden medir y satisfacer de forma consistente, permitiendo de esta manera una determinación precisa del contenido del lubricante real.

Revestir artículos, tales como un perno, con un revestimiento resistente a corrosión, tiene una importancia obvia. Los pernos de acero son comunes, aunque no eficaces si se corroen en profundidad. Los procedimientos de revestimiento incluyen fosfatización, fosfatización seguida de pintado o inmersión en aceite, metalizado (por ejemplo, metalizado electrolítico, metalizado no electrolítico, metalizado mecánico o galvanizado) y metalizado seguido de pintado. Para sujeciones con pequeñas tolerancias dimensionales, el metalizado electrolítico o el metalizado no electrolítico es, a menudo, un procedimiento preferido para evitar la corrosión. En particular, el metalizado electrolítico con cinc o aleación de cinc, en el que el cinc se corroe preferentemente y se sacrifica para evitar la corrosión del acero, es un procedimiento de protección frente a la corrosión rentable. Sin embargo, el metalizado con cinc generalmente va acompañado de la formación de un revestimiento de conversión, por ejemplo, por cromado (formación de una película a partir de cromo hexavalente) o pasivado (formación de una película a partir de soluciones trivalentes o sin cromo). Recientemente, se ha convertido en una práctica común el tratar las sujeciones de cinc electrometalizadas, con revestimiento de conversión, con un sello para extender la protección frente a la corrosión. Los sellos, generalmente, están basados en soluciones secantes y/o curables, que incluyen películas inorgánicas tales como silicatos, o mezclas de silicatos con sílice, o películas orgánicas, tales como acrilatos, uretanos o mezclas de acrilatos y uretanos o; mezclas de materiales orgánicos e inorgánicos.

El apretar un perno o una tuerca para producir una carga de apriete, o la inserción de un remache en un orificio, es un componente importante del ensamblaje de una gran cantidad de ensamblajes mecánicos, tales como automóviles. La fiabilidad, seguridad y calidad de los ensamblajes remachados se ve afectada por el nivel y estabilidad de la tensión de la sujeción. Girar la cabeza de una sujeción roscada o girar la tuerca sobre una sujeción roscada supone la tensión de la sujeción. Habitualmente, se acepta que el par de torsión de apriete global es una combinación de 1) la fricción de las roscas; 2) la fuerza de apriete conferida al perno; y 3) la fricción entre la superficie de contacto del ensamblaje, la superficie de soporte y la parte inferior de la cabeza de un perno y/o entre la superficie de soporte del ensamblaje y la parte inferior de la cabeza de la tuerca.

Actualmente, muchas etapas de ensamblaje las realizan robot. Los robots pueden programarse para determinar cuándo una pieza, por ejemplo un perno, está suficientemente apretado, basándose fundamentalmente en el par de torsión medido por los sensores. Si la lubricación aplicada a un perno es demasiado pequeña (o si el coeficiente de fricción es demasiado grande), entonces puede que el robot no apriete totalmente el perno, debido a que el par de torsión detectado satisfará el límite de par de torsión pre-programado, como resultado del exceso de fricción, no porque el perno realmente se hay apretado totalmente. A la inversa, si la lubricación aplicada al perno es excesiva (y el coeficiente de fricción es demasiado bajo), entonces el robot puede apretar en exceso el perno y dañar el ensamblaje, por ejemplo, quebrando la cabeza del perno, o rompiendo las roscas, debido a que el par de torsión detectado no satisfará el límite de par de torsión pre-programado, como resultado de la fricción demasiado baja. De esta manera, conseguir una lubricación adecuada, pero no excesiva, es un problema al que se enfrentan constantemente los que están implicados en las operaciones de ensamblaje. Debido a que los sistemas robóticos incluyen sensores para determinar el par de torsión, programándose estos sensores y los controles electrónicos para su uso en diversas ecuaciones conocidas en la técnica, que correlacionan el par de torsión con la fricción y, de esta manera, con las determinaciones de apriete.

ES 2 344 963 T3

Estos sistemas deben hacer suposiciones necesariamente sobre la planicidad (o suavidad) de las superficies, sobre el coeficiente de fricción, sobre la carga de apriete aplicada a un perno u otra pieza, sobre las velocidades de desgaste para lubricantes, revestimientos de conversión y sustratos y sobre otras variables. Todas estas suposiciones se usan para abordar el problema de determinar cuándo una sujeción se ha apretado suficientemente, por ejemplo, y las suposiciones

5 dependen de piezas consistentes, relativamente uniformes, que tienen características consistentes.

Debido a que la fricción es una parte importante del procedimiento de apriete de una sujeción, por ejemplo, una combinación de perno roscado y tuerca, el control de la fricción por lubricación de las superficies en contacto es importante. La suficiencia de lubricación puede determinarse midiendo la fricción, o el coeficiente de fricción, resul-
10 tante del uso del lubricante aplicado entre las superficies que se mueven unas con respecto a otras. Los regímenes de lubricación pueden definirse mediante una curva de Stribeck, en la que el coeficiente de fricción se representa como una función de la velocidad de deslizamiento para una combinación de dos superficies, denominado par tribológico, y un lubricante intermedio. La lubricación límite es la situación en la que la velocidad de deslizamiento es lenta y la fuerza de carga se realiza totalmente por las asperezas en el área de contacto, protegida por moléculas adsorbidas del
15 lubricante y/o una capa fina de lubricación y/u óxido. Las interacciones de las superficies con lubricación límite, y la relación de las resistencias a cizalla de los lubricantes y las asperezas superficiales respecto a la lubricidad global se sabe que están relacionadas con el desgaste del lubricante y que desempeñan un papel en la lubricación límite.

Las situaciones de lubricación límite existen en cojinetes de maquinaria, cuando se están poniendo en marcha o
20 deteniendo, y la velocidad no es suficientemente alta para crear un régimen hidrodinámico. Otros ejemplos incluyen el contacto entre los dientes de engranaje, portillos de turbina, y otros equipos que se mueven lentamente, tal como vaivén hidráulico en operaciones de elevación o con absorbedores de choque o con puntales, usados, por ejemplo, para controlar la abertura y cierre del capó de un automóvil o el portón de un maletero. En la lubricación límite, las superficies atómicamente planas están separadas por unas pocas capas moleculares de lubricante, y el comportamiento
25 de la interfaz resulta cualitativamente diferente del caso más habitual de viscosidad volumétrica que está asociado tradicionalmente con los lubricantes. La lubricación límite puede ser importante cuando las superficies no son atómicamente planas, particularmente en sitios con cualquier aspereza o donde geometrías ligeramente diferentes dan como resultado una aproximación más cercana de las piezas relativamente móviles en ciertas áreas o regiones.

30 Las situaciones de lubricación adhesiva-deslizante existen con piezas que se mueven con respecto a otras, cuando están separadas por un lubricante, en la que las piezas se mueven en un ciclo de “parada-inicio”. Pueden incluirse aditivos lubricantes para evitar o reducir este fenómeno.

Para ayudar a controlar el par de torsión durante el apriete, las sujeciones que se han preparado por ejemplo, por
35 metalizado con cinc, revestimiento de conversión y posiblemente sellado, pueden tratarse con una solución lubricante tal como Gleitmo 605 diluido de FUCHS LUBRITECH® o Valsoft PE-45 diluido de Spartan Adhesives and Coatings Co. Dichos revestimientos lúbricos a menudo se denominan lubricantes de película seca. El lubricante puede combinarse también con una capa de sellado, en la que el revestimiento resultante puede denominarse sello lubricante integral. En estos procedimientos de lubricación, el lubricante se distribuye uniformemente en el revestimiento lúbrico
40 individual.

Algunas piezas metálicas tratadas de la técnica anterior, típicas, se ilustran esquemáticamente en las Figuras 1-4. La Figura 1 representa esquemáticamente un artículo metálico de la técnica anterior 100, que incluye un sustrato metálico
45 10, una capa de cinc o de aleación de cinc 12, una capa anticorrosión 14 y un revestimiento lubricante 16. El sustrato 10 puede ser cualquier artículo metálico adecuado, tal como una sujeción, por ejemplo, un perno, tuerca, tornillo, etc., que puede estar hecho, por ejemplo, de acero. En dichas realizaciones de la técnica anterior, la capa de cinc o de aleación de cinc (por ejemplo, cinc-hierro, cinc-cobalto, cinc-níquel) puede ser, por ejemplo, una capa galvanizada por inmersión en caliente o electrometalizada aplicada al sustrato 10. En algunas realizaciones de la técnica anterior, la capa anticorrosión 14 sería un revestimiento de conversión de cromo hexavalente, aplicado directamente a la capa
50 de cinc o de aleación de cinc 12. La capa lubricante 16 puede contener cualquier lubricante conocido para dichos usos. Puede formarse una capa de sellado (no mostrada) sobre el lubricante, o el lubricante puede ser una parte integral de la capa de sellado, en cuyo caso la capa lubricante 16 sería una capa de sellado/lubricante. En este ejemplo, el lubricante se distribuye uniformemente en el revestimiento lúbrico individual.

55 La Figura 2 representa esquemáticamente un artículo metálico de la técnica anterior 200 que incluye un sustrato metálico 10, una capa de cinc o de aleación de cinc 12, una capa anticorrosión 14, una capa de sellado 18 y un revestimiento lubricante 16. El sustrato 10 puede ser cualquier artículo adecuado, tal como una sujeción, por ejemplo, un perno, tuerca, tornillo, etc., que puede estar hecho, por ejemplo, de acero. En dichas realizaciones de la técnica anterior, la capa de cinc o de aleación de cinc (por ejemplo, cinc-hierro, cinc-cobalto, cinc-níquel) 12 puede ser,
60 por ejemplo, una capa galvanizada por inmersión en caliente o electrometalizada aplicada al sustrato 10. La capa anticorrosión 14 puede ser de nuevo un revestimiento de conversión de cromo hexavalente, aplicado a la capa de cinc 12. Una capa de sellado 18 se aplica sobre o encima de la capa anticorrosión 14. El revestimiento lubricante 16 puede contener cualquier lubricante conocido para dicho uso. En este ejemplo, el lubricante se distribuye uniformemente en el revestimiento lúbrico individual.

65 La Figura 3 representa esquemáticamente un artículo metálico de la técnica anterior 300 que incluye un sustrato metálico 10, una capa de cinc o de aleación de cinc 12, una capa anticorrosión 20, una capa de sellado 18 y un revestimiento lubricante 16. El sustrato 10 puede ser cualquier artículo metálico adecuado, tal como una sujeción, por

ejemplo, un perno, tuerca, tornillo etc. que puede estar hecho, por ejemplo, de acero. En dichas realizaciones de la técnica anterior, la capa de cinc o de aleación de cinc 12 puede ser, por ejemplo, una capa galvanizada por inmersión en caliente o electrometalizada aplicada al sustrato 10. La capa anticorrosión 20 en este ejemplo de la técnica anterior, puede ser un material de pasivado libre de cromo hexavalente, aplicada a la capa de cinc 16. El material de pasivado libre de cromo hexavalente puede incluir, por ejemplo, cromo trivalente, un níquel no electrolítico o una aleación de níquel-fósforo (NiP) electrometalizada, depositada sobre la capa de cinc 12. La capa de sellado 18 se aplica sobre o encima de la capa anticorrosión 20. La capa lubricante 16 puede contener cualquier lubricante conocido para dichos usos. Como con los ejemplos de las Figuras 1 y 2, la capa de sellado 18 puede aplicarse sobre la capa lubricante 16. En este ejemplo, el lubricante se distribuye uniformemente en el revestimiento lúbrico individual.

La Figura 4 representa, esquemáticamente, un artículo metálico de la técnica anterior 400 que incluye un sustrato metálico 10, una capa de cinc o de aleación de cinc 12, una capa anticorrosión 14 y una capa de sellado integral 22. El sustrato 10 puede ser cualquier artículo metálico adecuado, tal como una sujeción, por ejemplo, un perno, tuerca, tornillo, etc., que puede estar hecho, por ejemplo, de acero. En dichas realizaciones de la técnica anterior, la capa de cinc o de aleación de cinc 12 puede ser, por ejemplo, una capa galvanizada por inmersión en caliente o electrometalizada aplicada al sustrato 10. La capa anticorrosión 14 aplicada a la capa de cinc 16 en este ejemplo de la técnica anterior, puede ser la capa de cromo hexavalente 14 mostrada, o puede ser un material de pasivado libre de cromo hexavalente, tal como la capa anticorrosión 20 mostrada en la Figura 3, o cualquier otro material de pasivado o anticorrosión adecuado. El material de pasivado libre de cromo hexavalente puede incluir, por ejemplo, cromo trivalente, un níquel no electrolítico o una aleación de níquel fósforo (NiP) electrometalizada, depositada sobre la capa de cinc 12. En esta alternativa, hay una capa de sellado integral 20 en la que el lubricante es una parte integral de una capa de sellado. En este ejemplo, el lubricante se distribuye uniformemente en el revestimiento lúbrico individual.

En todos los ejemplos de la técnica anterior previos (por ejemplo, como se describe con respecto a las Figuras 1-4), y en la técnica anterior en general, la capa lubricante, o capa de sellado integral, es una capa de lubricación uniforme, en la que el lubricante está distribuido de forma uniforme y equitativa. Dichos lubricantes, generalmente, son revestimientos antifricción, secos al tacto, y estos incluyen y en ocasiones se denominan, lubricantes de película seca, lubricantes de laca orgánica o lubricantes integrales. El lubricante de película seca se seca después de la aplicación y calentamiento, y la capa de lubricación resultante es básicamente sólo lubricante, por lo que por definición se distribuye uniformemente. El lubricante de laca orgánica puede contener un aglutinante orgánico y un lubricante sólido. El aglutinante orgánico puede ser, por ejemplo, cera con resinas y el lubricante sólido. El revestimiento lubricante integral es una mezcla de lubricante con otros materiales, tales como antiestéticos (por ejemplo, color) o de resistencia a corrosión o combinaciones, en las que las partículas del lubricante se distribuyen uniformemente. Tanto en el lubricante de laca orgánica como en el lubricante integral, el material lubricante puede ser, por ejemplo, partículas de un polímero tal como polietileno, PTFE, grafito u otro material, tal como por ejemplo sulfuro de molibdeno (MoS_2). Cuando se usa cualquier lubricante adicional, generalmente es el de mayor lubricidad, y se aplica a la superficie más externa de la pieza.

En todos los ejemplos anteriores y en la técnica anterior en general, el problema de proporcionar una lubricación adecuada, pero no excesiva, para una amplia variedad de piezas que tienen diversas geometrías y calidades y características superficiales, ha persistido. Aunque se conocen y se usan ampliamente muchos lubricantes, sigue habiendo una necesidad de lubricantes mejorados, particularmente para piezas tales como sujeciones, que se someten a una gran presión, par de torsión y fuerzas de fricción, y en las que dichas fuerzas frecuentemente las aplican robots.

Aunque la aplicación de un lubricante al exterior de un objeto produce la ventaja de reducir la fricción, es muy difícil conseguir la uniformidad de fricción con una sola capa uniforme de lubricante, a menos que el revestimiento que contiene el lubricante sea suficientemente grueso para no desgastarse durante el periodo en el que es necesaria la lubricación. Sin embargo, los revestimientos gruesos no son útiles para sujeciones roscadas, puesto que afectarán a las dimensiones de las roscas macho y hembra. Al igual que con otros objetos, los revestimientos gruesos pueden afectar también perjudicialmente a las tolerancias dimensionales. Con los revestimientos lúbricos que contienen un lubricante uniforme, las superficies de los objetos deslizantes están muy cerca y el medio lubricante es muy fino, y esta combinación significa que pequeñas imperfecciones en la superficie, tales como asperezas y/o una distribución no uniforme de presión sobre la superficie debida a las diferencias geométricas, producirá variaciones en el desgaste, de manera que algunas regiones tendrán un lubricante suficiente, mientras que en otras regiones la capa lubricante se desgastará o desbastará. Cuando ocurre dicho desgaste o desbastado, el coeficiente de fricción global aparente cambia para las superficies deslizantes, dando como resultado problemas asociados con el cambio de fricción y, donde la capa lubricante se ha desgastado completamente, las capas subyacentes pueden dañarse también, dando como resultado efectos posiblemente perjudiciales, por ejemplo, un aumento de la posibilidad de corrosión, durante el tiempo de vida del sustrato.

Por todas esas razones, sigue habiendo problemas, y son muy necesarias mejoras en los revestimientos lúbricos, particularmente para piezas producidas en masa, aunque de importancia crítica, tales como sujeciones.

Sumario

En la presente invención, se proporciona un sistema de revestimiento que compensa las variaciones de la velocidad y presión de deslizamiento, revistiendo piezas con un revestimiento lúbrico en el que el coeficiente de fricción de la parte superficial más externa del revestimiento lúbrico es mayor que el coeficiente de fricción de las partes internas

del revestimiento lúbrico. La presente invención proporciona un revestimiento lúbrico seco al tacto, en el que el lubricante en el revestimiento está presente a una mayor concentración en la interfaz del revestimiento con la capa o sustrato subyacente que en la superficie externa del revestimiento. En general, el revestimiento lúbrico contendrá al menos otro material que puede ser, por ejemplo, un inhibidor de corrosión, o un material de sellado. De esta manera, cuando las superficies son no uniformes o no son suaves, el revestimiento de la presente invención proporciona alguna compensación, de manera que, por ejemplo, al apretar una sujeción roscada, hay menos cambios y una mayor uniformidad en el par de torsión observado durante el procedimiento de apriete.

La diferencia en el coeficiente de fricción entre las partes externas y las partes internas pueda obtenerse por cualquiera de o por dos maneras básicas. En una realización, se usa el mismo lubricante, pero en diferentes cantidades, para obtener la diferencia en el coeficiente de fricción. En otra realización, pueden usarse lubricantes diferentes para conferir la diferencia en el coeficiente de fricción. En esta última realización, los dos lubricantes pueden usarse en cualquier cantidad relativa, siempre y cuando el coeficiente de fricción de la parte externa siga siendo mayor que el coeficiente de fricción de la parte interna. De esta manera, cuando ciertas regiones localizadas de la superficie se someten a un mayor desgaste, por ejemplo, regiones de alta presión con mayores distancias de deslizamiento o las regiones no uniformes o menos suaves, el mayor coeficiente de fricción inicial de la superficie se desgastará y una superficie más deslizante, es decir, una superficie que tiene mayor lubricidad y un menor coeficiente de fricción se crea o pone de manifiesto. Esto continúa hasta que la lubricidad de las regiones localizadas se equilibra o se ajusta de nuevo, y los efectos indeseados de las variaciones, tales como asperezas, se han mitigado, para obtener un desgaste más uniforme, un empuje o una tensión del par de torsión más uniforme. Esto contrasta con el medio convencional para controlar la fricción de las superficies, tal como en sujeciones roscadas, donde la superficie externa de todo el artículo tiene un lubricante uniforme individual como un material para la modificación de la tensión del par de torsión.

El revestimiento lúbrico puede producirse mediante un procedimiento que incluye sumergir un sustrato en una primera composición que comprende un material resistente a corrosión y un lubricante a una primera concentración, sumergir el sustrato revestido de esta manera en una segunda composición que contiene el lubricante a una segunda concentración, siendo la segunda concentración menor que la primera concentración. Estas etapas pueden repetirse y una tercera etapa puede incluir sumergir el sustrato con las dos primeras capas lubricantes ya formadas en una tercera composición que contiene un lubricante a una tercera concentración, siendo la tercera concentración menor que la segunda concentración. La segunda y cualquier composición posterior pueden incluir un material resistente a corrosión u otros materiales, tal como un sello formado por una resina o aglutinante.

De esta manera, en una realización, la presente invención proporciona un sustrato revestido, que incluye una primera capa de revestimiento lúbrico, que recubre el sustrato, comprendiendo en la primera capa de revestimiento lúbrico un primer lubricante, que proporciona a la primera capa de revestimiento lúbrico un primer coeficiente de fricción; y una segunda capa de revestimiento lúbrico, que recubre la primera capa de revestimiento lúbrico, comprendiendo la segunda capa de revestimiento lúbrico un segundo lubricante, que proporciona a la segunda capa de revestimiento lúbrico un segundo coeficiente de fricción, siendo el segundo coeficiente de fricción mayor que el primer coeficiente de fricción.

En otra realización, la presente invención proporciona un revestimiento seco al tacto sobre un sustrato, en el que el revestimiento comprende una superficie externa y una superficie interna que recubre el sustrato, al menos un lubricante y al menos un material no lubricante, proporcionando el al menos un lubricante un mayor coeficiente de fricción a la superficie externa que a la superficie interna.

En otra realización, la presente invención proporciona un artículo, que incluye un sustrato; una capa (a) de cinc o de aleación de cinc sobre al menos una parte del sustrato; una capa (b) de revestimiento de conversión de cromo trivalente que recubre la capa (a); una primera capa que contiene lubricante (c) que recubre la capa (b); y una segunda capa que contiene lubricante (d) que recubre la capa (c), proporcionando la capa (c) un coeficiente de fricción menor que un coeficiente de fricción de la capa (d).

En otra realización, la presente invención proporciona un artículo, que incluye un sustrato; una capa (a) de cinc o de aleación de cinc sobre al menos una parte del sustrato; una capa (b) de revestimiento de conversión de cromo trivalente que recubre la capa (a); y una capa que contiene lubricante (c) que recubre la capa (b); comprendiendo la capa (c) una superficie interna en contacto con, o que recubre, de la capa (b), y una superficie externa orientada lejos de la capa (b) y un lubricante, confiriendo el lubricante un menor coeficiente de fricción a la superficie interna que a la superficie externa. Es decir, en esta realización, la capa de revestimiento compuesta de lubricación (c) tiene un gradiente de lubricante en disminución y un coeficiente de fricción en aumento, que se desplaza hacia fuera desde la superficie del sustrato hasta la superficie externa de la capa de revestimiento lúbrico.

En otra realización, la presente invención, proporciona un procedimiento para aplicar un revestimiento lúbrico a un sustrato, que incluye aplicar una primera capa de revestimiento lúbrico sobre el sustrato, conteniendo la primera capa de revestimiento lúbrico un primer lubricante, que proporciona a la primera capa de revestimiento lúbrico un primer coeficiente de fricción; y aplicar una segunda capa de revestimiento lúbrico sobre la primera capa de revestimiento lúbrico, conteniendo la segunda capa de revestimiento lúbrico un segundo lubricante, que proporciona a la segunda capa de revestimiento lúbrico un segundo coeficiente de fricción, siendo el segundo coeficiente de fricción mayor que el primer coeficiente de fricción.

En otra realización, la presente invención proporciona un procedimiento para aplicar un revestimiento lubrico a un sustrato, que incluye sumergir un sustrato en una primera composición que comprende un primer lubricante; retirar el sustrato de la primera composición, para formar una primera capa de revestimiento lubrico que comprende el primer lubricante sobre el sustrato; sumergir el sustrato con la primera capa de revestimiento lubrico sobre el mismo en una segunda composición que comprende: un segundo lubricante para formar una segunda capa de revestimiento lubrico que comprende el segundo lubricante sobre la primera capa de revestimiento lubrico, proporcionando la primera capa de revestimiento lubrico un primer coeficiente de fricción y proporcionando la segunda capa de revestimiento un segundo coeficiente de fricción, y siendo el primer coeficiente de fricción menor que el segundo coeficiente de fricción.

En otra realización, la presente invención proporciona un procedimiento para aplicar un revestimiento lubrico a un sustrato, que incluye sumergir un sustrato en una primera composición que comprende un primer lubricante; retirar el sustrato de la primera composición para formar una primera capa de revestimiento lubrico que comprende el primer lubricante sobre el sustrato; aplicar una segunda capa de revestimiento lubrico que comprende un segundo lubricante sobre la primera capa de revestimiento lubrico, mostrando la primera capa de revestimiento lubrico una primera lubricidad y mostrando el segundo lubricante una segunda lubricidad, y siendo la primera lubricidad mayor que la segunda lubricidad.

El procedimiento puede incluir el uso de un pasivante o anticorrosivo en la primera composición y, cuando el sustrato se retira de la primera composición, se forma una capa base que incluye un revestimiento de conversión mediante el pasivante o anticorrosivo sobre el sustrato, y se forma la primera capa de revestimiento lubrico sobre la capa base.

El primer lubricante puede emulsionarse o dispersarse de otra manera que la primera composición, y cuando el sustrato se retira de la composición, el lubricante se separa de la emulsión y forma una capa sustancialmente uniforme de lubricante sobre el revestimiento de conversión.

El procedimiento puede incluir, adicionalmente, aplicar uno o más metales o aleaciones sobre el sustrato, y la capa base de un revestimiento de conversión se forma mediante un pasivante o composición anticorrosiva sobre el metal o aleación y la primera capa de revestimiento lubrico recubre la capa base.

El procedimiento puede incluir, adicionalmente, después de la etapa de aplicar la segunda capa de revestimiento lubrico, calentar el sustrato revestido para provocar la difusión entre la primera capa de revestimiento lubrico y la segunda capa de revestimiento lubrico, de manera que puede formarse una capa de revestimiento de material compuesto, comprendiendo la capa de revestimiento de material compuesto una concentración de lubricante mayor cerca de la capa base que en las partes externas de la capa de revestimiento de material compuesto. Esto puede formar un revestimiento en el que la concentración de lubricante está en gradiente en la capa de revestimiento de material compuesto, disminuyendo gradualmente de concentración desde cerca de la capa base hasta una superficie externa de la capa de gradiente, teniendo de esta manera un coeficiente de fricción en aumento de las partes internas a las externas de la capa.

La presente invención proporciona una solución a los problemas de proporcionar artículos mejorados con propiedades lubricantes que dan como resultado ensayos de tensión del parte torsión más uniformes y superficies de lubricación más uniformes. La invención proporciona una solución al problema de desgaste diferencial de las capas lubricantes y de los sustratos subyacentes, debido a las superficies no uniformes, las formas y las geometrías de los sustratos.

Breve descripción de los dibujos

Las Figuras 1-4 son vistas esquemáticas, en sección transversal, de tratamientos metálicos convencionales y de una capa lubricante aplicada a la superficie de un sustrato metálico.

Las Figuras 5-11 son vistas esquemáticas, en sección transversal, de tratamientos metálicos y capas lubricantes aplicadas a la superficie de un sustrato metálico, de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención.

La Figura 12 es un diagrama de flujo del procedimiento, esquemático, que ilustra diversos procedimientos ejemplares para aplicar un revestimiento lubrico a un sustrato, de acuerdo con la invención.

La Figura 13 es un gráfico que muestra datos para un ensayo de punta en disco, en comparación con revestimientos lubricos de la técnica anterior, con un revestimiento lubrico de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 14 es un gráfico que muestra datos a partir de determinaciones del par de torsión y el coeficiente de fricción, comparando revestimientos lubricos de la técnica anterior con un revestimiento lubrico de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 15 es un gráfico que muestra datos a partir de determinaciones de coeficientes de fricción medios, comparando revestimientos lubricos de la técnica anterior con un revestimiento lubrico de acuerdo con una realización de la presente invención.

La Figura 16 es un gráfico de los resultados del ensayo de tensión del par de torsión frente a la concentración del lubricante en una composición para formar el sustrato revestido de una realización de la presente invención.

Debe apreciarse que para simplicidad y claridad de ilustración, los elementos mostrados en las Figuras no se han dibujado necesariamente a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos pueden exagerarse unas respecto a otras, por claridad. Adicionalmente, cuando se apropiado, los números de referencia se han repetido entre las Figuras para indicar elementos correspondientes.

Adicionalmente, debe apreciarse que las etapas de los procedimientos y estructuras descritas a continuación no forman un flujo del procedimiento completo para fabricar piezas tales sujeciones. La presente invención puede realizarse de forma práctica junto con técnicas de fabricación usadas actualmente en la técnica, y respecto a las etapas de procedimiento practicadas habitualmente, sólo se incluyen lo necesario para una comprensión de la presente invención.

Descripción detallada

Como se usa en el presente documento, un lubricante es cualquier sustancia interpuesta entre dos superficies en movimiento relativo, con el fin de reducir la fricción y/o el desgaste entre ellas.

Como se usa en el presente documento, la lubricidad es una medida de, y se refiere, al grado de lubricación proporcionado por una cantidad dada de un lubricante dado, es decir, la capacidad de un material lubricante para lubricar o reducir el coeficiente de fricción (CDF) del par tribológico; en ocasiones, esto se denomina también resistencia de la película. Una cantidad dada de un primer material que tiene una lubricidad relativamente alta proporcionará una lubricación mayor, o de mayor duración, que la misma cantidad de un segundo material que tenga una lubricidad relativamente menor.

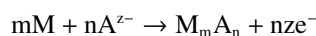
Como se usa en el presente documento, un material secante es uno que contiene sustancias que se secan rápidamente, tal como cuando un disolvente se retira por evaporación, aplicación de calor o cuando una reacción de secado tiene lugar bajo la influencia de oxígeno u otra fuente de energía tal como rayos x, luz ultravioleta, chorro de electrones etc. o si se aplica energía eléctrica en un procedimiento electroforético para formar un material sólido.

Como se usa en el presente documento, un lubricante de película seca es un lubricante aplicado a una pieza, normalmente a partir de una dispersión o emulsión que, cuando se seca, por ejemplo por aplicación de calor, se hace seco al tacto.

Como se usa en el presente documento, un lubricante de laca orgánica es un revestimiento que contiene un lubricante en una matriz curable y/o secante que, por ejemplo, por aplicación de calor, se hace seca al tacto. La matriz puede ser una dispersión, solución o emulsión.

Como se usa en el presente documento, un lubricante integral es un revestimiento seco al tacto que contiene un lubricante y un aglutinante o un material curado o secado (por ejemplo, secante). La matriz inicial, normalmente, es una mezcla de lubricante disuelto dispersado y/o emulsionado con un material curable o secante.

Como se usa en el presente documento, un revestimiento de conversión es un revestimiento producido sobre una superficie metálica por reacción de las capas atómicas externas o superficiales del metal con aniones de un medio seleccionado adecuadamente, en una reacción general escrita como:



en la que

M = metal que reacciona con el medio, y

A = anión del medio que tiene una carga inicial z.

Como se sabe en la técnica, la formación de un revestimiento de conversión dado puede ser más compleja que el esquema de reacción general anterior. Los revestimientos de conversión incluyen, por ejemplo, cromar con cromo hexavalente, pasivar con cromo trivalente u otros pasivantes, fosfatar, oxalar, fosfatar con otros iones metálicos tales como Zn o Mn (para formar, por ejemplo, un revestimiento de conversión que contiene una capa de metalizado químico que incluye, por ejemplo, fosfato de cinc ($Zn_3(PO_4)_2 \cdot xH_2O$)), y anodizar. Un revestimiento de conversión puede aplicarse, por ejemplo, por inmersión del artículo tratado en una solución reactiva, pulverizando la solución sobre la superficie a tratar y cubriendo la superficie con una solución reactiva concentrada. Los revestimientos de conversión pueden producirse sobre la superficie de casi cualquier metal. Los revestimientos de conversión generalmente se conocen en la técnica, y no es necesario analizarlos con detalle en el presente documento.

En la divulgación y las reivindicaciones, los límites numéricos de cualquier intervalo y proporción desvelados en el presente documento pueden combinarse, y los valores intermedio integrales se considera que están desvelados, así como los límites de punto final mencionados específicamente.

En la presente invención, la superficie más externa de los revestimientos en un sustrato no tiene la región de mayor lubricidad. En lugar de ello, la región de revestimiento externa tiene menos lubricidad que la al menos una capa o región subyacente del revestimiento. Como resultado, a diferencia del apriete de un perno usando tecnologías convencionales cuando la superficie más externa, si está desgastada, se transforma en una superficie con mayor fricción, el revestimiento lubrico de acuerdo con la presente invención produce regiones de menor fricción cuando la superficie externa del revestimiento se desgasta. Esto es ventajoso cuando algunas regiones del sustrato, por ejemplo, una sujeción roscada, se someten a velocidades de desgaste que de otra manera podrían desgastar el revestimiento lubrico. Proporcionando una capa más lubricante, intermedia, dicho desgaste no puede alcanzar la superficie del sustrato, y da como resultado un mayor aumento de fricción respecto a la ausencia de cualquier capa lubricante adicional entre el par tribológico.

De acuerdo con la presente invención, las áreas superficiales que se desgastaron inicialmente a altas velocidades, se hacen más lubricantes a medida que se desgastan y, de esta manera, pueden conseguir posiblemente o al menos aproximarse, a la misma velocidad de desgaste que otras áreas en la superficie. Esta capacidad proporciona a la sujeción una facilidad mejorada de uso y un riesgo reducido de fallo final, debido a la pérdida de revestimientos protectores sobre la superficie, tal como revestimientos anticorrosión. Esta capacidad proporciona también un régimen más uniforme y de par de torsión consistente, que facilita la aplicación automatizada de sujeciones, una vida útil del soporte mejorada y una formación de puntal mejorada, por ejemplo.

Como se entenderá, sobre la superficie de las roscas de una sujeción roscada, cada una de la velocidad de movimiento, la cantidad de fuerza aplicada y el grado de desgaste que ocurre, puede variar por localización. De esta manera, el grado de desgaste del revestimiento sobre la sujeción roscada variará, debido a una combinación de estos factores. De acuerdo con la presente invención, proporcionando una lubricidad diferencial con la profundidad del revestimiento, pueden proporcionarse diferentes áreas sobre la sujeción con una velocidad de desgaste más uniforme. A las superficies que se mueven a mayores velocidades y/o a lo largo de mayores distancias y/o que están sometidas a una mayor fuerza normal y, de esta manera, están sometidas a un mayor desgaste, se les proporciona una mayor lubricidad y, de esta manera, la carga friccional se distribuye sobre un área más amplia. Puede decirse que dicho revestimiento presenta propiedades de lubricación invertidas. Es decir, el revestimiento se hace más deslizante a medida que se desgasta, dando como resultado menores velocidades de desgaste a medida que transcurre el desgaste cerca del punto donde el revestimiento está completamente desgastado.

De acuerdo con una realización de la presente invención, se proporciona un sustrato revestido, que incluye al menos una primera capa de revestimiento lubrico, que recubre el sustrato y una segunda capa de revestimiento lubrico, que recubre la primera capa de revestimiento lubrico. La primera capa de revestimiento lubrico incluye una primera concentración de un lubricante; y la segunda capa de revestimiento lubrico incluye una segunda concentración del lubricante, que es menor que la primera concentración de lubricante. De esta manera, la capa más cercana al sustrato, es decir, la capa interna de las dos capas de revestimiento, contiene más lubricante que la segunda capa de revestimiento, externa. Pueden añadirse capas de revestimiento lubrico adicionales, tal como una tercera capa de revestimiento lubrico que recubre la segunda capa de revestimiento lubrico, incluyendo la tercera capa de revestimiento lubrico una concentración del lubricante que es menor respecto a la segunda concentración del lubricante y respecto a la primera concentración del lubricante. Por supuesto, pueden añadirse capas adicionales; de esta manera, pueden proporcionarse al menos dos capas de revestimiento adicionales que recubren la segunda capa de revestimiento lubrico, incluyendo cada capa de revestimiento sucesiva una concentración reducida de lubricante respecto a cada capa de revestimiento anterior. Es decir, cada capa de revestimiento sucesiva del lubricante contiene menos lubricante que la capa de revestimiento sobre la que se aplica. Debe entenderse que el efecto neto de las concentraciones anteriores de lubricante en las capas respectivas es que la capa o capas externas deberían tener un coeficiente de fricción mayor que las capas internas.

De esta manera, la relación entre las capas puede describirse o medirse en términos del coeficiente de fricción resultante, en lugar de en términos de la concentración de lubricante en las capas de revestimiento respectivas. Esta descripción es útil cuando se usan diferentes materiales lubricantes en las capas respectivas. De esta manera, en otro aspecto de la invención, se proporciona un sustrato revestido, que incluye una primera capa de revestimiento lubrico, que recubre el sustrato, incluyendo la primera capa de revestimiento lubrico un primer lubricante, que proporciona a la primera capa de revestimiento lubrico un primer coeficiente de fricción; y una segunda capa de revestimiento lubrico, que recubre la primera capa de revestimiento lubrico, incluyendo la segunda capa de revestimiento lubrico un segundo lubricante, que proporciona a la segunda capa de revestimiento lubrico un segundo coeficiente de fricción, y siendo el segundo coeficiente de fricción mayor que el primer coeficiente de fricción. De acuerdo con este aspecto de la invención, puede que las concentraciones respectivas de lubricantes no sean como se han descrito anteriormente en la primera realización, aunque el efecto neto sigue siendo el mismo, es decir, que el coeficiente de fricción de las capas externas es mayor que el coeficiente de fricción de la capa o capas internas.

De acuerdo con la invención, se proporciona un sustrato revestido, que incluye una primera capa de revestimiento lubrico, que recubre el sustrato, incluyendo la primera capa de revestimiento lubrico un primer lubricante, que proporciona a la primera capa de revestimiento lubrico un primer coeficiente de fricción; y una segunda capa de revestimiento lubrico, que recubre la primera capa de revestimiento lubrico, incluyendo la segunda capa de revestimiento lubrico un lubricante que proporciona a la segunda capa de revestimiento lubrico un segundo coeficiente de fricción, siendo el segundo coeficiente de fricción mayor que el primer coeficiente de fricción.

ES 2 344 963 T3

Como se ha indicado anteriormente, en una realización, el primer y segundo lubricantes pueden ser el mismo lubricante. Cuando el lubricante es el mismo en ambas (o más) capas, entonces el lubricante está presente en la primera capa de revestimiento lubrico a una concentración mayor que la concentración de lubricante en la segunda capa de revestimiento lubrico. Cuando están presentes capas adicionales, la capa más externa tiene la menor concentración de lubricante, cuando el lubricante es el mismo en la capa más externa que en las capas subyacentes.

En otra realización, el primer y segundo lubricantes son lubricantes diferentes. En esta realización, pueden estar presentes dos variaciones diferentes. En una variación, el primer lubricante tiene una primera lubricidad, el segundo lubricante tiene una segunda lubricidad y la primera lubricidad es menor que la segunda lubricidad. En esta variación, puesto que la primera lubricidad está en la primera capa, interna, para que se mantenga la relación del coeficiente de fricción, el primer lubricante debería estar presente en la primera capa de revestimiento lubrico en una concentración suficiente para proporcionar a la primera capa de revestimiento lubrico, en su conjunto, una lubricidad mayor (y un coeficiente de fricción menor) que la lubricidad que proporciona el segundo lubricante a la segunda capa de revestimiento lubrico (que a su vez, tiene el mayor coeficiente de fricción).

En otra variación, el primer lubricante tiene una primera lubricidad, el segundo lubricante tiene una segunda lubricidad y la primera lubricidad es mayor que la segunda lubricidad. En esta variación, las concentraciones relativas de lubricante pueden tener cualquier relación, siempre y cuando la lubricidad de la primera capa de revestimiento lubrico en su conjunto sea mayor que la lubricidad de la segunda capa de revestimiento lubrico en su conjunto. Como se entenderá, otra manera de describir la relación resultante es exponer de nuevo que el coeficiente de fricción de la primera capa de revestimiento lubrico permanece menor que el coeficiente de la segunda capa de revestimiento lubrico.

En otra realización, el sustrato revestido incluye adicionalmente una tercera capa de revestimiento lubrico que recubre la segunda capa de revestimiento lubrico. En esta realización, la tercera capa de revestimiento lubrico incluye un tercer lubricante que proporciona a la tercera capa de revestimiento lubrico un tercer coeficiente de fricción, siendo el tercer coeficiente de fricción mayor que el segundo coeficiente de fricción. Pueden aplicarse capas de revestimiento adicionales. De esta manera, el sustrato revestido puede incluir adicionalmente al menos dos capas de revestimiento adicionales que recubren la segunda capa de revestimiento lubrico, incluyendo cada capa de revestimiento sucesiva un lubricante que proporciona a la capa de revestimiento sucesiva respectiva un coeficiente de fricción mayor que el de cada una de las capas de revestimiento precedentes. Las descripciones anteriores se aplican a las relaciones de la concentración de lubricante e identidad o diferencia de lubricante, de nuevo con la condición de que el coeficiente de fricción de la tercera (y cualquier capa de revestimiento posterior) sea mayor que el coeficiente de fricción de las capas sobre la que se forma la tercera capa de revestimiento (y sucesivas).

De esta manera, como se ha descrito anteriormente, el sustrato revestido incluye revestimientos en los que la capa interna (primera capa de revestimiento lubrico) tiene una mayor lubricidad y un menor coeficiente de fricción que la capa o capas (segunda capa de revestimiento lubrico) (segunda, tercera y cualquier capa de revestimiento posterior) que recubren y están más cerca de una superficie del sustrato revestido, capas externas que tienen un mayor coeficiente de fricción y una menor lubricidad que las capas sobre las que están situadas. Como se ha descrito anteriormente, pueden aplicarse capas de revestimiento lubrico adicionales sobre las dos capas de revestimiento descritas en el presente documento. Cada una de las capas sucesivas de las capas de revestimiento que recubren la segunda capa de revestimiento lubrico incluye un lubricante que proporciona a la capa de revestimiento posterior respectiva un coeficiente de fricción mayor que (y una lubricidad menor) que la de cada una de las capas de revestimiento precedentes, sobre la que se aplica la capa sucesiva.

Cuando la relación entre las capas interna y externa se describe en términos del coeficiente de fricción; como se ha indicado anteriormente, pueden usarse diferentes lubricantes en las dos o más capas, siempre y cuando se mantenga la relación respecto a los coeficientes de fricción relativos. Cada uno de los dos o más lubricantes en las dos o más capas puede tener cualquier concentración a una capa dada, siempre y cuando se mantenga la relación respecto a los coeficientes respectivos de fricción. Es decir, como se ha descrito en lo anterior, la capa o capas externas tienen un coeficiente de fricción mayor que la capa o capas internas, se obtenga esta relación usando una mayor concentración de lubricante en las capas internas o usando un lubricante que tenga una mayor lubricidad en las capas internas.

Es habitual proporcionar láminas, tiras, piezas o piezas de trabajo de acero y otros metales, generalmente, y en particular productos acabados, tales como sujeciones y elementos similares, con revestimientos metálicos o de metalizado para proteger el acero frente a la corrosión. Típicamente, los revestimientos que pueden aplicarse son metales depositados electrolíticamente, tales como cinc o aleaciones de cinc, metales depositados mecánicamente o por inmersión, tales como cinc o aleaciones de cinc o revestimientos de cinc cromados o fosfatados o con un revestimiento de conversión aplicado de otra manera. Como se sabe en la técnica, la deposición electrolítica incluye la electrodeposición (metalizado electrolítico), deposición no electrolítica y metalizado por inmersión.

El sustrato puede revestirse con una capa base, tal como el metal o revestimiento metalizado (metal o aleación) antes de la aplicación de la primera capa de revestimiento lubrico. La capa base puede incluir uno o más metales o aleaciones, revestimiento de conversión y una composición de sellado, recubriendo la primera capa de revestimiento lubrico la capa base.

La capa base de metal o de aleación puede aplicarse por cualquier procedimiento, incluyendo, aunque sin limitación, metalizado no electrolítico, metalizado por inmersión y metalizado por electrodeposición. Además, la capa

base metálica puede aplicarse por otros procedimientos, tales como un metalizado mecánico, deposición química en fase vapor (CVD), deposición de la capa atómica (ALC), deposición de plasma en fase vapor (PVD), bombardeo, variaciones de temperatura o presión altas o bajas de estos procedimientos y cualquier otro procedimiento conocido, para aplicar una capa fina de metal protector sobre un sustrato. Por supuesto, muchos de estos otros procedimientos son caros y, por lo tanto, no pueden usarse para piezas producidas en masa habituales, tales como sujeciones, aunque dichos procedimientos están dentro del alcance de la invención.

La composición de pasivado aplicada con o sobre la capa base puede ser cualquiera composición de pasivado conocida que formará un revestimiento de conversión. La composición de pasivado puede incluir un cromo hexavalente, o puede estar sustancialmente libre de cromo hexavalente o puede estar totalmente libre de cromo hexavalente, puede incluir cromo trivalente, puede incluir fosfatización o combinaciones de estos y cualquier otro procedimiento conocido, para formar un revestimiento de conversión para pasivar una superficie metálica o proporcionar un tratamiento anticorrosión a una superficie metálica. Puede usarse cualquier tratamiento de pasivado o anticorrosión adecuado para el sustrato. Por razones medioambientales y sanitarias, se prefiere que la composición de pasivado esté libre de cromo hexavalente (Cr (VI) o Cr⁺⁶).

En una realización, al menos una de la primera capa de revestimiento lubrico y la segunda capa de revestimiento lubrico incluye adicionalmente una composición de sellado, un colorante, una composición fosforescente, una composición fluorescente o una mezcla o combinación de dos o más cualquiera de las mismas. Como se sabe en la técnica, una composición de sellado puede usarse para sellar la pieza, por ejemplo, del oxígeno y la humedad atmosféricos, de otros agentes corrosivos y/o para proteger la pieza físicamente de abrasión, arañado etc. Puede usarse cualquier sellante conocido, siempre y cuando sea compatible con los materiales de revestimiento y los materiales lubricantes, como pueden determinar fácilmente los expertos en la materia.

Las resinas adecuadas para formar un sello o capa sellante se desvelan más adelante.

Como se sabe, las piezas que se han tratado con lubricantes o de otra manera, es necesario diferenciarlas de las piezas que no se han tratado de este modo. De esta manera, en una realización, una cualquiera de las capas de revestimiento y, preferentemente, la capa de revestimiento externa puede incluir un agente tal como un colorante, una composición fosforescente, una composición fluorescente o una mezcla o combinación de dos o más cualquiera de las mismas, que pueden usarse para identificar las piezas tratadas. Dichos procedimientos se usan habitualmente en la técnica de las sujeciones, por lo que no es necesario describirlos con detalle en el presente documento.

Puede usarse cualquier material adecuado como el lubricante o lubricantes de acuerdo con la presente invención. De esta manera, el sustrato revestido puede incluir un lubricante que incluye cualquiera de una cera basada en petróleo, natural o sintética, una grasa o aceite vegetal, un polímero fluorado, un polímero de poliolefina, sulfuro de molibdeno, disulfuro de wolframio, plata, grafito esteatita, un estearato, un ditiofosfonato, una grasa basada en calcio, un lubricante sólido, blanco, reactivo o una mezcla o combinación de dos cualquiera o más de, los mismos. Las tabulaciones de dichos lubricantes existen en diversas publicaciones incluyendo el Volumen 18 de ASM Handbooks, the Kirk Othmer Encyclopedia of Chemical Technology, the Modern Tribology Handbook Vol. 1 y Vol. 2.

En una realización, al menos una de la primera capa de revestimiento lubrico y la segunda capa de revestimiento lubrico comprende adicionalmente un aglutinante. Puede usarse cualquier aglutinante adecuado. Por ejemplo, el aglutinante puede incluir una o más de una resina epoxi, acrílica, de silicona, fenólica, un silicato inorgánico, silicato sódico y celulosa.

En una realización, al menos una de la primera capa de revestimiento lubrico y la segunda capa de revestimiento lubrico comprende adicionalmente una resina curable. Puede usarse cualquier resina curable. Por ejemplo, la resina curable puede incluir una o más resinas de base fenólica, poliuretanos, termoplásticos, resina de poliamida, resina de poliimida, resinas de alquido, resinas acrílicas (incluyendo acrílicas y alcacrílicas, tales como (met)acrílicas y (et) acrílicas), resinas epoxi y resinas termoestables. Pueden usarse adecuadamente también otras resinas conocidas.

Estas resinas pueden usarse para formar un lubricante de película seca y una capa de sellado integral. De esta manera, en una realización, al menos una de la primera capa de revestimiento lubrico y la segunda capa de revestimiento lubrico incluye o está en forma de un lubricante de película seca. En otra realización, al menos una de la primera capa de revestimiento lubrico y la segunda capa de revestimiento lubrico incluye o está en forma de una capa de sellado integral.

Como se ha indicado anteriormente, en diversas realizaciones de la presente invención, el sustrato es un metal. En una realización particular, cuando el sustrato es un metal, tal como acero, el sustrato tiene una superficie y la superficie tiene formada sobre la misma uno de los siguientes (A), (B) o (C): (A) una o más capas de metal o de aleación están sobre la superficie y la primera capa de revestimiento lubrico está sobre la una o mas capas de metal o de aleación; (B) una capa de un revestimiento de conversión está sobre la superficie y la primera capa de revestimiento lubrico está sobre la capa de un revestimiento de conversión, o (C) una o más capas de metal o de aleación están sobre la superficie, una capa de un revestimiento de conversión está sobre la una o más capas de metal o de aleación, y la primera capa de revestimiento lubrico está sobre la capa de un revestimiento de conversión.

ES 2 344 963 T3

En otra realización, la presente invención proporciona un artículo, que incluye un sustrato, tal como un artículo metálico; una capa (a) de cinc o de aleación de cinc sobre al menos una parte del sustrato; una capa (b) de un revestimiento de conversión de cromo trivalente que recubre la capa (a); una primera capa que contiene lubricante (c) que recubre la capa (b); y una segunda capa que contiene lubricante (d) que recubre la capa (c), comprendiendo la capa (c) un coeficiente de fricción menor que un coeficiente de fricción de la capa (d). Esta realización se ilustra en la Figura 8, que se describe adicionalmente más adelante. En esta realización, el primer lubricante y el segundo lubricante pueden ser cualquiera lubricante desvelado en el presente documento, cada uno en una concentración según sea necesario para proporcionar la relación de coeficientes de fricción de acuerdo con la invención. En una realización preferida, las capas (a) y (b) se forman a partir de una emulsión que contiene cromo trivalente y un polietileno de alta densidad emulsionable (HDPE), teniendo el HDPE un tamaño de partícula medio menor de aproximadamente 50 nanómetros. En una realización del procedimiento, las capas (b) y (c) se forman a partir de una primera composición y la capa (d) se forma a partir de una segunda composición. La capa (d) puede formarse a partir de cualquier lubricante adecuado. En una realización preferida, la capa (d) se forma a partir de una mezcla de un sellante orgánico y el segundo lubricante. El segundo lubricante puede ser, o comprender, uno o más de los lubricantes desvelados anteriormente. En una realización, la capa (d) forma una capa de sellado integral y/o es un lubricante de película seca.

En otra realización, la presente invención proporciona un artículo, que incluye un sustrato; una capa (a) de cinc o de aleación de cinc sobre al menos una parte del sustrato; una capa (b) de revestimiento de conversión de cromo trivalente que recubre la capa (a); y una capa que contiene lubricante (c) que recubre la capa (b), incluyendo la capa (c) una superficie interna en contacto con, o que recubre, la capa (b) y una superficie externa orientada lejos de la capa (b) y que contiene un lubricante, confiriendo el lubricante un menor coeficiente de fricción a la superficie interna que a la superficie externa. Esta realización se ilustra en la Figura 11, que se describe adicionalmente más adelante.

Hay numerosas maneras de obtener esta gradación del coeficiente de fricción de la parte interna a la externa de la capa que contiene lubricante (c). En una, la capa que contiene lubricante (c) (que puede denominarse capa de revestimiento compuesta) contiene uno o más lubricantes que están presentes en un gradiente de concentración, disminuyendo la concentración o concentraciones del uno o más lubricantes de la superficie interna a la superficie externa. En otra, la capa que contiene lubricante (c) contiene más de un lubricante en una mezcla, y la mezcla del lubricante se forma para que tenga una mayor lubricidad en la parte interna que en la parte externa de la capa (c). En otra más, uno o mas lubricantes que tienen una mayor lubricidad están en la parte interna de la capa (c) y uno o más lubricantes que tiene una menor lubricidad están en la parte externa de la capa (c).

La gradación del coeficiente de fricción en esta realización puede obtenerse, por ejemplo, aplicando en primer lugar los lubricantes apropiados en capas discretas y, después, tratando las capas, por ejemplo, calentándolas o exponiéndolas a alguna forma de energía, para provocar que las capas se difundan, al menos parcialmente, juntas entre sí, al menos en las interfaces entre capas que contienen lubricante adyacentes. La gradación del coeficiente de fricción puede obtenerse también mediante inmersiones sucesivas en composiciones que contienen una concentración de lubricante sucesivamente reducida, con lo que se forma una serie de capas, cada una de las cuales tiene un contenido de lubricante sucesivamente menor y/o un coeficiente de fricción sucesivamente mayor, hacia fuera del sustrato. En una realización, las capas de revestimiento lúbrico sucesivas, en un número de dos o más, pueden calentarse o tratarse de otra manera para formar la gradación. Cuando esto se consigue por calentamiento, se reconocerá que un calentamiento excesivo, en términos de tiempo y temperatura, finalmente puede dar como resultado la homogeneización de los lubricantes y, de esta manera, la degradación se perderá. Esto es indeseable y debe evitarse.

En esta realización, los lubricantes usados para obtener la gradación del coeficiente de fricción pueden ser cualquiera de los lubricantes descritos en el presente documento.

Típicamente, las piezas manipuladas de acuerdo con la presente invención son sujeciones tales como pernos, tornillos, tuercas, elementos de sujeción de otros tipos tales como bisagras, conectores, sujeciones de tipo gancho y similares, y todas las clases de piezas, sujeciones y empalmes, incluyendo piezas y empalmes para puertas, armarios, cocina, comercial, industrial y agrícola.

Además de lo anterior, antes de cualquiera de las etapas de procedimiento anteriores en cualquiera de las realizaciones, los sustratos pueden limpiarse por diversos procedimientos. Por ejemplo, los sustratos pueden desengrasarse, lavarse, secarse, decaparse. El decapado puede realizarse por cualquier procedimiento de decapado bien conocido, tal como usando ácidos inorgánicos minerales, tales como ácido clorhídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido fluorhídrico, individualmente o en forma de mezclas.

Las Figuras 5-11 son vistas esquemáticas en sección transversal de tratamientos metálicos y capas lubricantes aplicadas a la superficie de un sustrato metálico, de acuerdo con diversas realizaciones de la presente invención. Las realizaciones ilustradas de las Figuras 5-11, y variaciones de las mismas, se analizan en los siguientes párrafos. En estas descripciones, el sustrato generalmente se describe como un "sustrato sólido", que incluye cualquier sustrato sólido tal como un sustrato termoplástico, un sustrato termoestable, un sustrato cerámico o un sustrato metálico o de aleación metálica, o cualquier otro sustrato sólido al que sea aplicable la presente invención. En una realización en la que el sustrato sólido es un polímero, vidrio o cerámico, puede incluir un revestimiento metálico sobre la superficie del sustrato, al que pueden aplicarse los tratamientos y/o revestimientos analizados en el presente documento.

ES 2 344 963 T3

La Figura 5 representa esquemáticamente un artículo 500 de acuerdo con la presente invención, que incluye un sustrato sólido 10, una primera capa de revestimiento lubrico 24 sobre el sustrato 10 y una segunda capa de revestimiento lubrico 26 que recubre la primera capa de revestimiento lubrico 24. De acuerdo con la invención, la primera capa de revestimiento lubrico 24 incluye un primer lubricante, que proporciona a la primera capa de revestimiento lubrico un primer coeficiente de fricción; y la segunda capa de revestimiento lubrico 26 incluye un segundo lubricante, que proporciona a la segunda capa de revestimiento lubrico un segundo coeficiente de fricción y el segundo coeficiente de fricción es mayor que el primer coeficiente de fricción. Las capas de revestimiento que contienen lubricante 24 y 26 pueden contener cualquier lubricante adecuado para dichos usos. Puede formarse una capa de sellado (no mostrada) sobre las capas lubricantes o el lubricante puede ser una parte integral de la capa de sellado, en cuyo caso, por ejemplo, la segunda capa de revestimiento lubrico externa 26 sería una capa de sellado/lubricante, que puede denominarse capa de sellado integral. Cualquiera o ambas de la primera capa de revestimiento lubrico 24 y la segunda capa de revestimiento lubrico 26, pueden ser capas de sellado integrales, siempre y cuando aún se apliquen las características de la invención descrita en el presente documento. La capa de sellado descrita en el presente documento puede formarse según cualquiera de las siguientes realizaciones, por lo que no se menciona específicamente con respecto a las mismas, aunque debería entenderse como una adición opcional a lo descrito. Además, cualquiera de los revestimientos lubricos puede estar presente en una capa de sellado integral, aunque no se describe específicamente para cada una de las siguientes realizaciones. De esta manera, en una realización, el sello integral es la capa más externa. En otra realización, las capas de sellado integral pueden estar apiladas, y en una de dichas realizaciones el sello integral más interno tiene una concentración mayor de lubricante, o un menor coeficiente de fricción, que las capas de sellado integral posteriores, externas, o colocadas hacia fuera adicionalmente.

La realización ilustrada en la Figura 5 es la realización básica de la presente invención, y las restantes realizaciones se construyen sobre esta realización básica por adición de tratamientos y/o revestimientos adicionales. Los expertos en la materia pueden identificar diversas combinaciones de, y la variación de, las siguientes realizaciones ejemplares, y dichas combinaciones y variaciones están dentro del alcance de la presente invención, como se define por las reivindicaciones adjuntas a la misma.

La Figura 6 representa esquemáticamente un artículo 600 de acuerdo con la presente invención, que incluye un sustrato sólido 10, una capa de revestimiento de conversión 20, una primera capa de revestimiento lubrico 24 que recubre la capa de revestimiento de conversión 20 y una segunda capa de revestimiento lubrico 26 que recubre la primera capa de revestimiento lubrico 24. De acuerdo con la invención, la primera capa de revestimiento lubrico 24 incluye un primer lubricante, que proporciona a la primera capa de revestimiento lubrico un primer coeficiente de fricción; y la segunda capa de revestimiento lubrico 26 incluye un segundo lubricante, que proporciona a la segunda capa de revestimiento lubrico un segundo coeficiente de fricción, y el segundo coeficiente de fricción es mayor que el primer coeficiente de fricción. Las capas de revestimiento que contienen lubricante 24 y 26 pueden contener cualquier lubricante adecuado para dichos usos. La capa de revestimiento de conversión 20 puede ser cualquiera de las capas descritas en el presente documento y, en una realización preferida, es distinta de un revestimiento de conversión de cromo hexavalente, por ejemplo, un revestimiento de conversión de cromo trivalente.

La Figura 7 representa esquemáticamente un artículo 700 de acuerdo con la presente invención, que incluye un sustrato sólido 10, una capa de revestimiento de conversión 20, una primera capa de revestimiento lubrico 24 que recubre la capa de revestimiento de conversión 20, una segunda capa de revestimiento lubrico 26 que recubre la primera capa de revestimiento lubrico 24 y una tercera capa de revestimiento lubrico 28 entre la primera capa de revestimiento lubrico 24 y la segunda capa de revestimiento lubrico 28. De acuerdo con la invención, la primera capa de revestimiento lubrico 24 incluye un primer lubricante, que proporciona a la primera capa de revestimiento lubrico un primer coeficiente de fricción; y la segunda capa de revestimiento lubrico 26 incluye un segundo lubricante, que proporciona a la segunda capa de revestimiento lubrico un segundo coeficiente de fricción, y el segundo coeficiente de fricción es mayor que el primer coeficiente de fricción. De acuerdo con esta realización de la invención, la tercera capa de revestimiento lubrico 28 proporciona un coeficiente de fricción intermedio, es decir, un coeficiente de fricción que es mayor que el de la primera capa de revestimiento lubrico 24 pero menor que el de la segunda capa de revestimiento lubrico 26. Las capas de revestimiento que contienen lubricante 24, 26 y 28 pueden contener cualquier lubricante adecuado para dichos usos. La capa de revestimiento de conversión 20 puede ser cualquiera de las capas descritas en el presente documento y, en una realización preferida, es distinta de una capa de revestimiento de conversión de cromo hexavalente, por ejemplo, un revestimiento de conversión de cromo trivalente.

La realización de la Figura 8 es sustancialmente similar a la de la Figura 6, excepto que incluye una capa de metal o de aleación 12, formada sobre la superficie del sustrato 10. De esta manera, la Figura 8 representa esquemáticamente un artículo 800 de acuerdo con la presente invención, que incluye un sustrato sólido 10, una capa de metal o de aleación 12, una capa de revestimiento de conversión 20, una primera capa de revestimiento lubrico 24 que recubre la capa de revestimiento de conversión 20 y una segunda capa de revestimiento lubrico 26 que recubre la primera capa de revestimiento lubrico 24. De acuerdo con la invención, la primera capa de revestimiento lubrico 24 incluye un primer lubricante, que proporciona a la primera capa de revestimiento lubrico un primer coeficiente de fricción; y la segunda capa de revestimiento lubrico 26 incluye un segundo lubricante, que proporciona a la segunda capa de revestimiento lubrico un segundo coeficiente de fricción y el segundo coeficiente de fricción es mayor que el primer coeficiente de fricción. Las capas de revestimiento que contienen lubricante 24 y 26 pueden contener cualquier lubricante adecuado para dichos usos. La capa de metal o de aleación 12 puede formarse sobre la superficie del sustrato 10 por cualquier procedimiento, tal como aquellos procedimientos descritos anteriormente. La capa de revestimiento de conversión 20

puede ser cualquiera de las capas descritas en el presente documento y, en una realización preferida, es distinta de un pasivante de cromo hexavalente, por ejemplo, un pasivante de cromo trivalente.

La realización de la Figura 9 es sustancialmente similar a la de la Figura 7, excepto que incluye una capa de metal o de aleación 12, formada sobre la superficie del sustrato 10. De esta manera, la Figura 9 representa esquemáticamente un artículo 900 de acuerdo con la presente invención, que incluye un sustrato sólido 10, una capa de metal o de aleación 12, una capa de revestimiento de conversión 20, una primera capa de revestimiento lúbrico 24 que recubre la capa de revestimiento de conversión 20, una segunda capa de revestimiento lúbrico 26 que recubre la primera capa de revestimiento lúbrico 24 y una tercera capa de revestimiento lúbrico 28 entre la primera capa de revestimiento lúbrico 24 y la segunda capa de revestimiento lúbrico 28. De acuerdo con la invención, la primera capa de revestimiento lúbrico 24 incluye un primer lubricante, que proporciona a la primera capa de revestimiento lúbrico un primer coeficiente de fricción; y la segunda capa de revestimiento lúbrico 26 incluye un segundo lubricante, que proporciona a la segunda capa de revestimiento lúbrico un segundo coeficiente de fricción, y el segundo coeficiente de fricción es mayor que el primer coeficiente de fricción. De acuerdo con esta realización de la invención, la tercera capa de revestimiento lúbrico 28 proporciona un coeficiente de fricción intermedio, es decir, un coeficiente de fricción que es mayor que el de la primera capa de revestimiento lúbrico 24 pero menor que el de la segunda capa de revestimiento lúbrico 26. Las capas de revestimiento que contienen lubricante 24, 26 y 28 pueden contener cualquier lubricante adecuado para dichos usos. La capa de metal o de aleación 12 puede formarse sobre la superficie del sustrato 10 por cualquier procedimiento adecuado, tal como aquellos procedimientos descritos anteriormente. La capa de revestimiento de conversión 20 puede ser cualquiera de las capas descritas en el presente documento y, en una realización preferida, es distinta de un pasivante de cromo hexavalente, por ejemplo, un pasivante de cromo trivalente.

La realización de la Figura 10 es sustancialmente similar a la de la Figura 7, excepto que incluye un revestimiento lúbrico compuesto 30, en lugar de las tres capas de revestimiento distintas 24, 28 y 26 como en la realización de la Figura 7. De esta manera, la Figura 10 representa esquemáticamente un artículo 1000 de acuerdo con la presente invención, que incluye un sustrato sólido 10, una capa de revestimiento de conversión 20 y una capa de revestimiento compuesta 30 que recubre la capa de revestimiento de conversión 20. La capa de revestimiento compuesta incluye uno o más lubricantes, que presentan una gradación del coeficiente de fricción que varía con la profundidad, siendo menor el coeficiente de fricción cerca de la capa de pasivado y siendo mayor el coeficiente de fricción cerca de y en la superficie. De acuerdo con esta realización de la invención, la capa de revestimiento compuesta 30 tiene una superficie interna adyacente a la capa de revestimiento de conversión 20 y una superficie externa. La capa de revestimiento compuesta 30 incluye un lubricante que tiene una distribución dentro de la capa de revestimiento compuesta 30 que confiere un menor coeficiente de fricción a la superficie interna que a la superficie externa. De acuerdo con esta realización de la invención, la capa de revestimiento compuesta 30 proporciona los beneficios de la presente invención, es decir, una superficie externa que tiene un mayor coeficiente de fricción que una parte interna de la capa, pero con una sola capa compuesta. La capa compuesta puede formarse, por ejemplo, por aplicación de calor a una realización que contiene dos o tres o más capas distintas durante un periodo suficiente, para provocar que las capas distintas se difundan juntas, o al menos para que las interfaces de estas capas se combinen juntas, al menos parcialmente. Las capas de revestimiento que contienen lubricante formadas inicialmente pueden contener cualquier lubricante o combinación de lubricantes adecuada para dichos usos, como se describe en esta divulgación. La capa de revestimiento de conversión 20 puede ser cualquiera de las capas descritas en el presente documento y, en una realización preferida, es distinta de un pasivante de cromo hexavalente, por ejemplo, un pasivante de cromo trivalente.

En una realización (no mostrada) la capa de revestimiento compuesta 30 puede estar directamente sobre el sustrato 10, sin una capa de revestimiento de conversión o capa de metal intermedia. De esta manera, esta realización parecería similar a la Figura 5, excepto que las dos capas de revestimiento lúbrico 24 y 26 se sustituirían por la capa de revestimiento compuesta 30.

La realización de la Figura 11 es sustancialmente similar a la de la Figura 10, excepto que incluye una capa de metal o de aleación 12 sobre la que se forma la capa de revestimiento de conversión 20. La Figura 11 representa esquemáticamente un artículo 1100 de acuerdo con la presente invención, que incluye un sustrato sólido 10, una capa de metal o de aleación 12, una capa de revestimiento de conversión 20 y una capa de revestimiento compuesta 30 que recubre la capa de revestimiento de conversión 20. La capa de revestimiento compuesta incluye uno o más lubricantes, y presenta una gradación del coeficiente de fricción que varía con la profundidad, siendo el coeficiente de fricción menor más cerca de la capa de pasivado 20 y siendo el coeficiente de fricción mayor cerca de y en la superficie. De acuerdo con esta realización de la invención, la capa de revestimiento compuesta 30 tiene una superficie interna adyacente a la capa de revestimiento de conversión 20 y una superficie externa. La capa de revestimiento compuesta 30 incluye un lubricante que tiene una distribución dentro de la capa compuesta 30 que confiere un coeficiente de fricción menor a la superficie interna que a la superficie externa. De acuerdo con esta realización de la invención, la capa de revestimiento compuesta 30 proporciona los beneficios de la presente invención, es decir, una superficie externa que tiene un mayor coeficiente de fricción que una parte interna de la capa, pero con una sola capa compuesta. La capa compuesta puede formarse, por ejemplo, por aplicación de calor a una realización que contiene dos o tres o más capas distintas, durante un periodo suficiente para provocar que las capas distintas se difundan juntas o, al menos, para que las interfaces de estas capas se combinen juntas, al menos parcialmente. Las capas de revestimiento que contienen lubricantes formadas inicialmente pueden contener cualquier lubricante adecuado o combinación de lubricantes para dichos usos, como se describe en esta divulgación. La capa de revestimiento de conversión 20 puede ser cualquiera de las capas descritas en el presente documento y, en una realización preferida, es distinta de un revestimiento de conversión de cromo hexavalente, por ejemplo, un revestimiento de conversión de cromo trivalente.

ES 2 344 963 T3

Los materiales de sellado usados con las realizaciones de la presente invención pueden ser inorgánicos, orgánicos o una mezcla de orgánicos e inorgánicos.

Los sellantes inorgánicos, típicamente, son soluciones acuosas de silicatos, tales como silicato sódico, potásico o de litio, donde la proporción de Si a O puede variar. Estos silicatos pueden usarse solos o en combinación con partículas de sílice (SiO_2), cuyas propiedades superficiales se han modificado. Los silicatos adecuados están disponibles en el mercado en PQ Corporation (<http://www.pq-corp.com/products/>). La sílice con modificación superficial está disponible en W.R. Grace (<http://www.grace.com/davison/industrial.html>) con la marca comercial sílice LUDOX®.

Los materiales orgánicos de sellado final específico que se consideran útiles incluyen NEOREZ® R 961, NEOCRYL® A 6092 y HALOFLEX® 202 y los inventores han añadido, en algunos casos, LUDO® HS40 inorgánico, por ejemplo. Pueden usarse también otras marcas y resinas similares.

Los sellantes orgánicos, típicamente, son soluciones acuosas de resinas poliméricas basadas en emulsiones acrílicas, uretanos acuosos, copolímeros de uretano acuoso/acrílico y emulsiones de terpolímero vinílico/acrílico. DSM NeoResins (<http://www.neoresins.com/>) fabrica y comercializa dichas resinas para la industria de los revestimientos con los nombres comerciales NEOCRYL®, NEOREZ®, NEOPAC®, y HALOFLEX®, respectivamente. Por ejemplo, NEOREZ® R 961 incluye un poliuretano acuoso y HALOFLEX® 202 incluye resinas en emulsión de terpolímero vinílico/acrílico.

Los sellos integrales disponibles en el mercado incluyen, por ejemplo, un revestimiento de fluopolímero/fenólico, tal como EMRALON® 330, al 20% v/v en metil etil cetona (MEK) disponible en Acheson Colloids Co., Port Huron, Michigan. Pueden usarse otros sellos integrales adecuados, como se sabe en la técnica. El contenido del lubricante de estos revestimientos puede ajustarse para proporcionar el primer y segundo revestimientos lubricos de acuerdo con la presente invención.

Además de lo anterior, pueden usarse capas de pintura que contienen lubricantes como las capas de revestimiento lubrico de la presente invención. Por ejemplo, Trutec (<http://www.trutecind.com/coat/lube.htm>) distribuye pinturas que contienen lubricante de Dow Coming, con el nombre comercial MOLYKOTE® y de Nihon Parkerizing (nombres comerciales DEFRIC). El producto MOLYKOTE® contiene MoS_2 como un lubricante sólido, y se cree que DEFRIC contiene un lubricante de polifluorocarbono.

Los materiales inorgánicos de sellado final específicos, que se consideran útiles, incluyen silicato sódico PQ (Calidad N), silicato potásico (K Sil) y silicato de litio con y sin sílice LUDOX® HS40.

No es necesario que los lubricantes usados en los sellos finales sean emulsionables, aunque los lubricantes usados en las composiciones de revestimiento de conversión es necesario que sean emulsionables, si no son solubles. Los lubricantes en los sellos finales ni siquiera es necesario que sean miscibles. Siempre y cuando el lubricante pueda suspenderse, puede aplicarse al sustrato. Como tal, el lubricante debe ser sólido o líquido. Hay una amplia variedad de lubricantes, y los lubricantes a menudo se clasifican por la fuente:

animal (por ejemplo, aceite de esperma, grasa de oca),

vegetal (por ejemplo, aceite de semilla de soja, aceite de semillas de lino),

mineral (por ejemplo, sulfuro de molibdeno, grafito, polvos metálicos finamente divididos por ejemplo, plata o cinc),

petróleo (por ejemplo, destilados de petróleo o grasa o colas de destilación)

sintético (por ejemplo, polietileno, politetrafluoroetileno, siliconas, etc.).

Los lubricantes específicos que se consideran útiles incluyen el aditivo FUCHS LUBRITECH® indicado anteriormente y los lubricantes sintéticos que incluyen las suspensiones Michelman HDPE y NiSlip 500D PTFE. Estos lubricantes pueden añadirse a materiales de sellado final orgánicos e inorgánicos.

La Figura 12 es un diagrama de flujo del procedimiento, esquemático, que ilustra diversos procedimientos ejemplares para aplicar un revestimiento lubrico a un sustrato, de acuerdo con la invención. La siguiente descripción proporciona algunos detalles respecto a las diversas etapas y opciones del procedimiento, resumidas en la Figura 12.

Como se muestra en la Figura 12, la presente invención proporciona diversas variaciones sobre los procedimientos para formar el sustrato revestido aplicando un revestimiento lubrico a un sustrato. En una realización, el procedimiento para aplicar un revestimiento lubrico a un sustrato incluye aplicar una primera capa de revestimiento lubrico sobre el sustrato, incluyendo la primera capa de revestimiento lubrico un primer lubricante, que proporciona a la primera capa de revestimiento lubrico un primer coeficiente de fricción; y aplicar después una segunda capa de revestimiento lubrico sobre la primera capa de revestimiento lubrico, incluyendo la segunda capa de revestimiento lubrico un

segundo lubricante, que proporciona a la segunda capa de revestimiento lúbrico un segundo coeficiente de fricción. De acuerdo con la presente invención, el segundo coeficiente de fricción es mayor que el primer coeficiente de fricción, proporcionando de esta manera un revestimiento lúbrico al sustrato en el que hay una mayor lubricidad en las capas o partes internas del revestimiento lúbrico que en las capas o partes externas del revestimiento. Generalmente, el procedimiento puede incluir al menos una etapa de secar la primera capa de revestimiento lúbrico y/o la segunda capa de revestimiento lúbrico. El secado puede realizarse por cualquier procedimiento apropiado, y puede ir precedido de una etapa de enjugado, en la que la pieza revestida se enjuaga, por ejemplo, con agua y después se seca. Como alternativa, la pieza revestida puede enjuagarse y después someterse a un procesamiento adicional, tal como añadiendo una capa o capas lubricantes adicionales, sin secarla antes de la etapa final de revestimiento. Como se entenderá, al menos como una etapa final, dichas partes metálicas revestidas generalmente se secan o simplemente se deja que se sequen.

Como se muestra en la Figura 12, el procedimiento puede incluir adicionalmente aplicar al menos una capa de revestimiento adicional sobre la segunda capa de revestimiento lúbrico. De acuerdo con la presente invención, la al menos una capa de revestimiento adicional puede incluir un lubricante que proporciona un coeficiente de fricción mayor que el del segundo coeficiente de fricción.

Como se ha descrito anteriormente, en una realización, el artículo incluye una capa metálica sobre la superficie del sustrato y, de esta manera, el procedimiento puede incluir adicionalmente aplicar al menos una capa de metal o de aleación sobre el sustrato, como se muestra en la Figura 12. Como se ha descrito anteriormente, puede usarse cualquier procedimiento para aplicar la capa metálica. En una realización preferida, cuando el sustrato es acero, la capa metálica es de cinc o de una aleación de cinc. El cinc o la aleación de cinc pueden aplicarse, por ejemplo, mediante uno o más de electrodeposición, metalizado de inmersión, o metalizado no electrolítico.

Como se ha descrito anteriormente y se muestra en la Figura 12, el procedimiento puede incluir adicionalmente aplicar al menos una capa base de un revestimiento de conversión sobre el sustrato, y esto puede realizarse, por ejemplo, sumergiendo el sustrato en una composición que incluye al menos un pasivante y/o al menos un anticorrosivo. Se prefiere que el pasivante sea distinto de cromo hexavalente. En una realización preferida, el revestimiento de conversión se forma mediante un tratamiento con cromo trivalente. En una realización preferida, cuando el sustrato es acero, una capa de cinc o de aleación de cinc se aplica en primer lugar y, después, se aplica un revestimiento de conversión de cromo trivalente a la capa de cinc o de aleación de cinc. Pueden usarse otros materiales de revestimiento de conversión y procedimientos conocidos.

En una realización, el primer lubricante se emulsiona o dispersa en la composición que incluye al menos un pasivante y/o al menos un anticorrosivo. Después, cuando el sustrato se retira de la composición, la capa base está sobre el sustrato y la primera capa del revestimiento que contiene lubricante se forma sobre la capa base, que es la capa de pasivado.

Un procedimiento de acuerdo con otra realización de la invención puede describirse también de la siguiente manera. Un procedimiento para aplicar un revestimiento lúbrico a un sustrato, que incluye sumergir un sustrato en una primera composición que incluye un primer lubricante; retirar el sustrato de la primera composición, para formar una primera capa de revestimiento lúbrico que contiene el primer lubricante sobre el sustrato; sumergir el sustrato con la primera capa de revestimiento lúbrico sobre el mismo en una segunda composición que incluye un segundo lubricante, para formar una segunda capa de revestimiento lúbrico sobre la primera capa de revestimiento lúbrico, proporcionando la primera capa de revestimiento lúbrico un primer coeficiente de fricción y proporcionando la segunda capa de revestimiento lúbrico un segundo coeficiente de fricción y, de acuerdo con la invención, el primer coeficiente de fricción es menor que el segundo coeficiente de fricción. Por supuesto, pueden usarse otros procedimientos de inmersión distintos en una composición que contiene lubricante, para aplicar la segunda capa de revestimiento lúbrico. Por ejemplo, la primera o segunda capas de revestimiento lúbrico pueden formarse por pulverización, cepillado u otro medio conocido para aplicar una capa de revestimiento a un sustrato. El sumergido o inmersión es lo que se usa más a menudo, particularmente para piezas producidas en masa, tal como sujeciones. El sumergido o inmersión puede realizarse usando cualquier equipo apropiado.

En una realización, como se ha descrito anteriormente y se muestra en la Figura 12, la primera composición puede incluir, adicionalmente, un pasivante o anticorrosivo y, cuando el sustrato se retira de la primera composición, una capa base que incluye el pasivante o anticorrosivo se forma sobre el sustrato y la primera capa de revestimiento lúbrico se forma sobre la capa base. Como en el caso anterior, el primer lubricante puede emulsionarse o dispersarse en la primera composición. Como en el caso anterior, uno o más de un metal o una aleación pueden aplicarse a la superficie del sustrato, un pasivante o anticorrosivo puede aplicarse como una capa base, formándose la capa base sobre el metal y la primera capa de revestimiento lúbrico que recubre la capa base.

En otra realización, mostrada también en la Figura 12, las capas de revestimiento pueden tratarse para formar una separación menos distinguible entre las capas, en las que se forma un gradiente del coeficiente de fricción. Se mantiene la misma relación básica; es decir, en las capas, un menor coeficiente de fricción permanece más cerca de la superficie del sustrato mientras que un mayor coeficiente de fricción permanece más cerca de la superficie externa del artículo revestido de esta manera. Para obtener este gradiente en una capa de revestimiento compuesta después de la etapa de aplicación de la segunda capa de revestimiento lúbrico, el sustrato revestido puede calentarse, o tratarse de otra manera, para provocar la difusión entre la primera capa de revestimiento lúbrico y la segunda capa de revestimiento

ES 2 344 963 T3

lúbrico. Este tratamiento puede dar como resultado que se forme un gradiente en una capa de revestimiento compuesta, incluyendo la capa un menor coeficiente de fricción adyacente a la capa base y un mayor coeficiente de fricción en las partes externas de la capa de gradiente. Este tratamiento puede dar como resultado, simplemente, una difusión parcial entre las capas de revestimiento respectivas, por ejemplo, en la región de la interfaz entre las capas, en la que alguna parte o una parte principal de cada capa retiene su composición original, separada de las demás por una región de difusión.

Cuando se establece una capa de gradiente, el coeficiente de fricción de la capa de revestimiento de gradiente puede aumentar gradualmente desde adyacente a la superficie del sustrato o capa base (cuando hay una presente) hacia una superficie externa de la capa de revestimiento compuesta.

El procedimiento puede describirse también en términos de la lubricidad de las capas, en lugar de en términos del coeficiente de fricción. De esta manera, el procedimiento puede describirse como un procedimiento para aplicar un revestimiento lúbrico a un sustrato, que incluye sumergir un sustrato en una primera composición que contiene un primer lubricante; retirar el sustrato de la primera composición para formar una primera capa de revestimiento lúbrico que contiene el primer lubricante sobre el sustrato; aplicar una segunda capa de revestimiento lúbrico que contiene el segundo lubricante sobre la primera capa de revestimiento lúbrico, la primera capa de revestimiento lúbrico presenta una primera lubricidad y el segundo lubricante presenta una segunda lubricidad, y la primera lubricidad es mayor que la segunda lubricidad. A esta realización se le aplican también las mismas descripciones de variaciones y etapas adicionales expuestas anteriormente.

Debe entenderse que, de acuerdo con la presente invención, al menos una capa, o parte de una capa, lubricante dispuesta hacia dentro, tiene un coeficiente de fricción menor que al menos una capa lubricante dispuesta hacia fuera. Sin embargo, esto no significa que la capa lubricante más externa necesariamente tenga un coeficiente de fricción mayor. De esta manera, cuando se forma una pieza que satisface la descripción dada anteriormente, es decir, una primera capa de revestimiento lúbrico, que recubre el sustrato, incluyendo la primera capa de revestimiento lúbrico un primer lubricante, que proporciona a la primera capa de revestimiento lúbrico primer coeficiente de fricción; y una segunda capa de revestimiento lúbrico, que recubre la primera capa de revestimiento lúbrico, incluyendo la segunda capa de revestimiento lúbrico un segundo lubricante, que proporciona a la segunda capa de revestimiento lúbrico un segundo coeficiente de fricción, siendo el segundo coeficiente de fricción mayor que el primer coeficiente de fricción, pudiendo revestirse la parte o artículo revestido de esta manera sobre su superficie más externa con un material altamente lubricante, por ejemplo, un material basado en petróleo líquido, que tiene un coeficiente de fricción menor que cualquiera de las capas subyacentes, y que aún está dentro del alcance de la presente invención.

Habiendo descrito los artículos y procedimientos de forma general en lo anterior, a continuación se proporcionan algunos ejemplos específicos. Estos ejemplos se proporcionan para ilustrar la invención y no pretenden limitar la invención, que está limitada únicamente por el alcance de las reivindicaciones adjuntas al presente documento.

Un procedimiento ejemplar para aplicar dos capas de revestimiento lúbrico de acuerdo con la presente invención, como se ha desvelado anteriormente, es el siguiente:

Para una pieza con revestimiento que no es de conversión

1. Sumergir el sustrato sólido (como se ha definido anteriormente) en un revestimiento de fluoropolímero/fenólico tal como EMRALON® 330, al 20% v/v en metil etil cetona (MEK) de Acheson Colloids Company (www.achesonindustries.com/doc/guides/FrictionFighterSelectionGuide.pdf).
2. Curar durante 60 minutos a 130°C (inmersión, secado por centrifugación, curado en horno a 130°C).
3. Sumergir después la pieza con la primera capa de lubricación en una solución acuosa que contiene EMRALON® 8301-01, una resina de poliuretano con fluoropolímero, al 20% v/v en agua.
4. Curar durante 30 minutos a 100°C (inmersión, secado por centrifugación a 100°C).

De esta manera, se forman dos capas de revestimiento sobre una superficie metálica con revestimiento que no es de conversión. Una pieza revestida de esta manera, típicamente, tendría una capa superior que tiene un coeficiente de fricción de ~0,1 y una capa interna que tiene un coeficiente de fricción de ~0,06 a 0,08. La temperatura de servicio límite es ~200°C. Para obtener estas dos capas y mantenerlas como capas separadas, la temperatura de curado de la segunda etapa no debería ser tan alta como para reducir significativamente la función lubricante de la primera capa. En una realización, la temperatura de curado de la segunda etapa no supera la temperatura de curado de la primera etapa.

ES 2 344 963 T3

En los siguientes ejemplos, se exponen procedimientos adicionales de acuerdo con la invención.

Ejemplos

Existen muchos procedimientos para medir la lubricidad. Para demostrar la eficacia de la presente invención, en los siguientes ejemplos, el coeficiente de fricción se mide por diferentes procedimientos. El coeficiente de fricción debería medirse consistentemente y los valores obtenidos no deberían compararse si se generan por procedimientos de ensayo diferentes. Es decir, debería usarse el mismo ensayo para medir el coeficiente de fricción si los resultados tienen que compararse entre los ensayos.

En el Ejemplo 1, tres paneles de acero de tipo celda de Hull se tratan de la siguiente manera: (1) usar un procedimiento de tratamiento convencional que incluye metalizado con cinc, pasivado con cromo trivalente y aplicación de un sello orgánico que no contiene lubricante; (2) usar un procedimiento de tratamiento convencional que incluye metalizado con cinc, pasivado con cromo trivalente (revestimiento de conversión) y aplicación de un sello orgánico que contiene un lubricante dispersado en un disolvente y (3) de acuerdo con la presente invención, mediante metalizado con cinc, tratamiento en un pasivante trivalente que contiene un lubricante que produce una capa rica en lubricante, para formar un revestimiento de conversión y una primera capa de revestimiento lubrico, seguido de la aplicación de un sello orgánico que contiene un lubricante diluido, para formar una segunda capa de revestimiento lubrico.

En el Ejemplo 2, pernos con diferente geometría se tratan simultáneamente usando los procedimientos de tratamiento convencionales y los principios de la presente invención, como se describe a continuación, y el par de torsión a las cargas de apriete especificadas, así como el coeficiente de fricción, se miden usando un aparato de ensayo de la tensión del par de torsión.

En el Ejemplo 3, los pernos se tratan por metalizado con cinc, seguido de pasivado trivalente (revestimiento de conversión), seguido de una serie de aplicaciones de sellos lubricantes integrales orgánicos que contienen diferentes cantidades de lubricante. Los valores de par de torsión y coeficientes aparentes de fricción se miden de nuevo usando un ensayo de la tensión del par de torsión.

En el Ejemplo 4, los clavos de ensayo se revisten con una serie de soluciones de níquel no electrolítico, con diversas cantidades de politetrafluoretileno (PTFE) como fluorocarbono, y se someten a un ensayo de desgaste Falex para determinar la velocidad de desgaste y los coeficientes de fricción.

En el Ejemplo 5, los pernos de diferente geometría se procesan a escala de fábrica, en los que el daño de manipulación podría afectar posteriormente a las propiedades de corrosión o de tensión del par de torsión y las propiedades de corrosión resultantes y las propiedades de tensión del par de torsión se evalúan en laboratorios independientes.

Las soluciones químicas de base usadas en los Ejemplos 1-5 se describen a continuación:

Solución A - Pasivante de cromo trivalente:	Gramos
Agua	96,000
NaF	0,296
Solución de $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$ (McGean Rohco Chemical Co.)	2,400
Nitrato de cobalto heptahidrato	0,816
Ácido malónico	0,080
Ácido sulfúrico concentrado	0,033
Ácido nítrico 42° Baume	0,374
Solución B - Sello resistente a corrosión	Gramos

ES 2 344 963 T3

	Agua	76,020
5	LUDO® HS40 (Grace Chemical)	
	Un material secante	9,240
	NEOREZ® R-961 (DSM Neoresins)	
10	Una composición curable	14,740
	<u>Soluciones C, D y E</u>	
	Componentes constantes C, D y E:	Gramos
15	ácido láctico	28
	ácido málico	9
	anhídrido succínico	13
20	nitrato de plomo	0,0008
	Ni en forma de NiSO ₄	5
	NaF	0,2
25	KOH	67
	Na ₂ HPO ₂	27
	agua DI (después de añadir el componente variable)	c.s. hasta 1 litro
30	<u>Componente variable en C, D y E:</u>	
	NiSlip 500 D	cero en la solución C
35		2 g/l en la solución D
		4 g/l en la solución E

40 Ejemplo 1

Los paneles de acero de tipo celda de Hull se separan en ácido clorhídrico al 50%, se enjuagan usando agua desionizada, después se metalizan a 20 amperios por pie cuadrado (ASF) (2,15 A/dm²) en una solución de cinc alcalino sin cianuro, para conseguir un espesor de ocho a diez micrómetros.

45 Un primer panel se trata por inmersión durante sesenta segundos en la solución A (pasivante) para formar un revestimiento de conversión, seguido de inmersión durante sesenta segundos en la solución B (sello resistente a corrosión). Este panel corresponde a la aplicación de una capa de sellado de resina directamente sobre el revestimiento de corrosión.

50 Un segundo panel se trata por inmersión durante sesenta segundos en la solución A, para formar un revestimiento de conversión, seguido de inmersión durante sesenta segundos en la solución B a la que se han añadido 2 ml por litro de FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605. Este panel corresponde a la aplicación de un sello lubricante integral convencional de revestimiento, al revestimiento de conversión.

55 Un tercer panel se trata por inmersión durante sesenta segundos una mezcla de la solución A, a la que se han añadido 2,5 ml por litro lubricante emulsionado ME 93235 de Michelman, para formar un revestimiento de conversión cubierto por un primer revestimiento lubrico formado por ME 93235 de Michelman, seguido de inmersión durante sesenta segundos en una mezcla de la solución B, a la que se han añadido 2 ml por litro de FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605. Este panel corresponde a una realización de la presente invención, en la que el lubricante ME 93235 de Michelman forma la primera capa de revestimiento lubrico sobre el revestimiento de conversión formado por la solución A y el sello lubricante integral, que contiene el lubricante FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605, forma la segunda capa de revestimiento lubrico, a partir de la solución B con el lubricante añadido. Cada uno de los revestimientos en el primer, segundo y tercer paneles es de aproximadamente 2 micrómetros de espesor en total. En una realización, la capa de sellado (con o sin el lubricante) es de aproximadamente 1 micrómetro de espesor, el pasivado (revestimiento de conversión) es de aproximadamente 0,5 micrómetros de espesor y, en el tercer ejemplo de acuerdo con la presente invención, la capa lubricante formada sobre la capa de revestimiento de conversión (que corresponde al primer revestimiento lubrico) es de aproximadamente 0,1-0,2 micrómetros de espesor.

ES 2 344 963 T3

Se determina el coeficiente de fricción como una función del espesor del revestimiento para cada uno del primer, segundo y tercer paneles, usando un microtribómetro de Micro Photonics, equipado con un aparato de reflexión de luz blanca, para calibrar el espesor del revestimiento. La Figura 13 muestra los datos a partir del ensayo de punta en disco. Como se muestra en la Figura 13, el revestimiento multicapa con mayor concentración de lubricante cerca de la base que cerca de la superficie, muestra un coeficiente de fricción global más uniforme y menor, como una función del espesor del revestimiento, que el control, sin lubricante, o el lubricante integrado sin un gradiente de lubricante.

Ejemplo 2

Veinticinco pernos no metalizados, de seis geometrías de perno diferentes:

Pernos de arandela cautiva M8x1,25x25 8.8PC de Brogola, pieza N° W701605;

Pernos de cabeza de brida M8x1,25x30 9.8PC de SPS Tech., pieza N° N606543;

Pernos de brida M8 9.8PC de Indiana Auto. Fastener, pieza N° N605790;

Pernos de brida M10x45 10.9PC de Textron;

Pernos de cabeza hexagonal M10x40 9.8PC de Wilson Garner; y

Pernos de cabeza de brida M10x65 8.8PC de Finnveden Bulten,

se combinan en un tambor de metalizado de 45,7 x 25,4 cm (18x10 pulgadas), se limpian y después se metalizan usando una solución ácida de metalizado con cinc, para depositar una capa de cinc que tiene un espesor de diez micrómetros.

Los pernos se dividen después en cinco grupos, con seis geometrías de pernos en cada grupo, con cinco pernos de cada geometría. Cada grupo se trata después en una de cinco secuencias post-metalizado diferentes, antes de medir la tensión del par de torsión Ford WZ 100 con una dispositivo de tensión de par de torsión de RS Technologies.

Las cinco secuencias de tratamiento diferentes consisten en:

1. Sin tratamiento posterior.

2. Pasivado con una solución de cromo trivalente usando la solución A.

3. Pasivado con una solución de cromo trivalente usando la solución A, seguido de tratamiento con la solución B, a la que se añadieron 18,8 ml por litro de lubricante emulsionado ME 93235 de Michelman.

4. Pasivado con una solución de cromo trivalente usando la solución A, a la que se añadieron 2,5 ml/l de lubricante emulsionado ME 93235 de Michelman.

5. Pasivado con una solución de cromo trivalente usando la solución de pasivado A, con 2,45 ml/l del lubricante emulsionado ME 93235 de Michelman, por tratamiento usando la solución B a la que se añadieron 12,5 ml/l de ME 93235 de Michelman. Sólo esta secuencia (5) está de acuerdo con la presente invención.

Después del metalizado y procesado, se determinaron los valores del par de torsión y del coeficiente de fricción usando un dispositivo de tensión del par de torsión de RS Technologies. Los datos para el coeficiente de fricción se representan gráficamente en la Figura 14. La Figura 14 es un gráfico que muestra el intervalo de coeficiente de fricción global aparente, medido usando el dispositivo de tensión del par de torsión anterior para cada uno de los cinco tratamientos anteriores. A partir del gráfico en la Figura 14, es evidente que sólo se obtienen valores de par de torsión aceptables y uniformes para geometrías de perno diferentes creando un revestimiento con un material menos lubricante por encima de un material más lubricante, de acuerdo con la presente invención, mostrado como los tratamiento 5 en la Figura 14.

Ejemplo 3

En este ejemplo, cada uno de los 40 pernos de brida M8 9.8PC de Indiana Automotive Fastener, número de pieza N605790 se metalizan en cinc, se les da un revestimiento de conversión sumergiéndolos en la siguiente solución, que durante la preparación se calienta a 60°C y se mantiene durante 24 horas, se permite que se enfríe a 130°C y se usa.

CrCl_3 50 g/l

$\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ 3 g/l

ES 2 344 963 T3

NaNO₃ 100 g/l

Ácido oxálico 30 g/l

Ácido malónico 60 g/l

Después de la formación del revestimiento de conversión, las piezas se dividen en dos grupos.

El primer grupo de control se sumerge repetidamente en la solución B, a la que se han añadido 30 ml de FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605, y después se seca por centrifugación durante 15 minutos usando aire a 82°C, para obtener un espesor deseado de un revestimiento de sellado integral.

El segundo grupo se trata de acuerdo con una realización de la invención, por inmersión secuencial en una serie de soluciones que contienen, respectivamente, solución B y 240 ml de FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605, solución B y 120 ml de FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605, solución B y 60 ml/l de FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605, después se sumerge en una solución B que contiene 30 ml/l de FUCHS LUBRITECH® 605, yendo seguida cada inmersión por secado por centrifugación durante 2 minutos, usando secado con aire caliente, para obtener el mismo espesor total de los revestimientos de sellado integral que para el primer grupo de control.

Al final de las inmersiones secuenciales, toda la capa de sellado integral en cada uno de los dos grupos se seca durante 15 minutos a 82°C. En cada una de las muestras, Grupo I y Grupo II, el revestimiento lubrico más externo tiene la misma concentración de lubricante.

Los coeficientes de fricción (CDF), como una función de las diferentes cargas de apriete, se registran usando el dispositivo de tensión del par de torsión de RS Technologies con los siguientes resultados:

	Grupo 1				Grupo 2			
Carga de Apriete, kN	10	15,9	17,8	22	10	15,9	17,8	22
CDF Alto	0,153	0,136	0,132	0,130	0,117	0,107	0,101	0,099
CDF Medio	0,144	0,131	0,128	0,124	0,111	0,101	0,099	0,094
CDF Bajo	0,135	0,123	0,119	0,117	0,106	0,097	0,095	0,090
Desviación Típica del CDF	0,005	0,004	0,004	0,003	0,002	0,002	0,002	0,002

Estos datos demuestran que, variando la concentración de lubricante, de manera que sea menor cerca de la superficie que en la base, reduce las variaciones en los resultados de ensayo, y proporciona coeficientes de fricción tanto más uniformes como menores, como una función de la carga de apriete. A partir de los datos, es evidente también que pueden obtenerse desviaciones típicas aceptables en los valores de par de torsión medidos para los pernos usando diferentes soluciones de modificación del par de torsión o creando un revestimiento con un material menos lubricante por encima de un material más lubricante.

Ejemplo 4

En este ejemplo, se metalizan doce clavos de acero usando soluciones de níquel no electrolítico C, D y E, que contienen diferentes cantidades de fluorocarbono que se deposita conjuntamente en la matriz de aleación de NiP resultante. Se prepara también un revestimiento multicapa, en el que el revestimiento base se prepara a partir de la solución E, la siguiente capa de la solución D y la capa más superior de la solución C, de manera que la capa base tiene la mayor concentración de lubricante y cada una de las dos capas superiores posteriores tienen, sucesivamente, menores concentraciones de lubricante. Para asegurar que los espesores son equivalentes, se determinan las velocidades de metalizado de las tres soluciones antes de que los clavos se metalicen, y los tiempos de metalizado se ajustan para asegurar espesores finales equivalentes y los diámetros antes y después del metalizado de los pernos se miden usando un micrómetro. La temperatura de metalizado es de 86°C y el pH se ajusta a 4,5, con ácido sulfúrico o hidróxido de amonio, según sea necesario.

ES 2 344 963 T3

Los perfiles para cada ensayo Falex son de una carga de bloque Vee de 30 libras (13,6 kg) durante 30 segundos, seguido de una carga de 50 libras (22,7 kg) durante los siguientes 7 minutos y medio. La masa de los bloques Vee y los pernos se mide antes y después de cada ensayo, y se determinan las pérdidas de masa. La rugosidad superficial, Ra, se determina antes de cada ensayo, para cada perno, usando un perfilómetro de superficie SURFTEST®-501 de Mitutoyo. La Ra y la pérdida de masa son:

	Clavos C	Clavos D	Clavos E	Clavos Multicapa
Ra media antes del ensayo (micrómetros)	0,58	0,20	0,20	0,24
Pérdida de masa del perno media (mg)	43,57	35,77	38,70	36,93
Pérdida de masa del bloque Vee a la izquierda de la media (mg)	2,90	0,97	0,90	0,50
Pérdida de masa del bloque Vee a la derecha de la media (mg)	3,03	0,90	0,50	0,50
Pérdida de masa total media (mg)	49,50	37,63	40,10	37,93

Los coeficientes de fricción medios, como una función del tiempo, se representan gráficamente en la Figura 15. Como se muestra en la Figura 15, el coeficiente de fricción del ensayo de desgaste Falex, para muestras de níquel no electrolítico, con concentración de lubricante uniforme (muestras 1, 2 y 3) obtienen una variación más significativa en los coeficientes de fricción y un mayor aumento en el coeficiente de fricción con el tiempo que las muestras que tienen una distribución de lubricante, siendo la concentración de lubricante mayor en la capa más interna y menor en la capa más externa, de acuerdo con la presente invención. Este es el caso, aunque las muestras 3 tengan una capa lubricante que tiene un contenido de lubricante total mayor que las muestras 4, de acuerdo con la invención. A partir de los datos, es evidente que se obtiene menos desgaste y un coeficiente de fricción más uniforme usando un revestimiento multicapa con una concentración de lubricante menor cerca de la superficie que cerca de la base.

Ejemplo 5

A escala de procesamiento en fábrica, en diferentes fechas, 200 kg cada uno de dos pernos de geometría diferente, pernos de arandela cautiva no metalizados M8x1,25x25 PC 8.8, adquiridos en Brugola, número de pieza W701605 y pernos de cabeza de brida no metalizados M8x1,25x30 PC 9.8, adquiridos en SPS Technologies, número de pieza N606543, se metalizan en condiciones de fábrica convencionales, se someten a calcinación para el alivio de la fragilidad por hidrógeno, a 190°C durante 4 horas. Los pernos de arandela cautiva se revisten por conversión en solución A, a la que se han añadido 1 ml/l de lubricante emulsionado Me 93235 de Michelman, y los pernos de cabeza de brida se revisten por conversión usando la solución A que contiene 2,5 ml por litro del lubricante emulsionado ME 93235 de Michelman. La combinación de solución de pasivante con el lubricante emulsionado produjo una estructura de doble capa similar a la figura dos, con una capa de revestimiento de conversión uniforme, por encima de la cual había una capa fina muy concentrada de lubricante. Después del pasivado, independientemente de la geometría del perno, los pernos se sumergen durante treinta segundos en una solución de lubricante integral que contiene una mezcla de solución B, a la que se han añadido 12,5 ml por litro de ME 93235 de Michelman y 0,5 g/l de colorante excitado con luz ultravioleta DAY-GLO® D282 (el colorante es para verificar la cadena de custodia y confirmar la presencia de lubricante). Los pernos se secan después en una secadora de centrifugación comercial, hasta que su temperatura media es mayor de 71°C y se envasan de una manera habitual en fábrica. Los pernos se ensayan usando el procedimiento de Ford WZ-100, con una máquina para ensayar la tensión del par de torsión de RS Technologies, y las arandelas de soporte suministradas por Wilson Garner y las tuercas de ensayo S-309, como se exige en la especificación WZ-100, en un laboratorio independiente acreditado, RS Technologies (Farmington Hills, MI). El ensayo de corrosión cíclica APGE para FLTM B1 123-01 y el ensayo de pulverización de sal neutra por ASTM B117 se realizan sobre pernos tal cual se recibieron y pernos que se calcinaron durante cuatro horas a 120°C, en un laboratorio independiente acreditado, National Exposure Testing, en Sylvania, OH. En cada ensayo, el tamaño de muestra es de 30 piezas. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

ES 2 344 963 T3

5		Pernos de Arandela Cautiva, Fábrica 1	Pernos de Brida, Fábrica 1	Pernos de Arandela Cautiva, Fabrica 2	Pernos de Brida, Fábrica 2
10	Par de Torsión Medio	24,6 Nm a 15,9 kN	26,5 Nm a 17,8 kN	24,9 Nm a 15,9 kN	25,8 Nm a 17,8 kN
15	Desviación Típica del Par de Torsión	1,2 Nm	0,9 Nm	1,5 Nm	1,0 Nm
20	Número de Pases WZ100	30	30	30	30
25	Ciclos APGE sin oxidación roja	Supera 10 ciclos para todos los pernos	Supera 10 ciclos para todos los pernos	Supera 10 ciclos para todos los pernos	Supera 10 ciclos para todos los pernos
30	Ciclos APGE sin oxidación roja después de la calcinación	Supera 10 ciclos para todos los pernos	Supera 10 ciclos para todos los pernos	Supera 10 ciclos para todos los pernos	Supera los 10 ciclos para 29 pernos. Un perno tenía <1% de rojo a los 10 ciclos.
35	NSS, 96/240/384 horas	Sin oxidación roja	Sin oxidación roja	Sin oxidación roja	Sin oxidación roja
40	NSS calcinado 96/220/364 horas	Sin oxidación roja	Sin oxidación roja	Sin oxidación roja	Sin oxidación roja
45	NSS 96 horas corrosión blanca	Sin corrosión blanca	Sin corrosión blanca	Sin corrosión blanca	Sin corrosión blanca
	NSS 96 horas calcinado corrosión blanca	Sin corrosión blanca	Sin corrosión blanca	Sin corrosión blanca	Sin corrosión blanca

50 El intervalo aceptable para pasar esta especificación es un valor del par de torsión entre 20 y 30 Nm a una fuerza de apriete de 15,9 kN para los pernos de arandela cautiva y un valor de par de torsión de 23,5 a 33,5 Nm a una fuerza de apriete de 17,8 kN para los pernos de brida. La norma requiere que todos los valores estén dentro de ± 3 desviaciones típicas de la media, que en ocasiones se denomina criterio o requisito 6σ ("6 sigma"). Los valores del par de torsión especificados y la fuerza de apriete se igualan a los valores del coeficiente de fricción de -0,133 para el perno de arandela y de -0,13 para el perno de brida.

Ejemplo 6

60 En un ejemplo adicional de un procedimiento de acuerdo con una realización de la presente invención, una sujeción:

1. Se metaliza con cinc o aleación de cinc, después se enjuaga.

65 2. Se sumerge en un pasivante trivalente que contiene un lubricante emulsionado. Esto produce un revestimiento de doble capa, con una capa de revestimiento de conversión resistente a corrosión que tiene un espesor que no se ve afectado por las presencia del lubricante emulsionado. Como resultado de esta etapa, la capa de revestimiento

ES 2 344 963 T3

de conversión se “termina en su parte posterior” con una capa fina de lubricante. El lubricante emulsionable es una emulsión de polietileno de alta densidad (HDPE), en la que el tamaño de partícula de HDPE es típicamente menor de 50 nanómetros, fabricado por Michelman (<http://www.performanceadditives.com>). Otra fuente comercial adecuada de dichos lubricantes emulsionables es Surface Technologies (<http://www.surfacetechnology.com>).

3. Se sumerge en un “sello final” que es una mezcla de un sellante orgánico y un lubricante. Los Ejemplos de sellos finales son:

	Porcentaje en Volumen en la Composición de Sellado Final							
NEOREZ® R 961	14,7							
NEOCRYL® A 6092								15
HALOFLEX® 202							20	
Silicato Sódico PQ N			7	7		9		
Silicato Potásico PQ K Sil					5,9-11,8			
Silicato de Litio PQ		7,9-15,8						
LUDOX® HS40	9,2					2		
FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605				3				3
ME 93235 de Michelman	1,2	1,3	1,3		1,3	1,3	1,3	
DAY-GLO® D282	0,26							0,26
DAXAD® 15		0,08-,16						
Se añade DAY-GLO® como un indicador. DAXAD® 15 es un dispersante								

Ejemplo 7

En un ejemplo adicional, se preparan las siguientes soluciones de cromo trivalente concentradas:

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%
Cromo Cl Int.	18,37%	Cromo Cl Int.	27,56%	Cromo Cl Int.	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%
Cromo Básico SO ₄	4,35%	Cromo Básico SO ₄	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 Cl Intermedio (cloruro) (13% Cr(III)) y Cromo Básico SO₄ (sulfato) (12% Cr(III)) pueden adquirirse en McGean Chemical Co.).

ES 2 344 963 T3

Se preparan soluciones diluidas de los concentrados anteriores, a los que se añaden diversas cantidades de 0 ml/l, 5 ml/l y 15 ml/l de ME 93235 de Michelman, y el pH se ajusta a 2,3 usando ácido nítrico. Los grupos 1-7 de las soluciones diluidas se preparan de la siguiente manera, en los que en cada grupo A = 0 ml/l de ME 93253, B = 5 ml/l de ME 93253, C = 15 ml/l de ME 93253:

Grupo	Constitución	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

Paneles metalizados con cinc, de 10 micrómetros de espesor, y pernos metalizados con cinc, de 8 micrómetros de espesor, se preparan por metalizado en bastidor y metalizado en tambor, respectivamente, y después del metalizado y enjuagado, se sumergen durante 60 segundos en las soluciones descritas anteriormente, a temperatura ambiente. Los pernos se dividen después en grupos. Un grupo se “envejece” durante 24 horas a temperatura ambiente y otro grupo se envejece durante 24 horas a temperatura ambiente después de calcinarlo a 250°C durante dos horas. Los pernos se dividen adicionalmente y se ensayan para las propiedades de tensión del par de torsión, usando el procedimiento de ensayo Ford WZ 101 y la resistencia a corrosión NSS ASTM B117.

La Figura 16 es una gráfico de los resultados del ensayo de tensión del par de torsión frente a la concentración de ME 93235 de Michelman, en la composición para los ejemplos en los Grupos 1-7 anteriores en este Ejemplo 7. Como se muestra en la Figura 16, los resultados del ensayo de tensión del par de torsión muestran que el coeficiente de fricción disminuye de 0 a 5 ml/l de ME 93235 de Michelman añadido, y se obtiene sólo una pequeña disminución de 5 a 15 ml/l de ME 93235 de Michelman. Los datos en este gráfico y los datos mostrados a continuación demuestran ambos que se forma una capa de revestimiento lubrificante a partir de la composición de revestimiento de conversión (que incluye el lubricante emulsionado) como un revestimiento lubricante funcional, muestra que el revestimiento lubricante realmente mejora la lubricación de la superficie, muestra que aumentar la cantidad de lubricante en esta capa sólo mejora marginalmente la lubricación después de añadir la cantidad inicial (5 ml/l de lubricante) a la composición de revestimiento de conversión y muestra que no afecta a los resultados del ensayo de pulverización de sal neutra.

Las siguientes tablas muestran los resultados de ensayo del ensayo NSS de ASTM B117 para los pernos de los Grupos 1-7. Estos datos indican que la presencia o ausencia de ME 93235 de Michelman tenía poco efecto sobre el rendimiento de corrosión, aunque las cantidades relativas de cromo en la solución de pasivado y si los pernos se habían calcinado o no, afectaba a la protección frente a la corrosión.

Primera Corrosión Roja		
	No Calcinado	Calcinado
1A	475,2	417,6
1B	499,2	451,2
1C	451,2	268,8
2A	408	182,4
2B	340,8	230,4

ES 2 344 963 T3

5

10

15

20

25

30

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

35

Los paneles metalizados y revestidos por conversión en los Grupos 1-7 se envejecen durante 24 horas a temperatura ambiente y después se someten a una pulverización con sal neutra según ASTM B 117 (NSS). La siguiente tabla contiene los resultados del ensayo NSS:

40

45

50

55

60

65

ID del Panel	Horas hasta 5% Blanco	Horas hasta Primer Rojo
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

ES 2 344 963 T3

ID del Panel	Horas hasta 5% Blanco	Horas hasta Primer Rojo
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

De esta manera, como se muestra en lo anterior, como puede verse por comparación de los datos para los paneles y los datos de los pernos, la resistencia frente a la corrosión no parece verse afectada cuando se usa ME 93235 de Michelman en las composiciones de revestimiento de conversión usadas para formar una primera capa de revestimiento lúbrico sobre un revestimiento de conversión de acuerdo con la presente invención.

En otra realización más de la invención, las soluciones de revestimiento de conversión que ennegrecen el cinc o aleaciones de cinc, denominadas habitualmente pasivados negros, pueden combinarse con un lubricante emulsionado y después sellarse posteriormente usando un sello integral que tiene un coeficiente de fricción mayor que el coeficiente de fricción del revestimiento de dos capas obtenido por la combinación de pasivado negro y lubricante emulsionado, para obtener la relación de capas, coeficiente de fricción y contenido de lubricante de acuerdo con la presente invención.

Históricamente, el cinc y las aleaciones de cinc se ennegrecen usando soluciones que contienen arsénico o mezclas de cloruro de cobre y nitrato de cobre (The Chemical Formulary, volumen 6, Chemical Publishing Co., 1943, pág. 223), cloruro férrico (atribuido a Albrecht Durer), ácido fosfórico que contiene cromo trivalente (Bishop, Patente de Estados Unidos 5.393.353), compuestos de selenio, telurio y mercapto ("The chemical coloring of metals", Samuel Field, D. Van Nostrand, 1926), o la inclusión de colorantes y pigmentos (Clariant). En general, dichos agentes de ennegrecimiento pueden combinarse con una solución de sales de cromo trivalente para producir revestimientos que no sólo son negros, sino que también tienen alguna protección frente a corrosión.

Los ejemplos de revestimientos lúbricos negros para cinc y aleación de cinc son los siguientes:

Superficie	Cinc o Aleación de Cinc	Cinc o Aleación de Cinc	Aleación de Cinc y Níquel, Ni>9%
Bifloruro de Amonio	0,57% p/p	0,57% p/p	0,57% p/p
Nitrato sódico	0,26% p/p	0,26% p/p	0,26% p/p
Chrometan B (Elementis)	1,04% p/p	1,04% p/p	1,04% p/p
Sulfato de cobalto heptahidrato	0,25% p/p	0,25% p/p	0,25% p/p
Agua	Hasta 100% p/p	Hasta 100% p/p	Hasta 100% p/p
Ácido fosfórico (85%)	50 ml/l		80 ml/l
Cloruro ferroso	75 g/l		
Ácido tioglicólico (Aldrich)		8 ml/l	
pH	1,5-2	1,5-2,5	1,2-2,0
ME 93235 de Michelman	2 ml/l	2 ml/l	2 ml/l

ES 2 344 963 T3

Después de sumergirlas durante 60 segundos en las soluciones anteriores las superficies de cinc o de aleación de cinc negras resultantes se sumergen en un lubricante que contiene un sello. El sello puede ser un sello transparente, tal como los ejemplos previos, o un sello que contiene un lubricante negro, tal como una solución al 20% v/v de Acheson EMRALON® TM-008, de National Starch Co., o un sello negro al que se ha añadido el lubricante, tal como una solución al 50% v/v de Atotech CORROSIL® 601, a la que se han añadido 2 ml/l de FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605.

Se observa que, en los ejemplos anteriores, se ha empleado un uso extensivo de FUCHS LUBRITECH® Gleitmo 605 y ME 93235 de Michelman. Estos son meramente ejemplos, y la presente invención no se limita al uso de dichos lubricantes. Por ejemplo, otros lubricantes emulsionables, incluyendo por ejemplo, otros polietilenos emulsionados están disponibles en Michelman y en otras fuentes, tal como Alko America, Sunoco, Shell Industrial y Renite. Otros lubricantes se han desvelado anteriormente.

Los expertos en la técnica de revestimiento entenderán, en base a la divulgación anterior, que pueden usarse otros procedimientos para crear revestimientos superficiales cuya lubricidad más externa es reducida respecto a la lubricidad de las partes internas (o, a la inversa, en los que el coeficiente de fricción más externo es mayor que en las partes más internas) del revestimiento superficial. Por ejemplo, pueden usarse procedimientos de deposición al vacío para co-depositar un material lubricante, tal como carbono grafitico, con una matriz de revestimiento de nitruro de titanio, y obtener los beneficios de la presente invención, reduciendo gradualmente la cantidad de carbono grafitico proporcionado a la deposición al vacío. Análogamente, las capas de revestimiento orgánicas podrían pulverizarse, conteniendo la capa o capas iniciales una mayor concentración de lubricante y conteniendo la capa o capas posteriores una concentración reducida de lubricante. Los electrodepositos con cantidades variables de cinc dentro de una matriz de hierro, por ejemplo, podrían producir también un revestimiento lubrico invertido, con regiones ricas en cinc más cerca del sustrato. Sumergir un revestimiento de cinc, con revestimiento de conversión, en un lubricante concentrado y sumergir después el objeto en un sello que contiene menos lubricante, es sustancialmente similar a lo desvelado en el presente documento.

Se hace notar que, a lo largo de la memoria descriptiva y las reivindicaciones, los límites numéricos de los intervalos y proporciones desvelados, pueden combinarse, y se pretende que incluyan todos los valores intermedios. Adicionalmente, se pretende que todos los valores numéricos vayan precedidos por el modificador “aproximadamente”, se indique específicamente o no este término.

Aunque los principios de la invención se han explicado en relación a ciertas realizaciones particulares, y se proporcionan con propósito de ilustración, debe entenderse que diversas modificaciones de los mismos resultarán evidentes para los expertos en la materia después de leer la memoria descriptiva. Por lo tanto, debe entenderse que la invención desvelada en el presente documento pretende cubrir todas estas modificaciones que están dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas. El campo de aplicación de la invención está limitado únicamente por el alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sustrato revestido, que comprende:

5 una primera capa de revestimiento lúbrico, que recubre el sustrato, comprendiendo la primera capa de revestimiento lúbrico un primer lubricante, que proporciona a la primera capa de revestimiento lúbrico un primer coeficiente de fricción; y

10 una segunda capa de revestimiento lúbrico, que recubre la primera capa de revestimiento lúbrico, comprendiendo la segunda capa de revestimiento lúbrico un segundo lubricante, que proporciona a la segunda capa de revestimiento lúbrico un segundo coeficiente de fricción, siendo el segundo coeficiente de fricción mayor que el primer coeficiente de fricción.

15 2. El sustrato revestido de la reivindicación 1, en el que el primer y segundo lubricantes son el mismo lubricante, y el lubricante está presente en la primera capa de revestimiento lúbrico a una concentración mayor que una concentración del lubricante en la segunda capa de revestimiento lúbrico.

3. El sustrato revestido de la reivindicación 1, en el que el primer y segundo lubricantes son lubricantes diferentes.

20 4. El sustrato revestido de la reivindicación 1, en el que el primer lubricante tiene una primera lubricidad, el segundo lubricante tiene una segunda lubricidad y la primera lubricidad es menor que la segunda lubricidad, o la primera lubricidad es mayor que la segunda lubricidad.

25 5. El sustrato revestido de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente una tercera o más capas de revestimiento lúbrico posteriores, que recubren la segunda capa de revestimiento lúbrico sucesivas, en el que cada capa de sucesiva incluye un lubricante que proporciona a la capa de revestimiento sucesiva respectiva un coeficiente de fricción mayor que el de cada una de las capas de revestimiento precedentes.

30 6. El sustrato revestido de la reivindicación 1, en el que sustrato está revestido con una capa base que comprende uno o más de una capa de metal o de aleación, un revestimiento de conversión y una composición de sellado, en el que la primera capa de revestimiento lúbrico recubre la capa base.

35 7. El sustrato revestido de la reivindicación 1, en el que el primer y/o segundo lubricantes comprenden, independientemente, una cera basada en petróleo, natural o sintética, una grasa o aceite vegetal, un polímero fluorado, un polímero de poliolefina, un sulfuro de molibdeno, un disulfuro de wolframio, plata, grafito, esteatita, un estearato, un ditiofosfonato, una grasa basada en calcio, un lubricante sólido blanco reactivo, o una mezcla o combinación de dos o más cualquiera de los mismos.

40 8. El sustrato revestido de la reivindicación 1, en el que al menos una de la primera capa de revestimiento lúbrico y la segunda capa de revestimiento lúbrico, comprende adicionalmente un aglutinante, una resina curable o un lubricante de película seca.

45 9. El sustrato revestido de la reivindicación 1, en el que el sustrato es un metal que tiene una superficie y (A) una o más capas de metal o de aleación están sobre la superficie y la primera capa de revestimiento lúbrico está sobre la una o más capas de metal o de aleación, (B) una capa de un revestimiento de conversión está sobre la superficie y la primera capa de revestimiento lúbrico está sobre la capa de un revestimiento de conversión, o (C) una o más capas de metal o de aleación están sobre la superficie, una capa de un revestimiento de conversión está sobre la una o más capas de metal o de aleación y la primera capa de revestimiento lúbrico está sobre la capa de un revestimiento de conversión.

50 10. Un revestimiento seco al tacto sobre un sustrato, en el que el revestimiento comprende una superficie externa y una superficie interna que recubre el sustrato, al menos un lubricante y al menos un material no lúbrico, en el que el al menos un lubricante proporciona un mayor coeficiente de fricción a la superficie externa que a la superficie interna.

55 11. Un artículo, que comprende:

un sustrato;

una capa (a) de cinc o de aleación de cinc sobre al menos una parte del sustrato;

60 una capa (b) de revestimiento de conversión de cromo trivalente que recubre la capa (a); y cualquiera de

una primera capa que contiene lubricante (c) que recubre la capa (b); y

65 una segunda capa que contiene lubricante (d) que recubre la capa (c), comprendiendo la capa (c) un coeficiente de fricción menor que un coeficiente de fricción de la capa (d), o

ES 2 344 963 T3

una capa que contiene lubricante (c) que recubre la capa (b), comprendiendo la capa (c) una superficie interna en contacto con, o que recubre, la capa (b) y una superficie externa orientada lejos de la capa (b) y un lubricante, confiriendo el lubricante un coeficiente de fricción menor en la superficie interna que en la superficie externa.

5

12. Un procedimiento para aplicar un revestimiento lubrico a un sustrato, que comprende:

10 aplicar una primera capa de revestimiento lubrico sobre el sustrato, comprendiendo la primera capa de revestimiento lubrico un primer lubricante, que proporciona a la primera capa de revestimiento lubrico un primer coeficiente de fricción; y

15 aplicar una segunda capa de revestimiento lubrico sobre la primera capa de revestimiento lubrico, comprendiendo la segunda capa de revestimiento lubrico un segundo lubricante, que proporciona a la segunda capa de revestimiento lubrico un segundo coeficiente de fricción,

que el segundo coeficiente de fricción es mayor que el primer coeficiente de fricción.

20 13. El procedimiento de la reivindicación 12, que comprende adicionalmente aplicar al menos una capa de revestimiento adicional sobre la segunda capa de revestimiento lubrico, en el que la al menos una capa de revestimiento adicional comprende un lubricante que proporciona un coeficiente de fricción mayor que el segundo coeficiente de fricción.

25 14. El procedimiento de la reivindicación 12, que comprende adicionalmente aplicar al menos una capa de metal o de aleación sobre al sustrato, y/o aplicar al menos una capa base de un revestimiento de conversión sobre el sustrato, sumergiendo el sustrato en una composición que comprende al menos un pasivante y/o al menos un anticorrosivo.

30 15. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que después de la etapa de aplicación de la segunda capa de revestimiento lubrico, el sustrato revestido se calienta para provocar la difusión entre la primera capa de revestimiento lubrico y la segunda capa de revestimiento lubrico, formándose una capa de revestimiento de material compuesto, comprendiendo la capa de revestimiento de material compuesto un coeficiente de fricción menor adyacente a la capa base y un coeficiente de fricción mayor en las partes externas de la capa de revestimiento de material compuesto.

35 16. El procedimiento de la reivindicación 15, en el que el coeficiente de fricción de la capa de revestimiento de material compuesto aumenta gradualmente en gradiente desde adyacente a la capa base hacia una superficie externa de la capa de revestimiento de material compuesto.

40

45

50

55

60

65

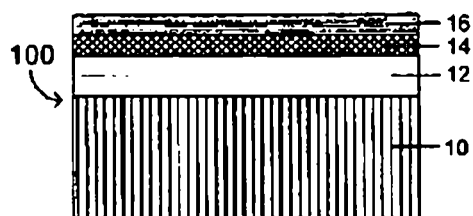


FIG. 1 TÉCNICA ANTERIOR

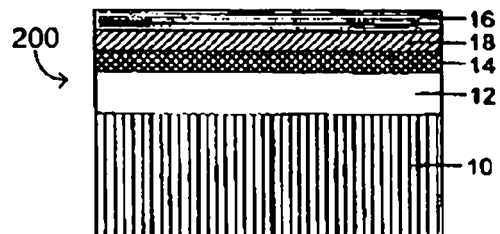


FIG. 2 TÉCNICA ANTERIOR

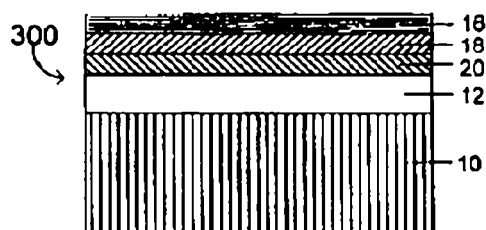


FIG. 3 TÉCNICA ANTERIOR

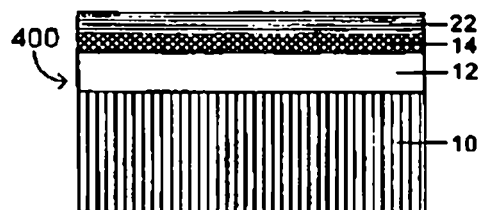


FIG. 4 TÉCNICA ANTERIOR

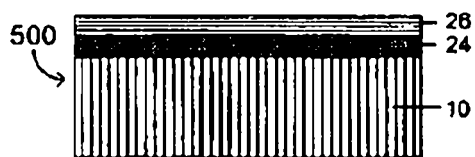


FIG. 5

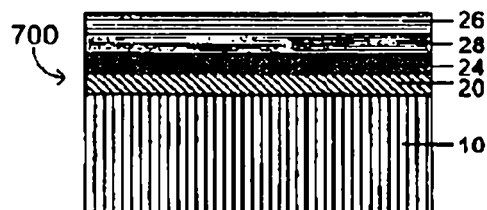


FIG. 7



FIG. 6

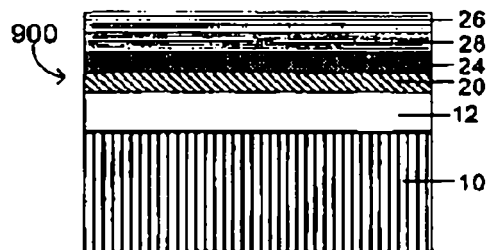


FIG. 9

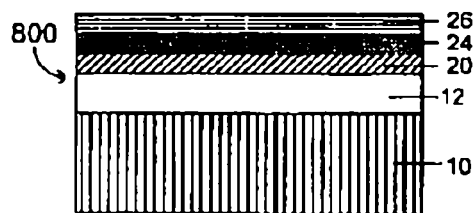


FIG. 8

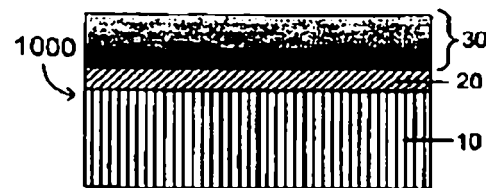


FIG. 10

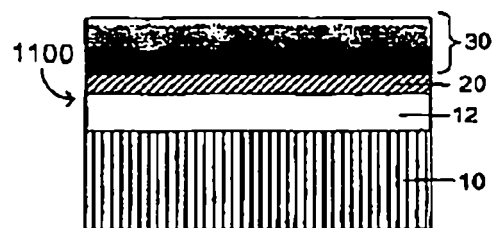


FIG. 11

Procedimientos Ejemplares para Aplicar un Revestimiento Lúbrico a un Sustrato

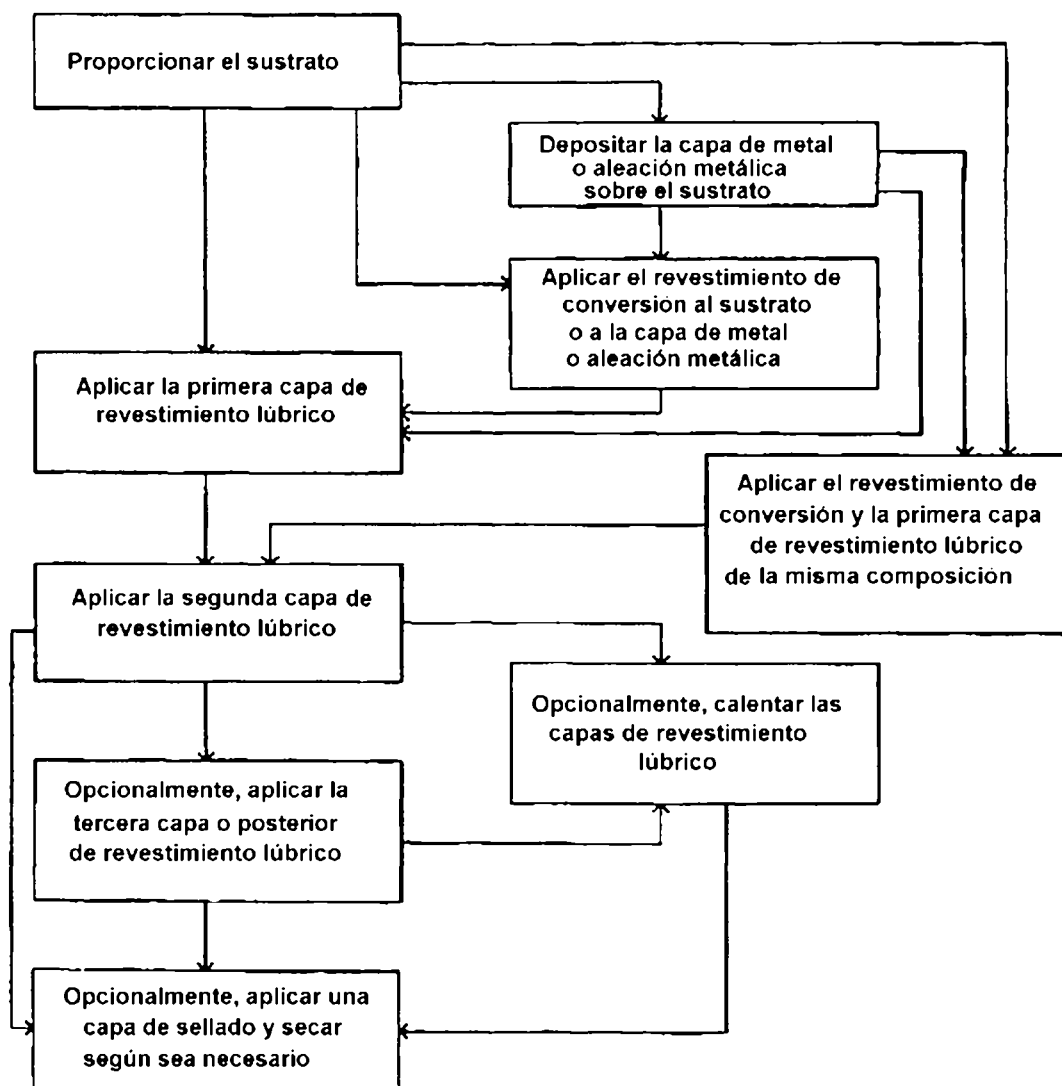


Fig. 12

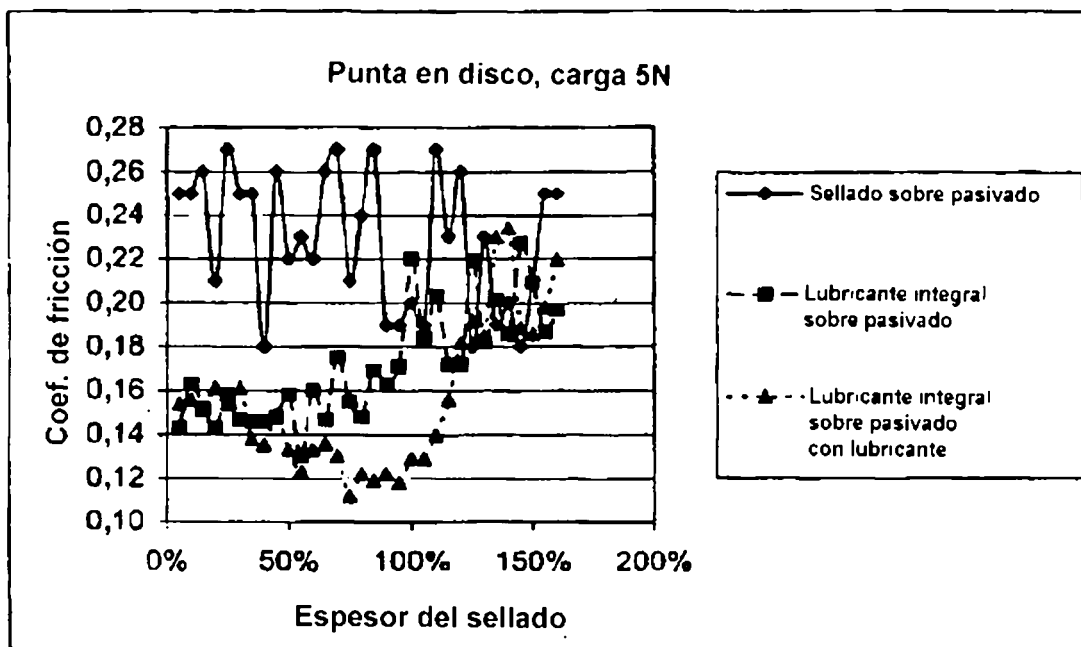


Fig. 13

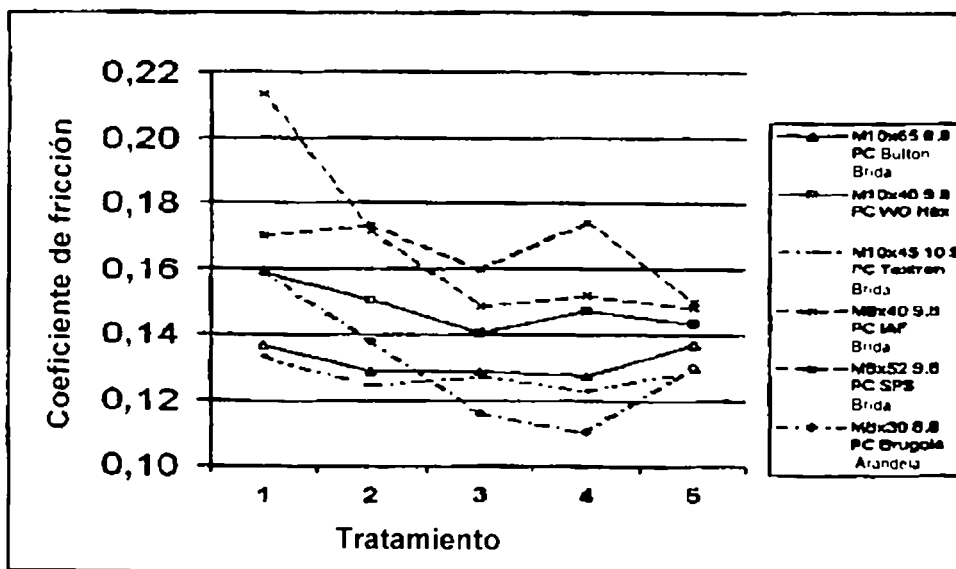


Fig. 14

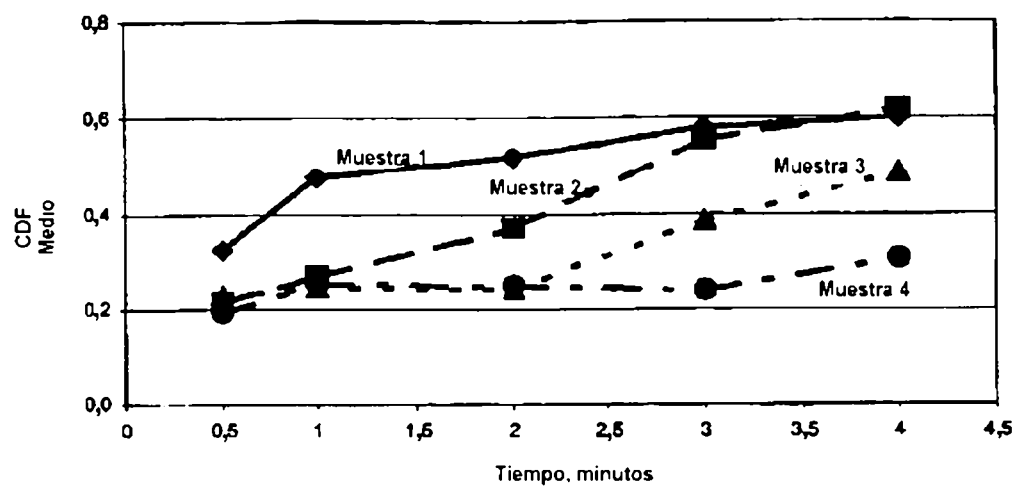


Fig. 15

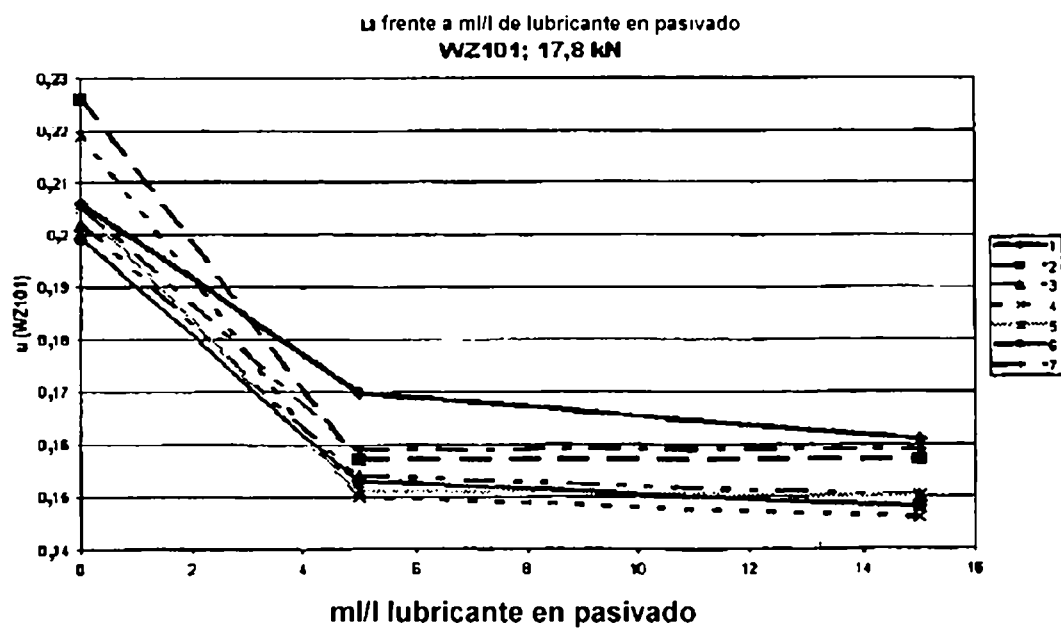


Fig. 16