

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 423 323**

51 Int. Cl.:

C09D 183/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2010** **E 10709943 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2013** **EP 2406336**

54 Título: **Revestimiento anticorrosión y de baja fricción**

30 Prioridad:

13.03.2009 US 160176 P

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

19.09.2013

73 Titular/es:

HI-SHEAR CORPORATION (100.0%)
2600 Skypark Drive
Torrance, CA 90509-2975, US

72 Inventor/es:

STEPHAN, JOHAN y
HAYES, JEFFREY

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 423 323 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

Revestimiento anticorrosión y de baja fricción

Referencias cruzadas a solicitudes relacionadas

Esta solicitud se basa en, y reivindica, la prioridad de la Solicitud Provisional de EE.UU. Nº 61/160.176, presentada el 13 de marzo de 2009, incorporada en su totalidad como referencia.

Antecedentes

Campo

Esto se refiere a revestimientos protectores y a elementos de sujeción, y otras superficies revestidas por ellos, por ejemplo a tales revestimientos y elementos de sujeción capaces de proteger del deterioro o de la corrosión, por ejemplo del deterioro o de la corrosión estructural, a uno o a los dos metales distintos ensamblados juntos, que incluyen por ejemplo revestimientos que contienen pigmentos, por ejemplo pigmentos metálicos, y elementos de sujeción y otros componentes revestidos con ellos.

Los revestimientos son aplicables para usarlos con diferente número de metales y combinaciones de metales. Son especialmente aplicables al revestimiento del titanio. Una aplicación particular se refiere a los elementos de sujeción de titanio, que se usan corrientemente en las estructuras de aluminio de aviones y similares. Son útiles para proteger uno o los dos elementos de sujeción de titanio y las estructuras de aluminio del avión.

Técnica relacionada

Es práctica común montar estructuras de aluminio o de aleaciones de aluminio, tales como las de los aviones, con elementos de sujeción de titanio o de aleaciones de titanio de alta resistencia. Es bien sabido que la acción galvánica, debida a los efectos de los pares electroquímicos presentes en tales montajes, da como resultado, con frecuencia, la no deseada corrosión de los elementos de aluminio o de titanio, o de ambos. Se sabe que el aluminio, si está mojado, tiene tendencia a sufrir el ataque corrosivo inducido galvánicamente en contacto con el titanio. Además, la susceptibilidad a la corrosión de estas estructuras aumenta por los ambientes ácidos o salinos rigurosos que encuentran con frecuencia. Cuando los elementos de sujeción son del tipo de ajuste con apriete, como los comúnmente usados en la industria de la aviación, el problema se agrava además por el hecho de que el revestimiento sobre el elemento de sujeción debe ser lo suficientemente fuerte y adherente como para resistir la operación de ajuste mediante fuerza. Tales revestimientos deben mantenerse con pequeñas tolerancias.

Hasta ahora, se han propuestos varios recursos para reducir o eliminar tal corrosión galvánica, entre los que están: revestir electrolíticamente los elementos de sujeción con cadmio o aluminio; la sustitución de elementos de sujeción de acero por titanio; revestir los elementos de sujeción con revestimientos orgánicos o inorgánicos; el uso de imprimaciones en húmedo o de compuestos obturadores elastómeros durante la instalación; y revestir los elementos de sujeción o los exteriores de las estructuras con una pintura tal como las de tipo cromato de cinc. Se ha descubierto también que productos químicos que incluyen fosfatos, molibdatos, y silicatos de algunos metales, tales como silicato de sodio, y sales de cinc que incluyen molibdato de cinc, fosfato de cinc, y óxido de cinc, van a ser eficaces como inhibidores de la corrosión. Se cree que tales materiales evitan la corrosión mediante una diversidad de mecanismos, tales como por ejemplo formar una capa molecular eléctricamente no conductora sobre el sustrato metálico, disminuir la permeabilidad del revestimiento, formar un compuesto químicamente resistente sobre el sustrato metálico, o hacer hidrófobo el material del revestimiento para evitar de ese modo que materiales corrosivos que lleve el agua alcancen el sustrato.

Los diversos tipos de revestimientos e inhibidores de la corrosión hasta ahora usados han presentados problemas tales como el fracaso para dar una protección completa, una adherencia o tenacidad inadecuada, y un gasto excesivo. Incluso los usados más ampliamente en la industria de la aviación, concretamente el revestimiento electrolítico con cadmio, los revestimientos orgánicos e inorgánicos, y los compuestos obturadores, han estado por debajo de ser completamente satisfactorios. Los revestimientos de tipo orgánico o inorgánico actúan habitualmente como una barrera física pasiva contra la sal, la humedad y similares, sin proporcionar una sustancial protección contra la corrosión. Los elementos de sujeción revestidos electrolíticamente con cadmio y los procedimientos de instalación en húmedo, aunque son hallazgo de éxito considerable en la inhibición de la corrosión de estructuras de aluminio, tienen limitaciones no deseables tales como un efecto de fragilidad sobre el titanio y el acero de alta resistencia en contacto directo con el cadmio. La instalación en húmedo implica un coste de montaje indeseablemente alto y presenta problemas de capacidad de adaptación en la producción, y similares.

Los cromatos se han usado ampliamente como inhibidores de la corrosión en revestimientos para inhibir la corrosión, tales como pinturas, compuestos impermeabilizantes y obturadores. Los inhibidores de la corrosión comúnmente usados en la industria aeroespacial incluían sales de cinc, y de metales alcalinotérreos, de cromo hexavalente, que pueden también potenciar las propiedades adherentes de las composiciones inhibidoras de la corrosión. La teoría general de la acción inhibidora de la corrosión química, en revestimientos que contienen cromato de estroncio, es que el cromato sufre una reacción de oxidación en presencia de agua y entre dos materiales que

son distintos respecto al potencial galvánico. Esta reacción dará habitualmente como resultado el crecimiento de una capa de óxido sobre la superficie de aluminio con la que está en contacto un elemento de sujeción hecho de una aleación de un metal resistente a la corrosión, tal como el titanio. Esta capa de óxido resiste pasivamente la propagación de la corrosión galvánica entre materiales interactivos. Sin embargo, tales cromatos se pueden considerar tóxicos, y el uso continuado de cromatos en los revestimientos inhibidores de la corrosión puede representar riesgos para la salud y para el medio ambiente.

También es un problema común la excoiación en forma daños superficiales de elementos de sujeción roscados internamente y bloqueados mecánicamente, usados en la industria aeroespacial. Esta excoiación surge habitualmente entre partes sólidas que se deslizan, distinguidas mediante la erosión macroscópica, normalmente localizada, y la creación de salientes por encima de la superficie original, y con frecuencia incluye el flujo plástico o la transferencia de material, o ambos.

Resumen

Brevemente, y en términos generales, las presentes invenciones proporcionan un revestimiento resistente a la corrosión que se va a aplicar a elementos de sujeción de aviones y a otros componentes y superficies, que no contiene cromato, pero que se considera que va a ser tan comparablemente eficaz para evitar la corrosión como los revestimientos que contienen cromato.

Por consiguiente, un aspecto de las presentes invenciones proporciona una parte revestida con un material de revestimiento que contiene una composición resistente a la corrosión, que comprende aproximadamente 4 a 8% en peso de una sal de componentes inorgánicos formados a partir de cationes seleccionados del grupo consistente en cinc y calcio, y aniones seleccionados del grupo consistente en silicatos, fosfatos, carbonatos y óxidos, y aproximadamente 2 a 15% en peso de una sal de un ácido poli(3-amoniopropilalcoxisiloxano)carboxílico (PCAS) como un inhibidor de la corrosión y un remanente de aproximadamente 10 a 40% en peso, en el que la sal y la PCAS están en suspensión en el remanente. El remanente, en un ejemplo, incluye una resina tal como una resina termoendurecible de fenol-formaldehído, aunque pueden ser adecuadas otras resinas poliméricas similares, tales como por ejemplo una resina polimérica de base acuosa. El remanente puede incluir además un pigmento tal como disulfuro de molibdeno, aluminio, polipropileno, o sus combinaciones. El remanente puede incluir también politetrafluoroetileno. La composición resistente a la corrosión, en un ejemplo, se produce para su aplicación disolviéndolo en un soporte disolvente volátil, que da a la mezcla una consistencia líquida pero proporcionando un rápido secado después de su aplicación para producir el material de revestimiento deseado. Por ejemplo, el soporte disolvente que se evapora puede representar aproximadamente entre el 40 al 90% en peso. La composición se puede usar luego para revestir los componentes y otras superficies. Una vez que se evapora el soporte disolvente o por otras circunstancias ya no está presente, los elementos del revestimiento están presentes en sus respectivas concentraciones relativas. Por eso, un componente u otra superficie revestida con la composición, tiene una composición de revestimiento cuyos componentes están presentes en sus respectivas concentraciones relativas sin el disolvente volátil.

En otro ejemplo, se puede revestir una parte con un material de revestimiento que contiene una composición resistente a la corrosión que consiste esencialmente en aproximadamente 4 a 8% en peso de una sal de un componente inorgánico formado a partir de cationes seleccionados del grupo consistente en cinc y calcio, y aniones seleccionados del grupo consistente en silicatos, fosfatos, carbonatos y óxidos, y aproximadamente 2 a 15% en peso de PCAS como inhibidor de la corrosión, y un remanente de aproximadamente 10 a 40% en peso, en el que la sal y la PCAS están en suspensión en el remanente, y todo disuelto o disperso en aproximadamente 40 a 90% de disolvente. El remanente, en un ejemplo, incluye una resina tal como una resina termoendurecible de fenol-formaldehído, aunque se pueden usar otras resinas poliméricas o una mezcla de ésta y otras resinas. Además, pueden ser adecuadas otras resinas tales como, por ejemplo, resinas poliméricas de base acuosa. El remanente puede incluir además un pigmento tal como el disulfuro de molibdeno, aluminio, polipropileno, o sus combinaciones. El remanente puede incluir también politetrafluoroetileno. La composición resistente a la corrosión, en un ejemplo, se produce para su aplicación disolviéndolo en un soporte disolvente volátil, que da a la mezcla una consistencia líquida pero que proporciona un rápido secado después de su aplicación para producir el material de revestimiento deseado. En un ejemplo más, la PCAS puede estar presente en aproximadamente 2 – 10% en peso, y en otro ejemplo aproximadamente el 3 – 5% en peso, y puede ser aproximadamente el 4% en peso. La composición se puede usar luego para revestir componentes y otras superficies.

En cualquiera de los ejemplos de la presente memoria descriptiva, el grupo alcoxilo puede ser metoxi- o etoxi-. También, el ácido carboxílico puede ser ácido heptanoico, octadecanoico, dodecanoico o benzoico. En un ejemplo, la PCAS es una sal del ácido poli(3-amoniopropiletoxisiloxano)dodecanoico. El alcoxilo y el ácido carboxílico se pueden seleccionar de manera que en combinación con la sal y el remanente y con un disolvente adecuado, la composición se pueda aplicar a los componentes o a las superficies para obtener un revestimiento inhibidor de la corrosión, mediante rociado, inmersión, o aplicación con brocha, de una manera conocida por un experto en la técnica de revestir elementos de sujeción y otros componentes de los aviones.

El uso de la PCAS alcalina como inhibidor de la corrosión en la composición de revestimiento, da como resultado un comportamiento de resistencia pasiva frente a la corrosión que se cree que cumple los requisitos de todas las

composiciones previas de revestimiento. Además las características de fricción de la composición de revestimiento se han potenciado mediante la adición de PCAS, y el uso de la composición de revestimiento de las invenciones reduce significativamente la excoiación en general, según los ensayos realizados sobre los elementos de sujeción revestidos con la composición de las invenciones. Además, el uso de la PCAS alcalina como un inhibidor de la corrosión en la composición de revestimiento, junto con un componente de sal inorgánica, tal como por ejemplo un fosfato de cinc, va a dar como resultado una capa de un hidróxido metálico, tal como el hidróxido de cinc, que actúa como barrera activa en la confluencia del elemento de sujeción y el miembro de aluminio. Se ha descubierto que la molécula orgánica de la PCAS alcalina se oriente, ella misma, con el elemento de sujeción a través de la unión de las superficies debido a las aminos activas de la molécula. De esta manera, se ha descubierto que la cadena carbonada hidrófoba de la molécula se oriente ella misma hacia fuera de la superficie metálica del elemento de sujeción, de manera que cuando se coloca el elemento de sujeción en un almacén de aluminio, esta orientación actúa junto con la formación de unidades de hidróxido de cinc, y desarrolla una capa hidrófoba que resiste la penetración de moléculas de agua, de manera que se reduce el efecto de la corrosión galvánica.

Las partes del avión revestidas con la composición de revestimiento según las invenciones tienen buena capacidad de lubricación y una fricción relativamente baja, de manera que la composición de revestimiento es especialmente adecuada para elementos de sujeción del tipo de ajuste con apriete, sistemas de roscado, y otros tipos de sistemas de sujeción. El material de revestimiento es, además, especialmente adaptable a la aplicación al metal, tal como una parte del elemento de sujeción, tal como por ejemplo tuercas y pernos, tornillos, remaches, y sistemas encamisados. El material de revestimiento también es deseable para usar en otros tipos de revestimiento de otras partes, tales como casquillos de bronce o de acero inoxidable, pasadores de acero inoxidable, arandelas, o de partes que están sometidas a problemas de excoiación, agarrotamiento, o erosión.

Estos y otros aspectos y ventajas de las invenciones se harán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada y de los dibujos que la acompañan, que ilustran a modo de ejemplo las características de la invención.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista isométrica de un elemento de sujeción revestido por un revestimiento protector según la invención.

La Figura 2 es una vista en corte transversal tomada a lo largo de la línea 2-2 de la Figura 1.

La Figura 3 es una vista lateral, en alzado, de un perno ensamblado con una tuerca autoblocante revestido mediante un revestimiento protector según la invención.

La Figura 4 es una vista en corte transversal tomada a lo largo de la línea 4-4 de la Figura 3.

La Figura 5 es una vista en perspectiva de un corte de un perno ensamblado con una tuerca autoblocante y un montaje de piezas de trabajo para un ensayo de par de torsión/tracción.

Descripción detallada

La corrosión de montajes de elementos de sujeción en aviones, debida a la acción galvánica, ha sido combatida mediante el revestimiento electrolítico de los elementos de sujeción con un material resistente a la corrosión tal como cadmio o aluminio, revistiendo los elementos de sujeción con revestimientos orgánicos o inorgánicos, que incluyen fosfatos, molibdatos, silicatos y cromatos como inhibidores de la corrosión que, con frecuencia, fallan a la hora de proporcionar una completa protección, y una adecuada tenacidad y adherencia. Aunque se han usado cromatos, como un estándar en la industria, como inhibidores de la corrosión en los revestimientos inhibidores de la corrosión, tales cromatos pueden ser tóxicos, y resulta deseable interrumpir el uso de revestimientos inhibidores de la corrosión basados en los cromatos.

Como se ilustra en los dibujos, sobre los elementos de sujeción se puede incluir un revestimiento anticorrosión. Por ejemplo, el revestimiento anticorrosión se puede poner en práctica con un elemento de sujeción del tipo comúnmente usado en un bastidor de un avión, tal como el de tipo de remache habitual, por ejemplo que tiene un revestimiento exterior de un material resistente a la corrosión. Haciendo referencia a las Figuras 1 y 2, el elemento de sujeción comprende un vástago 10 y una cabeza 11, todos de un metal macizo, que puede ser del tipo referido anteriormente, y la superficie completa del remache está revestida por un revestimiento 12 protector, resistente a la corrosión, proporcionado según esta invención. El remache es habitualmente del tipo de apriete de manera que el diámetro de la superficie exterior con el revestimiento 12 del vástago, es ligeramente más grande que el diámetro del orificio de la chapa u otro material estructural en el que se le va a forzar, por ejemplo mediante presión o martilleo. Esta acción de forzar el remache en el orificio produce un gran esfuerzo de fricción sobre el revestimiento. El revestimiento resistente a la corrosión puede proporcionar también un efecto lubricante, para contrarrestar este esfuerzo abrasivo.

En otro ejemplo, el revestimiento anticorrosión se puede llevar a cabo con un elemento de sujeción del tipo comúnmente usado en un bastidor de un avión, tal como por ejemplo una tuerca 20 roscada y un perno 22 roscado usados conjuntamente, que tiene un revestimiento 24 exterior de un material resistente a la corrosión, aunque se

puede proporcionar el revestimiento de material resistente a la corrosión a otras partes similares de elementos de sujeción, tales por ejemplo como tornillos, sistemas encamisados o remaches. Haciendo referencia a las Figuras 3 y 4, el perno comprende un vástago 26 y una cabeza 28, todo de un metal macizo, que puede ser de un tipo referido anteriormente, y las superficies completas del perno y de la tuerca están revestidas por el revestimiento protector, resistente a la corrosión, descrito en la presente memoria descriptiva. El revestimiento resistente a la corrosión puede proporcionar también un efecto lubricante, para reducir así el efecto de excoiación entre las respectivas roscas del la tuerca y del perno.

Las mezclas de revestimiento tales como las descritas en la presente memoria descriptiva, útiles para el revestimiento de tales elementos de sujeción, contienen una composición resistente a la corrosión consistente esencialmente en aproximadamente 4 a 8% en peso de una sal de componentes inorgánicos, y aproximadamente 2 a 15% en peso de una sal alcalina de un ácido poli(3-amoniopropilalcoxisiloxano)carboxílico (PCAS) como inhibidor de la corrosión. En otros ejemplos, la PCAS puede estar presente en aproximadamente el 2 – 10% en peso, y en otro ejemplo aproximadamente el 3 – 5% en peso, y puede ser del 4% en peso. En el ejemplo de la PCAS, el alcoxi puede ser metoxi- o etoxi-, y el ácido carboxílico puede ser el ácido, heptanoico, octadecanoico, dodecanoico o benzoico. En un ejemplo, la PCAS es una sal del ácido poli(3-amoniopropiletoxissiloxano)-dodecanoico, presente en una concentración como se describe en la presente memoria descriptiva. El componente de sal inorgánica se forma a partir de cationes seleccionados del grupo consistente en cinc y calcio, y de aniones seleccionados del grupo consistente en silicatos, fosfatos, carbonatos y óxidos. Estos componentes están en suspensión en una resina termoendurecible de fenol-formaldehído que forma el remanente de la composición resistente a la corrosión, la cual puede incluir también otros ingredientes. El remanente puede, por ejemplo, incluir además un pigmento tal como disulfuro de molibdeno, aluminio, polipropileno o sus combinaciones. El remanente está presente en aproximadamente el 10 al 40% en peso. La composición resistente a la corrosión habitualmente se dispersa o se disuelve en un soporte disolvente volátil de aproximadamente 40 a 90% en peso, que da a la mezcla una consistencia líquida pero proporcionando un secado rápido después de la aplicación.

Los componentes inorgánicos tendrán un tamaño de partícula de 10 micrómetros o menos, donde el espesor del revestimiento se debe controlar para que sea inferior a $2,54 \times 10^{-3}$ mm (0,0001 pulgadas), como en el caso de muchos elementos de sujeción. Los pigmentos se deberán moler según técnicas estándar de molienda para dar el material de revestimiento.

En cada una de las realizaciones anteriormente mencionadas, los componentes inhibidores de la corrosión están en suspensión en una resina termoendurecible de fenol-formaldehído, que se disuelve en un soporte disolvente volátil que da a la mezcla una consistencia líquida pero que proporciona un secado rápido después de la aplicación. La mezcla se realizará a fondo y de manera uniforme según las técnicas estándar de mezcla de pinturas. El disolvente puede ser un alcohol alquílico de peso molecular inferior tal como el alcohol metílico, etílico, propílico o isopropílico, o un disolvente similar tal como la metil-etil-cetona o un destilado del petróleo en el rango de los disolventes volátiles, tal como el xileno o el tolueno, o mezclas de dos o más de estos disolventes. Para muchas aplicaciones también se puede incluir politetrafluoroetileno en el material de revestimiento.

La proporción de los componentes inhibidores de la corrosión respecto a la mezcla de resina y disolvente puede oscilar entre aproximadamente 6 a 23 por ciento en peso. Cuando se usa politetrafluoroetileno, puede oscilar entre aproximadamente 1 a 10 por ciento en peso de la mezcla de la resina y disolvente. La cantidad de soporte disolvente usado deberá ser suficiente para proporcionar un grado deseado de liquidez, dependiendo algo de si se va a aplicar mediante rociado, inmersión, con brocha, o similares.

Una manera preferida de aplicar el material de revestimiento es mediante rociado, aunque en vez de eso se puede usar tanto la inmersión como la aplicación con brocha. Debido a la volatilidad del disolvente soporte, se seca y se solidifica rápidamente. El revestimiento es cocido al horno después de su aplicación a un elemento de sujeción. Se ha descubierto que en la aplicación del material de revestimiento a un elemento de sujeción, el espesor del revestimiento solidificado aplicado sobre el elemento de sujeción se puede mantener entre $5,08 \times 10^{-3}$ y $1,27 \times 10^{-2}$ mm (0,0002 y 0,0005 pulgadas). Este control del espesor es importante y particularmente deseable en el caso de los elementos de sujeción roscados, con el fin de asegurar el apropiado ajuste de la rosca y, en el caso de los elementos de sujeción del tipo apriete o no apriete y de calidad aviación. Los elementos de sujeción de tipo ajuste con apriete se fabrican comúnmente haciendo sus diámetros ligeramente más grandes que los de los orificios del miembro estructural a través de los cuales van a realizar la sujeción. Al forzar semejante parte del elemento de sujeción a través de un orificio destinado a la parte del elemento de sujeción se origina habitualmente la abrasión de la superficie revestida de la parte del elemento de sujeción, y puede dañar la superficie del orificio y las estructuras de la pieza de trabajo que lo rodea, a través de las cuales se fuerza la parte del elemento de sujeción. Se ha descubierto que el revestimiento resistente a la corrosión, aplicado según estas invenciones, es a veces capaz de lubricar la parte del elemento de sujeción para evitar la degradación del revestimiento y ayudar a mantener la adherencia del revestimiento a la parte del elemento de sujeción.

El revestimiento secado sobre una superficie puede estar sobre una superficie metálica, como la de un elemento de sujeción, por ejemplo una tuerca y/o un perno, un remache, o similar, o sobre las superficies metálicas de otros componentes o estructuras metálicas. El revestimiento secado o la película secada pueden tener una proporción de PCAS en la película seca del 5 al 30% en peso. En otro ejemplo, está presente entre el 10 y el 20%, y en otro en el

16% en peso. El revestimiento puede tener aproximadamente del 15 al 30% en peso de una sal de los componentes inorgánicos, y lo demás el remanente. El remanente puede ser, por ejemplo, aproximadamente del 55 al 80% en peso del revestimiento. El remanente puede estar formado por cualquier combinación de los componentes descritos en la presente memoria descriptiva.

5 Ejemplos

Resultados del ensayo de corrosión

Se usaron tres revestimientos resistentes a la corrosión con diversos inhibidores de la corrosión (cromato de estroncio, BTTSA + amina de BTTSA + mezcla salina, sal de un ácido poli(3-amonio propilalcoxisiloxano)carboxílico (PCAS) + mezcla salina) para revestir elementos de sujeción de titanio, los cuales se insertan en un bloque de aleación de aluminio para formar un montaje. Cada montaje se expuso a un ensayo de niebla salina neutra (solución de cloruro de sodio al 5%) durante 500 horas. Se roció una solución de cloruro de sodio al 5% sobre los montajes en una cámara de niebla salina a 35°C (95° Fahrenheit), según la norma ASTM B 117. Después de 500 h de exposición, los montajes se pusieron aparte, y se inspeccionó la superficie de aluminio en contacto con los elementos de sujeción, para ver el ataque de la corrosión (picaduras). Los resultados se muestran en la Tabla 1 de abajo:

Tabla 1

Inhibidor de la corrosión	% del inhibidor de la corrosión	Número de picaduras de corrosión
Cromato de estroncio	2,5	ninguna
BTTSA + amina de BTTSA + mezcla salina	4 + 4 + 4	ninguna
PCAS + mezcla salina	2-15 + 4	ninguna

La adición de un nuevo compuesto alcalino anticorrosión al inhibidor de la corrosión de sal alcalina de un ácido poli(3-amonio propilalcoxisiloxano)carboxílico, ha hecho posible la capacidad de mantener un comportamiento de resistencia a la corrosión equivalente al anterior revestimiento exento de cromato.

Resultados del ensayo de par de torsión/tracción

El ensayo de par de torsión/tracción se usa comúnmente en la industria de los elementos de sujeción para valorar los comportamientos del montaje de elementos de sujeción roscados frente a la fricción. El dispositivo usado en este ensayo se ilustra en la Figura 5.

Se midió el par de bloqueo y el coeficiente de fricción sobre un perno montado con una tuerca autoblocante. Este ensayo consiste en montar un perno en una célula (32) de carga que es capaz de medir la tracción en el montaje y un dispositivo para aplicar una rotación sobre la tuerca que sea capaz de medir el par. Usando el dispositivo, el par de reacción se mide antes de que se produzca el contacto de la tuerca en la célula, el valor máximo el par de reacción se denomina par de bloqueo.

Cuando la tuerca está en contacto con el montaje, se aplica el par fijado como objetivo y se registra la tracción en el perno. Por eso, estas dos medidas permiten determinar el coeficiente de fricción entre la tuerca y el perno.

Se han sometido a ensayo revestimientos que contienen diversos inhibidores de la corrosión como se muestra en la Tabla 2 de resultados, que hay a continuación:

Tabla 2

Inhibidor de la corrosión (revestimiento sobre el perno)	Cromato de estroncio	Cromato de estroncio	PCAS + mezcla salina
Inhibidor de la corrosión (revestimiento sobre el perno)	BTTSA + amina de BTTSA + mezcla salina	PCAS + mezcla salina	PCAS + mezcla salina
Par de bloqueo después de un ciclo de apriete (N·m)	6,37	6,63	6,47
Par de bloqueo después de dos ciclos de apriete (N·m)	7,51	7,58	5,94
Par de bloqueo después de tres ciclos de apriete (N·m)	10,04	10,82	7,35
Coeficiente de fricción después de un ciclo de apriete	0,092	0,089	0,084
Coeficiente de fricción después de dos ciclos de apriete	0,085	0,083	0,078
Coeficiente de fricción después de tres ciclos de apriete	0,087	0,091	0,080

5 Cuando se aplicó sobre la tuerca y el perno, se descubrió que el nuevo revestimiento anticorrosión formado a partir de una composición de revestimiento de las invenciones que incluyen PCAS como un inhibidor de la corrosión exhibe mejor resistencia al desgaste para el par de bloqueo que las anteriores formulaciones de revestimiento. Se puede ver que la aplicación de la PCAS disminuye el coeficiente de fricción cuando se usa sobre los componentes, y también cuando se usa sobre superficies colindantes que están en contacto unas con otras, por ejemplo una tuerca y un perno. Se disminuye el coeficiente dinámico de fricción para las partes que se van a mover respecto a las otras, como por ejemplo una tuerca y un perno. La cadena de ácido carboxílico contribuye a reducir el coeficiente de fricción entre las superficies. La disminución del coeficiente de fricción contribuye a la reducción de la excoiación.

10 Se apreciará que la composición de revestimiento anticorrosión de las invenciones que incluyen la PCAS como un inhibidor de la corrosión no solamente proporciona una barrera pasiva tradicional contra la corrosión para resistir la propagación de la corrosión galvánica entre materiales interactivos, sino que proporciona también una barrera activa en la conjunción del elemento de apriete y el miembro de aluminio, ya que se ha descubierto que la molécula orgánica de la PCAS alcalina, usada en la composición de revestimiento anticorrosión de las invenciones, se orienta con respecto al elemento de sujeción a través de la unión superficial debido a las aminas activas en la molécula, de manera que la cadena carbonada hidrófoba de las moléculas se orienta ella misma hacia afuera de la superficie metálica del elemento de sujeción. Cuando el elemento de sujeción se coloca en un armazón de aluminio, esta orientación actúa junto con la formación de las unidades de hidróxido de cinc, y desarrolla una capa hidrófoba que resiste la penetración de las moléculas de agua, de manera que se reduce el efecto de la corrosión galvánica. Además, la PCAS alcalina es tal que hay poca, o no hay, reacción con la resina (por ejemplo la resina de fenol formaldehído), y el uso de la PCAS alcalina promueve la estabilidad y el tiempo de conservación del producto.

20 Aunque los revestimientos aquí descritos han sido realizados con particular referencia al uso como revestimientos para elementos de sujeción, los revestimientos no se limitan a los elementos de sujeción sino que se pueden aplicar de manera general a otras superficies que requieren lubricación y protección contra la corrosión, tales como acero para herramientas a alta temperatura u otras partes hechas de acero aleado. Asimismo, no siempre es necesario aplicar revestimientos tan delgados como los que generalmente se van a aplicar a los elementos de sujeción, y se pueden usar revestimientos más gruesos para otras aplicaciones.

25 A partir de lo anteriormente mencionado será evidente que aunque se han ilustrado y descrito formas concretas de las invenciones, se pueden hacer diversas modificaciones sin salirse del espíritu y el alcance de la invención. Por consiguiente, no se pretende que se limiten las invenciones, excepto por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para proporcionar un revestimiento anticorrosión sobre una parte, que comprende los pasos de:
 - proporcionar un revestimiento resistente a la corrosión que incluye aproximadamente 4% a 8% en peso de una sal de componentes inorgánicos formados a partir de cationes seleccionados del grupo consistente en cinc y calcio, y aniones seleccionados del grupo consistente en silicatos, fosfatos, carbonatos y óxidos; y aproximadamente 2% a 15% en peso de una sal alcalina de un ácido poli(3-amoniopropilalcoxisiloxano)carboxílico como un inhibidor de la corrosión;
 - poner en suspensión dicha sal de componentes inorgánicos y dicha sal de ácido poli(3-amoniopropilalcoxisiloxano)carboxílico en un remanente que comprende una resina polimérica para formar un revestimiento anticorrosión;
 - aplicar dicho revestimiento anticorrosión a una parte; y
 - secar y cocer al horno dicho revestimiento anticorrosión sobre la parte.
2. El método según la reivindicación 1, en el que poner en suspensión en dicho remanente incluye además poner en suspensión en el remanente que incluye politetrafluoroetileno.
3. El método según la reivindicación 1, en el que poner en suspensión en dicho remanente incluye además poner en suspensión en el remanente que incluye un pigmento seleccionado del grupo consistente en disulfuro de molibdeno, aluminio, polipropileno y sus combinaciones.
4. El método según la reivindicación 1, en el que proporcionar la sal de componentes inorgánicos incluye proporcionar dicha sal de componentes inorgánicos en un tamaño de partícula de 10 micrómetros o menos.
5. El método según la reivindicación 1, en el que la suspensión en el remanente se disuelve en un soporte disolvente volátil, la solución se aplica a la parte, y el revestimiento de la parte se seca y se somete a cocción en horno.
6. El método de la reivindicación 1, en el que poner en suspensión dicha sal de componentes inorgánicos y dicha sal de ácido poli(3-amoniopropilalcoxisiloxano)carboxílico en un remanente que incluye dicha resina polimérica, incluye poner en suspensión dicha sal de componentes orgánicos y dicha sal alcalina de ácido poli(3-amoniopropilalcoxisiloxano)carboxílico en un remanente que incluye una resina termoendurecible de fenol-formaldehído.
7. El método de la reivindicación 1, en el que poner en suspensión dicha sal de componentes inorgánicos y dicha sal alcalina de ácido poli(3-amoniopropilalcoxisiloxano)carboxílico en un remanente que incluye dicha resina polimérica, incluye poner en suspensión dicha sal de componentes orgánicos y dicha sal alcalina de ácido poli(3-amoniopropilalcoxisiloxano)carboxílico en un remanente que incluye una resina polimérica de base acuosa.
8. El método de la reivindicación 1, en el que proporcionar un revestimiento resistente a la corrosión incluye proporcionar aproximadamente de 3% a 5% en peso de una sal alcalina de ácido poli(3-amoniopropilalcoxisiloxano)carboxílico.
9. El método de la reivindicación 8, en el que proporcionar un revestimiento resistente a la corrosión incluye proporcionar una sal alcalina de ácido poli(3-amoniopropilalcoxisiloxano)carboxílico en la que el alcóxido se selecciona del grupo consistente en metoxi- y etoxi-.
10. El método de cualquiera de las dos, la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en el que proporcionar un revestimiento resistente a la corrosión incluye proporcionar una sal alcalina de un ácido poli(3-amoniopropilalcoxisiloxano)carboxílico, en la que el ácido carboxílico se selecciona del grupo de ácido heptanoico, octadecanoico, dodecanoico o benzoico.
11. El método de la reivindicación 1, en el que proporcionar un revestimiento resistente a la corrosión incluye proporcionar aproximadamente 2% a 15% en peso de sal de ácido poli(3-amoniopropiletoxosiloxano)dodecanoico.
12. El método de la reivindicación 11, en el que proporcionar un revestimiento resistente a la corrosión incluye proporcionar aproximadamente 3% a 5% en peso de sal de ácido poli(3-amoniopropiletoxosiloxano)dodecanoico.
13. Un elemento metálico revestido que comprende:
 - un elemento metálico que tiene una superficie;
 - un revestimiento sobre la superficie del elemento metálico, en el que el revestimiento incluye aproximadamente 15% a 30% en peso de una sal de componentes inorgánicos formadas a partir de cationes seleccionados del grupo consistente en cinc y calcio, y aniones seleccionados del grupo consistente en silicatos, fosfatos, carbonatos y óxidos, 5% a 30% en peso de una sal alcalina de ácido poli(3-amoniopropilalcoxisiloxano)carboxílico, como un

inhibidor de la corrosión, y dicha sal de componentes inorgánicos y dicha sal alcalina de ácido poli(3-amonio-propilalcoxisiloxano)carboxílico, en un remanente del 55% al 80% en peso que incluye una resina polimérica, obteniéndose dicho elemento mediante un método según una de las reivindicaciones 1 a 12.

14. Una composición resistente a la corrosión, consistiendo la composición esencialmente en:

- 5 - 4% a 8% en peso de una sal de componentes inorgánicos formados a partir de cationes seleccionados del grupo consistente en cinc y calcio, y aniones seleccionados del grupo consistente en silicatos, fosfatos, carbonatos y óxidos;
- 2% a 15% en peso de una sal alcalina de ácido poli(3-amonio-propilalcoxisiloxano)carboxílico como un inhibidor de la corrosión; estando dicha sal de componentes inorgánicos y dicha sal alcalina de ácido poli(3-amonio-propilalcoxisiloxano)carboxílico en suspensión en un remanente del 10% al 40% en peso de una resina polimérica que tiene politetrafluoroetileno, un pigmento seleccionado del grupo consistente en disulfuro de molibdeno, aluminio, polipropileno, y sus combinaciones; y
- 10 - 40% a 90% de disolvente soporte.
15. La composición de la reivindicación 14, en la que el disolvente soporte es un alcohol de bajo peso molecular o metiletilcetona.
16. La composición de la reivindicación 14, en la que dicha sal de componentes inorgánicos tiene un tamaño de partícula de 10 micrómetros o menos.
17. La composición de la reivindicación 14, en la que dicha resina polimérica incluye una resina termoendurecible de fenol-formaldehído.
- 20 18. La composición de la reivindicación 14, en la que dicha resina polimérica incluye una resina polimérica de base acuosa.

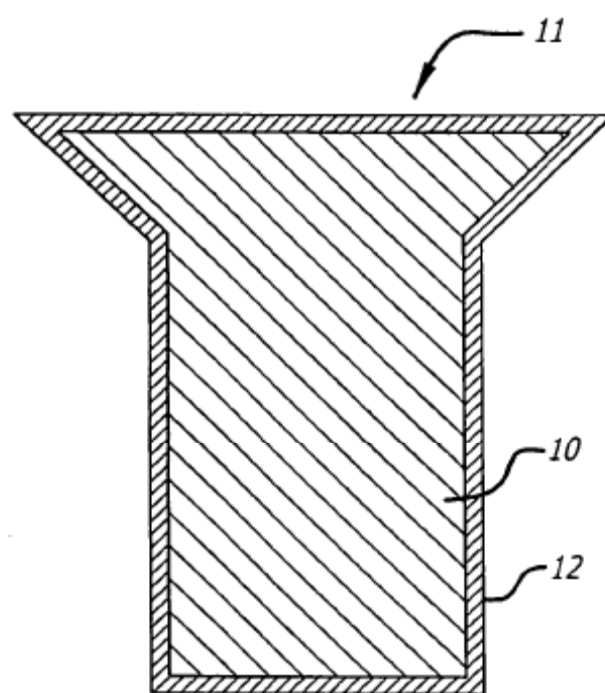
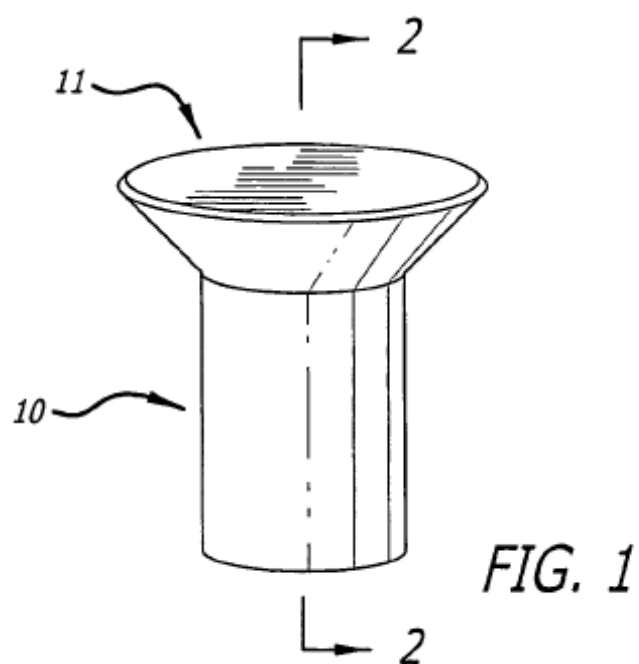
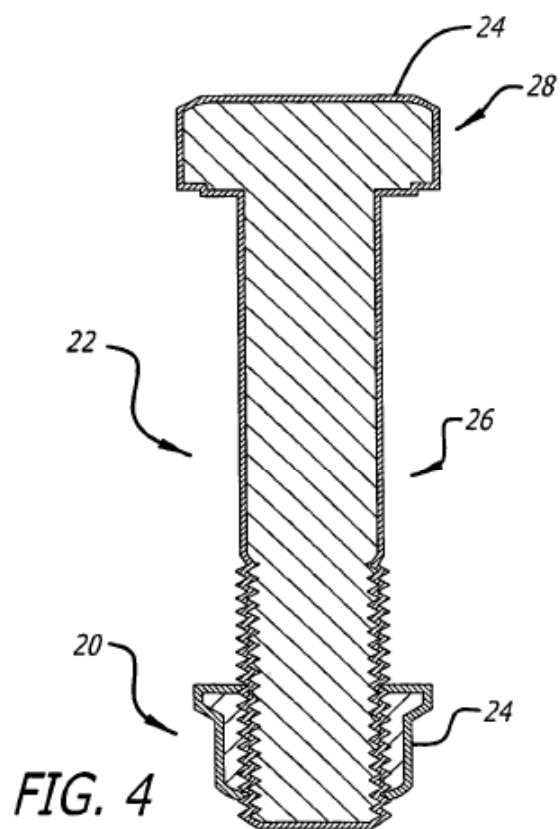
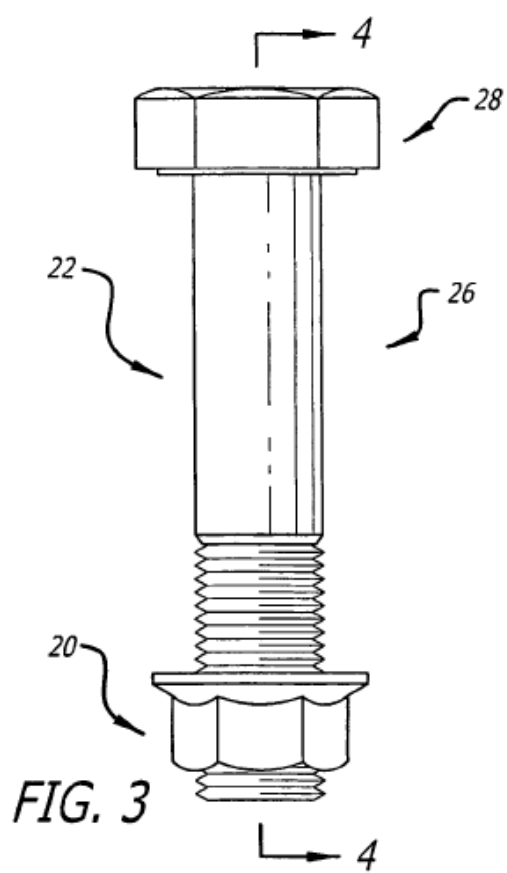


FIG. 2



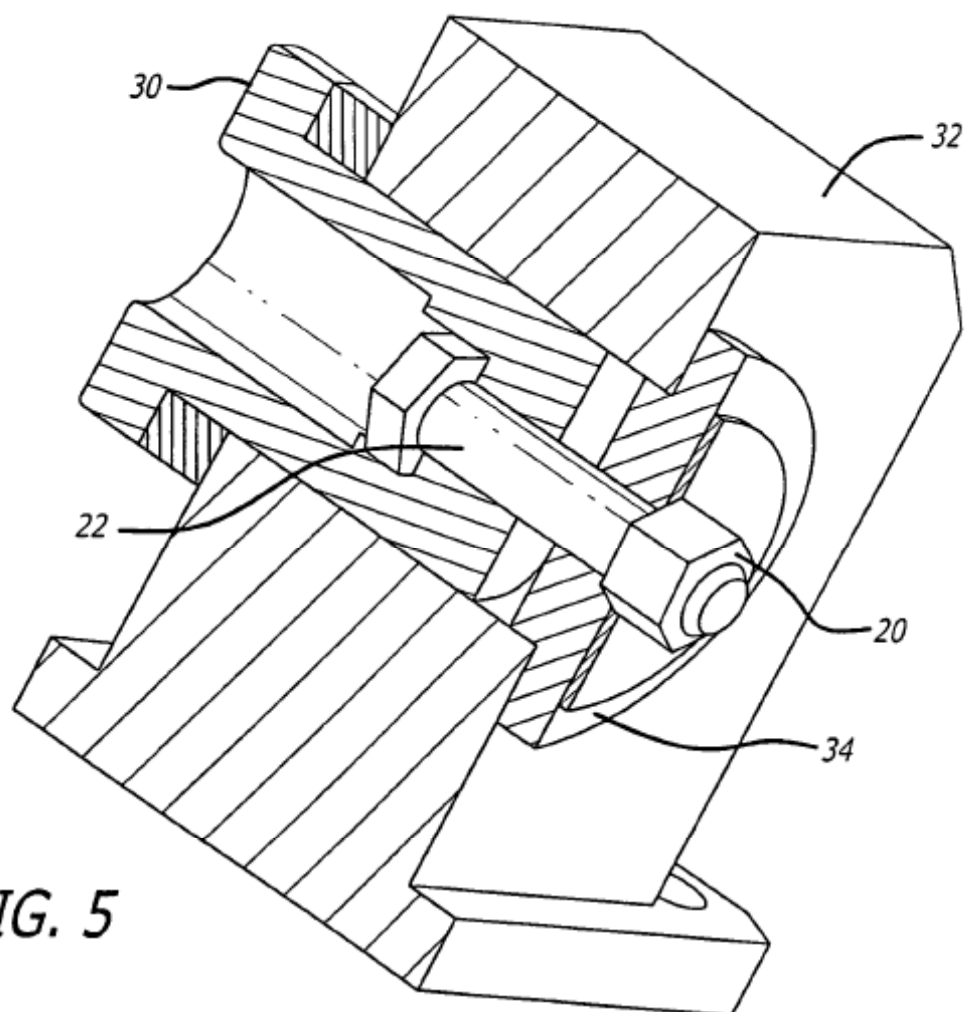


FIG. 5