

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 966**

51 Int. Cl.:

C25D 11/18 (2006.01)

C09D 5/08 (2006.01)

C25D 11/24 (2006.01)

H01B 13/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.12.2014 PCT/US2014/071772**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.07.2015 WO15102970**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.12.2014 E 14827359 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020 EP 3090079**

54 Título: **Composición y método para inhibir la corrosión de un material anodizado**

30 Prioridad:

03.01.2014 US 201414146777

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

16.02.2021

73 Titular/es:

**THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-1596, US**

72 Inventor/es:

**LAWLESS, LARRY M. y
GRIFFIN, BRUCE M.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 805 966 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

Composición y método para inhibir la corrosión de un material anodizado

Campo

5 La presente divulgación se refiere, en general, a la inhibición de la corrosión y, más particularmente, a composiciones y métodos para inhibir la corrosión de materiales anodizados.

Antecedentes

10 Diversos metales, tales como aluminio, se anodizan para potenciar sus propiedades de rendimiento. La anodización es un procedimiento electroquímico (por ejemplo, pasivación electrolítica) que produce y/o aumenta el grosor de un revestimiento de óxido sobre la superficie de una pieza metálica. Por ejemplo, los metales se anodizan habitualmente para aumentar la resistencia a la corrosión y aumentar la resistencia al desgaste. Una superficie anodizada también proporciona una mejor adhesión para pintura, imprimadores y pegamentos que una superficie metálica sin revestir. Por tanto, pueden encontrarse estructuras anodizadas en diversas aplicaciones industriales, tales como en la industria aeroespacial o de la automoción.

15 Por ejemplo, un metal anodizado normalmente incluye una capa o revestimiento de óxido sobre una superficie de un sustrato. Aunque la anodización produce un revestimiento uniforme y muy regular, fisuras microscópicas en el revestimiento pueden provocar corrosión. Además, el revestimiento es susceptible a disolución química en presencia de química de pH alta y baja, lo que da como resultado la remoción del revestimiento y la corrosión del sustrato. Por ejemplo, la capa de óxido es, en general, columnar, celular y porosa y los poros pueden facilitar la corrosión del sustrato subyacente. Por tanto, se han desarrollado diversas técnicas en un intento de inhibir la corrosión de metales anodizados reduciendo el número de poros (por ejemplo, fisuras), insertando más compuestos químicamente estables en el revestimiento de óxido o ambos.

20 Como un ejemplo, los poros abiertos pueden sellarse (por ejemplo, a través de sellado hidrotérmico o sellado de precipitación), tal como con una disolución de dicromato caliente tras la anodización. La adición de la etapa de sellado puede mejorar significativamente la resistencia a la corrosión del metal anodizado reduciendo la porosidad y las rutas intersticiales que permiten el intercambio iónico corrosivo entre la superficie externa y el sustrato. Sin embargo, la disolución de dicromato caliente contiene cromo hexavalente, que requiere atención especial en la manipulación y eliminación.

25 En consecuencia, los expertos en la técnica continúan aplicando esfuerzos de investigación y desarrollo en el campo de la inhibición de la corrosión de metales anodizados.

30 El documento US 2008/279756 da a conocer un método de exfoliación de un material estratificado para producir plaquetas nanométricas. El documento US 2013/171517 da a conocer un colector de corriente que incluye una lámina metálica y una película de grafeno revestida sobre una superficie del colector de corriente. El documento US 2004/011433 da a conocer una película fina de metal que comprende una placa metálica y una partícula de diamante dispersada en la placa metálica. El documento WO 2012/053774 se refiere a un método para realizar un tratamiento antiestático sobre una superficie de una fase de trabajo, y una fase de trabajo a cuya superficie se aplica un tratamiento antiestático según el método.

Sumario

35 En un aspecto, se proporciona en el presente documento un método para inhibir la corrosión de un material anodizado que comprende un sustrato metálico o de aleación metálica que tiene una capa de óxido, comprendiendo dicho método:

40 aplicar a dicha capa de óxido una composición inhibidora de la corrosión que comprende:

un vehículo líquido; y

un nanomaterial eléctricamente conductor dispersado en dicho vehículo,

45 en el que dicha capa de óxido comprende poros y se deposita nanomaterial eléctricamente conductor en dichos poros durante dicha etapa de aplicación; y en el que dicho nanomaterial eléctricamente conductor comprende nanoplaquetas de grafeno.

El sustrato metálico o de aleación metálica puede comprender aluminio.

La capa de óxido puede comprender óxido de aluminio.

El vehículo líquido puede comprender agua desionizada o alcohol etoxilado.

El vehículo líquido puede tener una tensión superficial de como máximo 35 dinas/cm. La concentración de dicho nanomaterial eléctricamente conductor en dicho vehículo líquido puede oscilar entre aproximadamente 1 gramo por litro y aproximadamente 10 gramos por litro.

5 La etapa de aplicación puede comprender aplicar dicha composición inhibidora de la corrosión sobre dicho material anodizado o sumergir dicho material anodizado en dicha composición inhibidora de la corrosión.

El método puede comprender, además, eliminar cantidades en exceso de dicha composición inhibidora de la corrosión de dicho material anodizado, preferiblemente en el que dicha etapa de eliminación comprende al menos una de limpieza y lavado.

10 La etapa de eliminación puede realizarse después de terminar un tiempo de permanencia de al menos 30 minutos, preferiblemente en la que dicho tiempo de permanencia es al menos 60 minutos.

El método puede comprender, además, secar dicha composición inhibidora de la corrosión.

El método puede comprender, además, calentar dicha composición inhibidora de la corrosión hasta una temperatura de entre 190 °F (87,8 °C) y 200 °F (93,3 °C) antes de dicha etapa de aplicación.

La composición inhibidora de la corrosión puede agitarse constantemente durante dicha etapa de aplicación.

15 También se da a conocer en el presente documento un método para inhibir la corrosión de un material anodizado. El método puede incluir la etapa de aplicar al material anodizado una composición que incluye un vehículo líquido y un nanomaterial eléctricamente conductor dispersado en el vehículo.

También se da a conocer una composición inhibidora de la corrosión que incluye un vehículo líquido y un nanomaterial eléctricamente conductor dispersado en el vehículo.

20 También se da a conocer en el presente documento el método para inhibir la corrosión de un material anodizado, tal como una capa de óxido de un sustrato, que puede incluir las etapas de (1) aplicar al material anodizado una composición inhibidora de la corrosión que incluye un vehículo líquido y un nanomaterial eléctricamente conductor dispersado en el vehículo; (2) permitir que la composición inhibidora de la corrosión permanezca sobre el material anodizado; (3) eliminar cantidades en exceso de la composición inhibidora de la corrosión del material; y (4) secar la composición inhibidora de la corrosión.

También se da a conocer un método para inhibir la corrosión de un material anodizado que comprende: aplicar a dicho material anodizado una composición inhibidora de la corrosión que comprende: un vehículo líquido; y un nanomaterial eléctricamente conductor dispersado en dicho vehículo.

30 El material anodizado puede comprender un sustrato que tiene una capa de óxido, y dicha etapa de aplicación puede comprender aplicar dicha composición inhibidora de la corrosión a dicha capa de óxido.

La capa de óxido puede comprender poros y el nanomaterial eléctricamente conductor se deposita en dichos poros durante dicha etapa de aplicación.

También se da a conocer una composición inhibidora de la corrosión que comprende: un vehículo líquido; y un nanomaterial eléctricamente conductor dispersado en dicho vehículo.

35 El vehículo líquido puede comprender una tensión superficial de como máximo 72 dinas/cm.

El vehículo líquido puede comprender agua desionizada y una concentración de dicho nanomaterial eléctricamente conductor en dicha agua desionizada puede oscilar entre aproximadamente 1 gramo por litro y aproximadamente 10 gramos por litro.

40 El vehículo líquido puede comprender una disolución penetrante, y una razón en peso de dicha disolución penetrante a dicho nanomaterial eléctricamente conductor puede oscilar entre aproximadamente 120:1 y aproximadamente 30:1.

El nanomaterial eléctricamente conductor puede comprender al menos uno de nanoplaquetas, nanotubos y nanovarillas.

El nanomaterial eléctricamente conductor puede comprender nanoplaquetas de grafeno.

Otros ejemplos de la composición y método dados a conocer para inhibir la corrosión en un material anodizado resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, los dibujos adjuntos y las reivindicaciones adjuntas.

45 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en sección transversal esquemática de una estructura anodizada tratada con la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer;

la figura 2 es un diagrama de flujo que representa una realización del método dado a conocer para inhibir la corrosión;

las figuras 3A a 3E son fotografías de paneles de prueba de aluminio anodizado;

la figura 4 es una fotografía de un panel de prueba de aluminio anodizado sujeto a ensayos de pulverización (niebla) salina durante 1 semana;

5 las figuras 5A a 5E son fotografías de paneles de prueba de aluminio anodizado sujetos a ensayos de pulverización (niebla) salina durante 3 semanas;

las figuras 6A a 6E son fotografías de paneles de prueba de aluminio anodizado sujetos a ensayos de pulverización (niebla) salina durante 5 semanas;

las figuras 7A y 7B son fotografías de dos paneles de prueba de aluminio anodizado sujetos a ensayos de pulverización (niebla) salina durante 6 semanas;

10 las figuras 8A a 8E son fotografías de paneles de prueba de aluminio anodizado sujetos a ensayos de pulverización (niebla) salina durante 7 semanas;

las figuras 9A a 9E son fotografías de paneles de prueba de aluminio anodizado sujetos a ensayos de pulverización (niebla) salina durante 8 semanas; y

15 las figuras 10A a 10E son fotografías de paneles de prueba de aluminio anodizado sujetos a ensayos de pulverización (niebla) salina durante 10 semanas.

Descripción detallada

La siguiente descripción detallada se refiere a los dibujos adjuntos, que ilustran realizaciones específicas de la divulgación. Otras realizaciones que tienen diferentes estructuras y operaciones no se alejan del alcance de la presente divulgación. Números de referencia similares pueden referirse al mismo elemento o componente en los diferentes dibujos.

20 Se ha descubierto ahora que la introducción de un nanomaterial eléctricamente conductor en un poro, tal como los poros en una capa de óxido de un metal anodizado, puede inhibir la corrosión. Sin estar limitado a ninguna teoría particular, el nanomaterial eléctricamente conductor puede formar una red de circuito eléctrico dentro de los poros de la capa de óxido, dispersando de ese modo cualquier nodo eléctrico localizado que pueda facilitar las reacciones de corrosión electroquímica.

25 La figura 1 ilustra una estructura anodizada, generalmente designada 10, que se ha tratado con la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer según un aspecto de la presente divulgación. La estructura anodizada 10 puede incluir un sustrato 12 y una capa de óxido 14. La capa de óxido 14 (por ejemplo, la capa anódica) puede definir la superficie externa 16 (por ejemplo, la superficie anodizada) de la estructura anodizada 10. La capa de óxido 14 puede definir una pluralidad de células columnares 18 que tiene una pluralidad de poros 20.

30 El sustrato 12 puede ser un metal o una aleación metálica. Como un ejemplo no limitativo y específico, el sustrato 12 puede ser aluminio o aleación de aluminio que puede formar una capa de óxido de aluminio. En otros ejemplos no limitativos y específicos, el sustrato 12 puede ser titanio, zinc, magnesio, niobio, circonio, hafnio, tantalio, hierro, acero y aleaciones de los mismos.

35 La capa de óxido 14 puede ser extremadamente dura, no conductora y una base excelente para pintura. Por ejemplo, el aluminio anodizado puede tener resistencia aumentada a la corrosión, dureza superficial aumentada, lubricación mejorada y/o adhesión mejorada. Además, la capa de óxido de aluminio puede ser no conductora y permitir la tintura (por ejemplo, la coloración).

40 La capa de óxido 14 puede formarse sobre el sustrato 12 mediante cualquier método adecuado. Por ejemplo, una capa de óxido de aluminio anodizado puede aumentarse mediante el paso de una corriente directa a través de una disolución electrolítica, con un sustrato de aluminio sirviendo como el ánodo (por ejemplo, el electrodo positivo). La corriente puede liberar hidrógeno en el cátodo (por ejemplo, el electrodo negativo) y oxígeno en la superficie del sustrato de aluminio, creando una acumulación de la capa de óxido de aluminio.

45 Puede situarse nanomaterial eléctricamente conductor 22 en los poros 20 de la capa de óxido 14 después de que la estructura anodizada 10 (por ejemplo, la superficie exterior 16 definida por la capa de óxido 14) se ha tratado (por ejemplo, sellado) con la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer, tal como se comenta en mayor detalle en el presente documento. El nanomaterial eléctricamente conductor 22 recibido en los poros 20 de la capa de óxido 14 puede inhibir la corrosión del sustrato subyacente 12.

50 El nanomaterial eléctricamente conductor 22 puede incluir cualquier material o combinación de materiales que conduce electricidad y que tiene al menos una dimensión (por ejemplo, anchura; diámetro; grosor) menor que 1000 nm. El nanomaterial eléctricamente conductor 22 puede ser inerte e incluir una variedad de formas, tamaños y conductividades. El nanomaterial eléctricamente conductor 22 puede introducirse y mantenerse en los poros 20 de la capa de óxido 14 (por ejemplo, capa de óxido de aluminio anodizado) y actuar para dispersar cualquier corriente eléctrica localizada que pueda transformarse en una picadura (por ejemplo, tal como la corrosión es un suceso electroquímico).

5 En una expresión, al menos una parte del nanomaterial eléctricamente conductor 22 puede tener al menos una dimensión que oscila entre aproximadamente 1 y aproximadamente 500 nanómetros. En otra expresión, al menos una parte del nanomaterial eléctricamente conductor 22 puede tener al menos una dimensión que oscila entre aproximadamente 1 y aproximadamente 100 nanómetros. En otra expresión, al menos una parte del nanomaterial eléctricamente conductor 22 puede tener al menos una dimensión que oscila entre aproximadamente 1 y aproximadamente 50 nanómetros. En aún otra expresión, al menos una parte del nanomaterial eléctricamente conductor 22 puede tener al menos una dimensión que oscila entre aproximadamente 1 y aproximadamente 10 nanómetros.

10 Con referencia todavía a la figura 1, los expertos en la técnica apreciarán que el tamaño y la conductividad del nanomaterial eléctricamente conductor 22 usado en la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer puede indicarse mediante el tamaño de los poros 20 en los que se pretende introducir el nanomaterial eléctricamente conductor 22. Por ejemplo, poros más pequeños 20 pueden requerir el uso de un nanomaterial eléctricamente conductor más fino 22 que tenga una conductividad suficientemente alta. Como otro ejemplo, poros más grandes 20 pueden requerir el uso de un nanomaterial eléctricamente conductor más grande 22 que tenga una conductividad suficientemente alta.

15 La composición del nanomaterial eléctricamente conductor 22 puede incluir nanomaterial de carbono (por ejemplo, nanomaterial de grafeno), nanomaterial de carburo y similares.

Pueden usarse diversas estructuras de nanomaterial. Por ejemplo, el nanomaterial eléctricamente conductor 22 puede incluir nanoplaquetas, nanotubos, nanovarillas, nanocables, nanopartículas, nanopolvos, nanofibras, nanofilamentos y similares.

20 La composición inhibidora de la corrosión dada a conocer puede incluir un vehículo para el nanomaterial eléctricamente conductor 22. El nanomaterial eléctricamente conductor 22 puede dispersarse en el vehículo, tal como agitando una mezcla del vehículo y el nanomaterial eléctricamente conductor 22. Pueden incluirse componentes adicionales, tal como dispersantes, en la composición inhibidora de la corrosión sin apartarse del alcance de la presente divulgación.

25 El vehículo puede ser cualquier fluido adecuado para llevar y/o suspender el nanomaterial eléctricamente conductor 22 y dispersar el nanomaterial eléctricamente conductor 22 sobre una superficie del sustrato 12. La concentración de nanomaterial eléctricamente conductor 22 al vehículo debe ser suficientemente alta para proporcionar una cantidad eficaz del nanomaterial eléctricamente conductor 22 dentro de los poros 20, pero no debe ser tan alta como para interferir en las propiedades de flujo de la composición inhibidora de la corrosión.

30 Como un ejemplo, el vehículo y el nanomaterial eléctricamente conductor 22 pueden mezclarse en diversas concentraciones, mientras siguen siendo capaces de entregar el nanomaterial eléctricamente conductor 22 en los poros 20 de la capa de óxido 14 de la estructura anodizada 10. En una implementación, la concentración del nanomaterial eléctricamente conductor 22 al vehículo puede oscilar entre aproximadamente 1 gramo por litro y aproximadamente 10 gramos por litro. En otra implementación, la concentración del nanomaterial eléctricamente conductor 22 al vehículo puede oscilar entre aproximadamente 2 gramos por litro y aproximadamente 5 gramos por litro. En aún otra implementación, la concentración del nanomaterial eléctricamente conductor 22 al vehículo puede ser aproximadamente 5 gramos por litro.

35 Como otro ejemplo, el vehículo y el nanomaterial eléctricamente conductor 22 pueden mezclarse en diversas razones en peso, mientras siguen siendo capaces de entregar el nanomaterial eléctricamente conductor 22 en los poros 20 de la capa de óxido 14 de la estructura anodizada 10. En una implementación, la razón en peso del vehículo al nanomaterial eléctricamente conductor 22 puede oscilar entre aproximadamente 120:1 y aproximadamente 30:1. En otra implementación, la razón en peso del vehículo al nanomaterial eléctricamente conductor 22 puede oscilar entre aproximadamente 100:1 y aproximadamente 50:1. En otra implementación, la razón en peso del vehículo al nanomaterial eléctricamente conductor 22 puede oscilar entre aproximadamente 80:1 y aproximadamente 60:1. En aún otra implementación, la razón en peso del vehículo al nanomaterial eléctricamente conductor 22 puede ser aproximadamente 60:1.

45 En una implementación, el vehículo puede ser un líquido y puede tener una tensión superficial adecuada para permitir que el vehículo penetre fisuras relativamente grandes, tal como poros más grandes 20 (por ejemplo, poros que tienen un diámetro más grande que aproximadamente 150 nm) en la capa de óxido 14. En una realización, el vehículo puede tener una tensión superficial entre aproximadamente 40 dinas/cm y 72 dinas/cm. En otra implementación, el vehículo puede ser un líquido y puede tener una tensión superficial relativamente baja para permitir que el vehículo penetre fisuras relativamente pequeñas, tal como poros más pequeños 20 (por ejemplo, poros que tienen un diámetro entre aproximadamente 10 y 150 nm) en la capa de óxido 14. En una realización, el vehículo puede tener una tensión superficial de como máximo aproximadamente 35 dinas/cm. En otra realización, el vehículo puede tener una tensión superficial de como máximo aproximadamente 30 dinas/cm. En otra realización, el vehículo puede tener una tensión superficial de como máximo aproximadamente 25 dinas/cm. En aún otra realización, el vehículo puede tener una tensión superficial de como máximo aproximadamente 20 dinas/cm.

55 Los expertos en la técnica apreciarán que el tamaño de los poros 20 puede depender de diversas propiedades de anodización, incluyendo, pero sin limitarse a, la concentración de disolución, temperatura de disolución, densidad de corriente y similares.

Pueden emplearse diversas composiciones de vehículo para lograr la tensión superficial deseada. El vehículo puede incluir un único componente líquido o una mezcla de componentes líquidos para lograr la tensión superficial deseada. Por ejemplo, el vehículo puede ser o puede incluir agua, tal como agua desionizada. El vehículo puede ser o puede incluir un tensioactivo, tal como alcohol etoxilado.

5 Como un ejemplo general y no limitativo, el vehículo puede ser o puede incluir una disolución penetrante líquida, tal como una disolución penetrante líquida usada para realizar una inspección de penetración de tinte. Como un ejemplo no limitativo y específico, el vehículo puede ser o puede incluir disolución penetrante fluorescente HM-707, que está disponible comercialmente de Sherwin, Inc., de South Gate, California. Los expertos en la técnica apreciarán que la inclusión de un tinte en el vehículo es opcional.

10 Con referencia a la figura 2, también se da a conocer un método 100 para inhibir la corrosión de un material anodizado. El material anodizado puede ser una estructura anodizada, tal como la estructura anodizada 10 mostrada en la figura 1, y puede incluir un sustrato 12 que tiene una capa de óxido 14 que incluye una pluralidad de poros 20.

15 En el bloque 102, puede aplicarse la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer al material. Por ejemplo, puede aplicarse la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer a la superficie externa 16 de la estructura anodizada 10 mostrada en la figura 1.

20 Pueden usarse diversas técnicas para aplicar la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer al material (por ejemplo, la estructura anodizada 10). Como un ejemplo no limitativo, puede limpiarse y/o aplicarse la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer sobre el material. Por ejemplo, la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer puede pintarse sobre la superficie externa 16 (por ejemplo, la capa de óxido 14) de la estructura anodizada 10. Como otro ejemplo no limitativo, la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer puede pulverizarse sobre el material. Como aún otro ejemplo no limitativo, el material puede sumergirse (por ejemplo, hundirse) en la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer.

25 En el bloque 104, puede permitirse que la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer permanezca sobre el material. Como un ejemplo no limitativo, la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer puede permanecer sobre el material durante al menos 5 minutos. Como otro ejemplo no limitativo, la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer puede permanecer sobre el material durante al menos 15 minutos. Como otro ejemplo no limitativo, la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer puede permanecer sobre el material durante al menos 30 minutos. Como otro ejemplo no limitativo, la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer puede permanecer sobre el material durante al menos 1 hora. Como aún otro ejemplo no limitativo, la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer puede permanecer sobre el material durante al menos 5 minutos y como máximo 2 horas.

30 En el bloque 106, pueden eliminarse del material cantidades en exceso de la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer. Por ejemplo, pueden eliminarse de la superficie externa 16 de la estructura anodizada 10 mostrada en la figura 1 cantidades en exceso de la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer. La etapa de eliminación (bloque 106) puede realizarse después de la etapa de permanencia (bloque 104), pero se contemplan también tanto la eliminación sin la etapa de permanencia como la eliminación antes de la etapa de permanencia.

35 Pueden usarse diversas técnicas para eliminar cantidades en exceso de la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer del material. Como un ejemplo no limitativo, pueden limpiarse cantidades en exceso de la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer con un paño seco y limpio (por ejemplo, una estopilla; papel de cocina; una toalla; un trapo). Como otro ejemplo no limitativo, pueden limpiarse cantidades en exceso de la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer con un paño seco seguido (por ejemplo, inmediatamente) por otra limpieza con un paño humedecido (por ejemplo, humedecido con agua; humedecido con disolvente). Como otro ejemplo no limitativo, pueden limpiarse cantidades en exceso de la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer con un paño humedecido (por ejemplo, humedecido con acetona). Como aún otro ejemplo no limitativo, pueden lavarse cantidades en exceso de la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer (por ejemplo, con una esponja o pulverizador de agua).

45 En el bloque 108, puede secarse la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer sobre el material. Como un ejemplo no limitativo, puede realizarse el secado a temperatura ambiente durante una cantidad de tiempo suficiente (por ejemplo, 24 horas). Como otro ejemplo no limitativo, puede realizarse el secado a temperaturas elevadas, tal como en un horno.

Ejemplos

50 Ejemplo 1

(Composición inhibidora de la corrosión)

Se preparó una primera composición inhibidora de la corrosión combinando (por ejemplo, mezclando) agua desionizada y nanoplaquetas de grafeno de calidad industrial (grosor de 2 a 10 nm) en una concentración de 5 gramos de nanoplaquetas de grafeno por litro de agua desionizada. Se agitó (por ejemplo, se removió) la mezcla constantemente.

55 Ejemplo 2

(Composición inhibidora de la corrosión)

Se preparó una segunda composición inhibidora de la corrosión combinando una disolución penetrante fluorescente HM-707 (de Sherwin, Inc.) y nanoplaquetas de grafeno de calidad industrial (grosor de 2 a 10 nm) en una razón en peso (de disolución penetrante a nanoplaquetas de grafeno) de 60:1. La mezcla se removió constantemente.

5 **Ejemplo 3**

(Ensayos de niebla salina)

10 Se obtuvieron quince paneles de prueba anodizados idénticos de aluminio sin revestir 2024-T3 para los ensayos. Todos los paneles se limpiaron primero con alcalina y se desoxidaron. Después del enjuague, se colocaron los paneles en un tanque de anodización y se intensificó una corriente a la velocidad de 4 voltios por minuto hasta que se alcanzaron 19 voltios. El voltaje se mantuvo a 19 voltios durante 35 minutos. Entonces, se retiraron y se enjuagaron los paneles. Se usaron tres paneles para cada tratamiento de sellado tras la anodización, tal como se describe en más detalle a continuación en el presente documento.

15 Los paneles C1, C2 y C3 (conjuntamente la serie C de paneles) se sumergieron en una disolución de dicromato caliente (entre 190 °F (87,8 °C) y 200 °F (93,3 °C)) y se reservaron como un segundo control. La figura 3A representa un panel de la serie C de paneles tras la aplicación de dicromato caliente.

Los paneles W1, W2 y W3 (conjuntamente la serie W de paneles) se sumergieron en agua desionizada caliente (entre 190 °F (87,8 °C) y 200 °F (93,3 °C)) y se reservaron como un primer control. La figura 3B representa un panel de los paneles de la serie W tras la aplicación de agua desionizada caliente.

20 Los paneles H1, H2 y H3 (conjuntamente la serie H de paneles) se sumergieron en una disolución caliente (entre 190 °F (87,8 °C) y 200 °F (93,3 °C)) de la composición inhibidora de la corrosión del ejemplo 1. La figura 3C representa un panel de la serie H de paneles tras la aplicación de la composición inhibidora de la corrosión caliente del ejemplo 1.

25 Los paneles R1, R2 y R3 (conjuntamente la serie R de paneles) se sumergieron en una disolución a temperatura ambiente (entre 64 °F (17,8 °C) y 75 °F (23,9 °C)) de la composición inhibidora de la corrosión del ejemplo 1. La figura 3D representa un panel de la serie R de paneles tras la aplicación de la composición inhibidora de la corrosión a temperatura ambiente del ejemplo 1.

30 Los paneles S1, S2 y S3 (conjuntamente la serie S de paneles) se limpiaron (se pintaron usando una brocha) con una disolución de la composición inhibidora de la corrosión del ejemplo 2. Después de 1 hora de tiempo de permanencia, los paneles S1 a S3 se limpiaron con una estopilla seca y limpia. Le siguió una segunda limpieza con una estopilla limpia humedecida con acetona. La figura 3E representa un panel de la serie S de paneles tras la aplicación de la composición inhibidora de la corrosión del ejemplo 2.

35 Se envejecieron los quince paneles de prueba (paneles W1 a W3, paneles C1 a C3, paneles H1 a H3, paneles R1 a R3 y paneles S1 a S3) durante 24 horas antes de colocarlos en una cámara de niebla salina neutra según la norma ASTM B117. Se observaron los paneles y se tomaron fotografías representativas de la serie W de paneles, la serie C de paneles, la serie H de paneles, la serie R de paneles y la serie S de paneles después de 1 semana, 3 semanas, 5 semanas, 6 semanas, 7 semanas, 8 semanas y 10 semanas de exposición a niebla salina.

La figura 4 representa un panel de la serie W de paneles después de 1 semana de exposición a niebla salina. Después de 1 semana de exposición a niebla salina, la serie W de paneles (paneles W1 a W3 tratados con agua caliente) empezó a mostrar signos de corrosión, particularmente alrededor de una región central, tal como se ilustra en la figura 4. Después de 2 semanas de exposición a niebla salina, la serie W de paneles mostró corrosión localizada.

40 Las figuras 5A, 5B, 5C, 5D y 5E representan un panel de la serie W de paneles, un panel de la serie C de paneles, un panel de la serie H de paneles, un panel de la serie R de paneles y un panel de la serie S de paneles, respectivamente, después de 3 semanas de exposición a niebla salina.

45 Las figuras 6A, 6B, 6C, 6D y 6E representan un panel de la serie W de paneles, un panel de la serie C de paneles, un panel de la serie H de paneles, un panel de la serie R de paneles y un panel de la serie S de paneles, respectivamente, después de 5 semanas de exposición a niebla salina. Después de 5 semanas de exposición a niebla salina, la serie H de paneles (paneles H1 a H3 tratados con la composición inhibidora de la corrosión caliente del ejemplo 1), la serie R de paneles (paneles R1 a R3 tratados con la composición inhibidora de la corrosión a temperatura ambiente del ejemplo 1) y la serie S de paneles (paneles S1 a S3 tratados con la composición inhibidora de la corrosión del ejemplo 2) siguieron superando los ensayos. Esto excede significativamente el requisito de la norma MIL-A-8625 (es decir, que un panel de prueba debe superar 2 semanas de exposición a pulverización salina neutra). La serie H de paneles, la serie R de paneles y la serie S de paneles (paneles tratados con la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer) mostraron una corrosión significativamente menor que la serie W de paneles (paneles W1 a W3 tratados con agua caliente) y mostraron una inhibición a la corrosión similar a la de la serie C de paneles (paneles C1 a C3 tratados con dicromato).

Las figuras 7A y 7B representan un panel de la serie R de paneles y un panel de la serie C de paneles, respectivamente, después de 6 semanas de exposición a niebla salina.

5 Las figuras 8A, 8B, 8C, 8D y 8E representan un panel de la serie W de paneles, un panel de la serie C de paneles, un panel de la serie H de paneles, un panel de la serie R de paneles y un panel de la serie S de paneles, respectivamente, después de 7 semanas de exposición a niebla salina. Después de 7 semanas de exposición a niebla salina, la serie H de paneles empezó a mostrar corrosión (es decir, empezó a fallar), tal como se ilustra en la figura 8C.

10 Las figuras 9A, 9B, 9C, 9D y 9E representan un panel de la serie W de paneles, un panel de la serie C de paneles, un panel de la serie H de paneles, un panel de la serie R de paneles y un panel de la serie S de paneles, respectivamente, después de 8 semanas de exposición a niebla salina. Después de 8 semanas de exposición a niebla salina, la serie W de paneles, la serie H de paneles y la serie R de paneles mostraron corrosión localizada (es decir, fallaron), tal como se ilustra en la figura 9A, la figura 9C y la figura 9D, respectivamente. Después de 8 semanas de exposición a niebla salina, la serie C de paneles y la serie S de paneles siguieron superando los ensayos según la norma MIL-C-8625, tal como se ilustra en la figura 9B y la figura 9E, respectivamente.

15 Las figuras 10A, 10B, 10C, 10D y 10E representan un panel de la serie W de paneles, un panel de la serie C de paneles, un panel de la serie H de paneles, un panel de la serie R de paneles y un panel de la serie S de paneles, respectivamente, después de 10 semanas de exposición a niebla salina. Después de 10 semanas de exposición a niebla salina, la serie C de paneles y la serie S de paneles siguieron superando los ensayos según la norma MIL-C-8625, tal como se ilustra en la figura 10B y la figura 10E, respectivamente.

20 En consecuencia, la composición inhibidora de la corrosión dada a conocer y el método para inhibir la corrosión pueden inhibir ventajosamente la corrosión de estructuras anodizadas, tal como aluminio anodizado. Además, los ejemplos dados a conocer demuestran que el uso del nanomaterial eléctricamente conductor (por ejemplo, nanomateriales de grafeno) como una composición inhibidora de la corrosión para sellar la capa de óxido de una estructura anodizada puede exceder los requisitos MIL sin el uso de cromo hexavalente.

25 Aunque se han mostrado y descrito diversos aspectos de la composición y el método dados a conocer para inhibir la corrosión de una estructura anodizada, pueden ocurrírseles modificaciones a los expertos en la técnica tras la lectura de la memoria descriptiva. La presente solicitud incluye tales modificaciones y solo está limitada por el alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Método para inhibir la corrosión de un material anodizado que comprende un sustrato metálico o de aleación metálica que tiene una capa de óxido, comprendiendo el método:
- aplicar a dicha capa de óxido una composición inhibidora de la corrosión que comprende:
- 5 un vehículo líquido; y
- un nanomaterial eléctricamente conductor dispersado en dicho vehículo,
- en el que dicha capa de óxido comprende poros y se deposita nanomaterial eléctricamente conductor en dichos poros durante dicha etapa de aplicación;
- y en el que dicho nanomaterial eléctricamente conductor comprende nanoplaquetas de grafeno.
- 10 2. Método según la reivindicación 1, en el que dicho sustrato metálico o de aleación metálica comprende aluminio.
3. Método según la reivindicación 1, en el que dicha capa de óxido comprende óxido de aluminio.
4. Método según la reivindicación 1, en el que dicho vehículo líquido comprende agua desionizada o alcohol etoxilado.
5. Método según la reivindicación 1, en el que:
- a) dicho vehículo líquido tiene una tensión superficial de como máximo 35 dinas/cm; o
- 15 b) una concentración de dicho nanomaterial eléctricamente conductor en dicho vehículo líquido oscila entre aproximadamente 1 gramo por litro y aproximadamente 10 gramos por litro.
6. Método según la reivindicación 1, en el que dicha etapa de aplicación comprende aplicar dicha composición inhibidora de la corrosión sobre dicho material anodizado o sumergir dicho material anodizado en dicha composición inhibidora de la corrosión.
- 20 7. Método según la reivindicación 1 que comprende, además, eliminar cantidades en exceso de dicha composición inhibidora de la corrosión de dicho material anodizado, preferiblemente en el que dicha etapa de eliminación comprende al menos uno de limpieza y lavado.
8. Método según la reivindicación 7, en el que dicha etapa de eliminación se realiza después de terminar un tiempo de permanencia de al menos 30 minutos.
- 25 9. Método según la reivindicación 8, en el que dicho tiempo de permanencia es de al menos 60 minutos.
10. Método según la reivindicación 1 que comprende, además, teñir dicha composición inhibidora de la corrosión.
11. Método según la reivindicación 1 que comprende, además, calentar dicha composición inhibidora de la corrosión hasta una temperatura de entre 190 °F (87,8 °C) y 200 °F (93,3 °C) antes de dicha etapa de aplicación.
- 30 12. Método según la reivindicación 1, en el que dicha composición inhibidora de la corrosión se agita constantemente durante dicha etapa de aplicación.

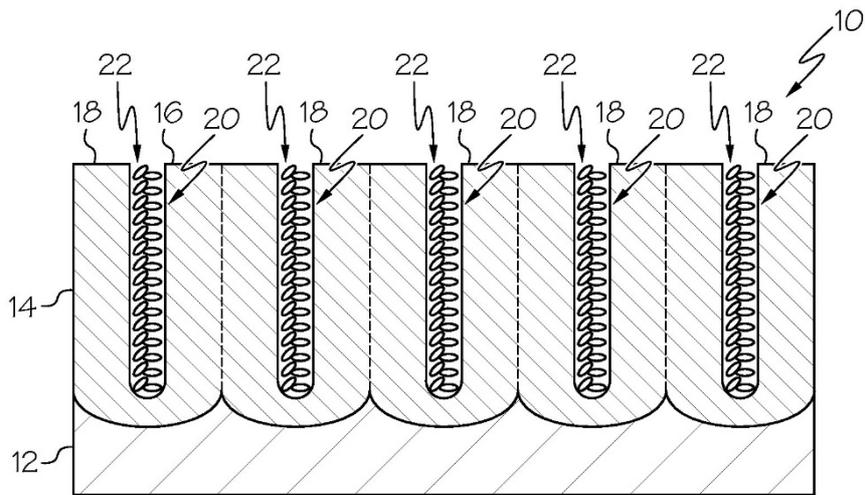


FIG. 1

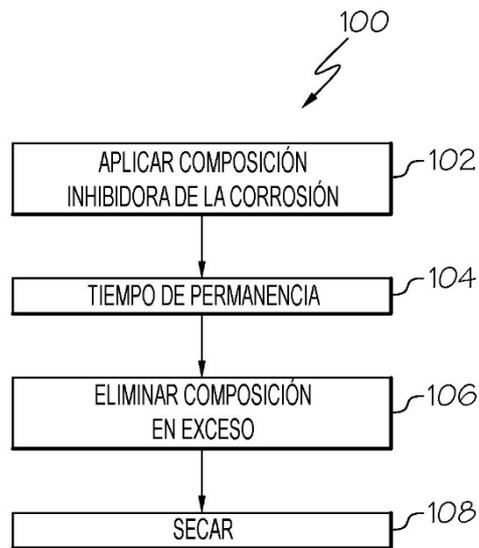


FIG. 2

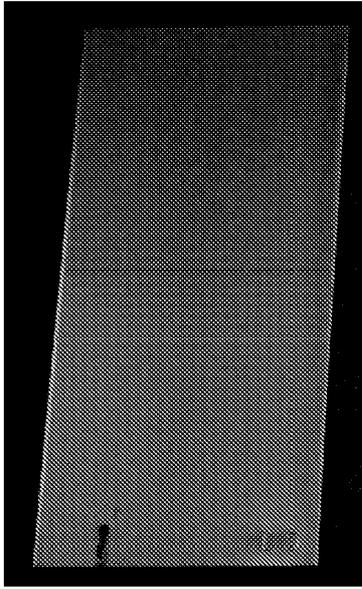


FIG. 3A

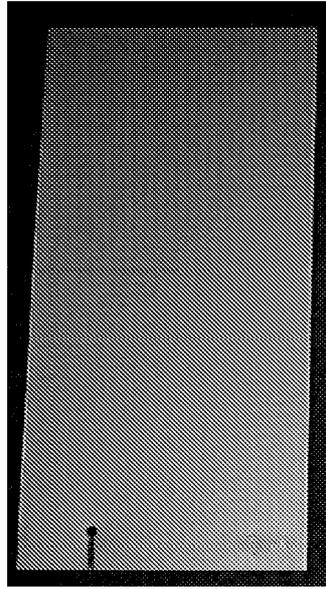


FIG. 3B

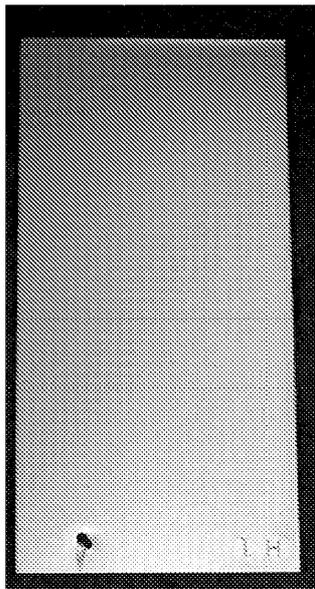


FIG. 3C

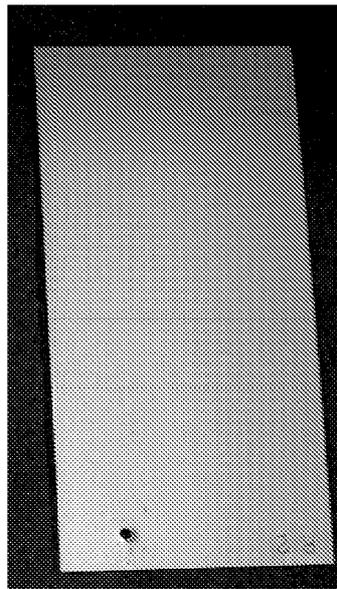


FIG. 3D

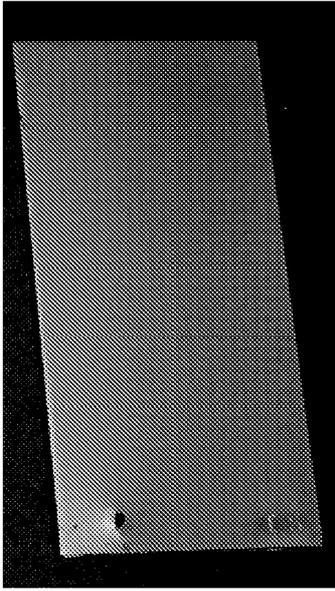


FIG. 3E

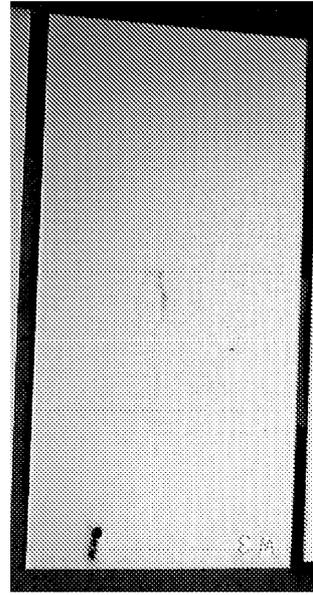


FIG. 4

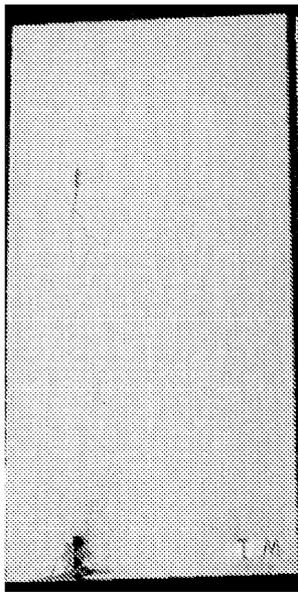


FIG. 5A

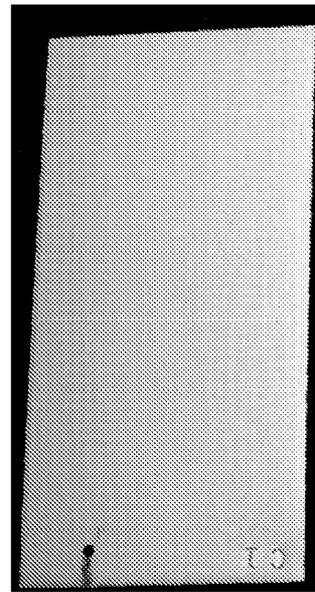


FIG. 5B

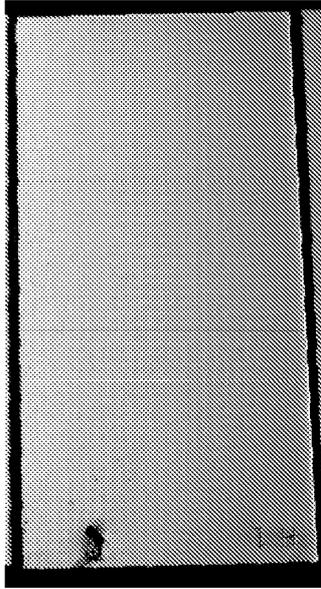


FIG. 5C

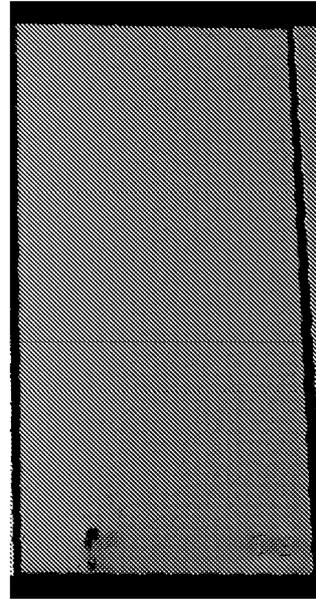


FIG. 5D

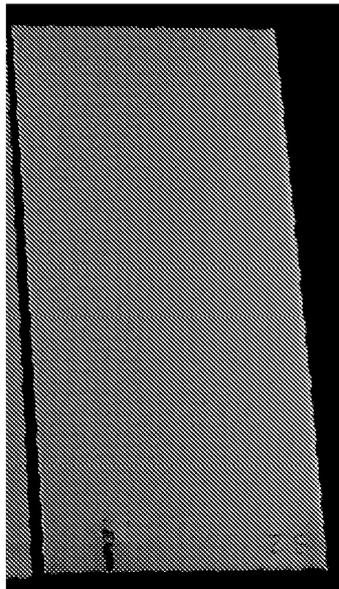


FIG. 5E

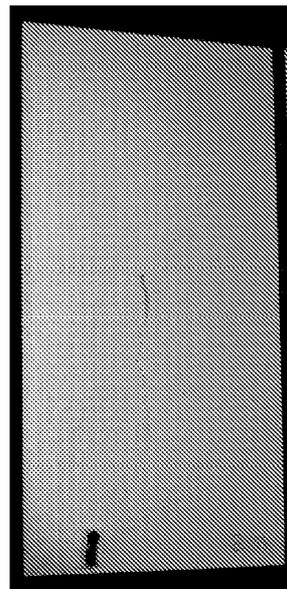


FIG. 6A

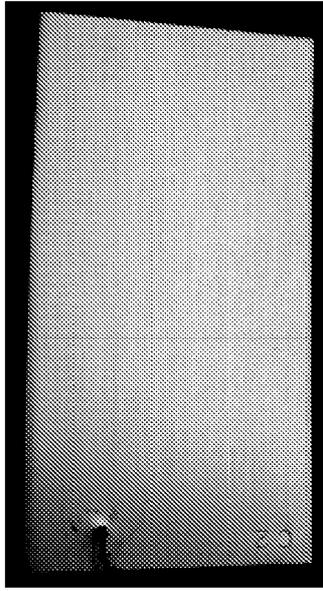


FIG. 6B

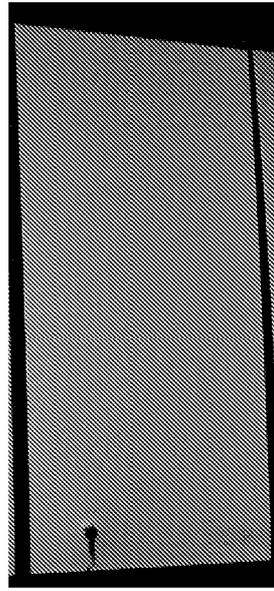


FIG. 6C

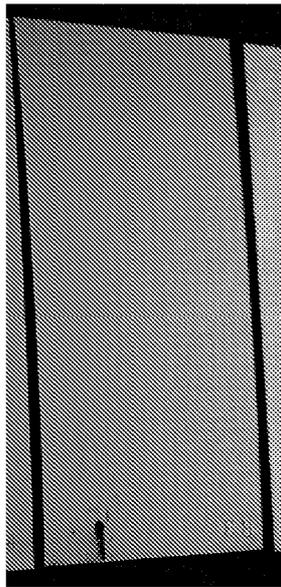


FIG. 6D

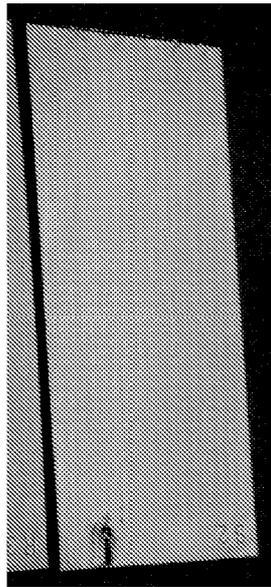


FIG. 6E

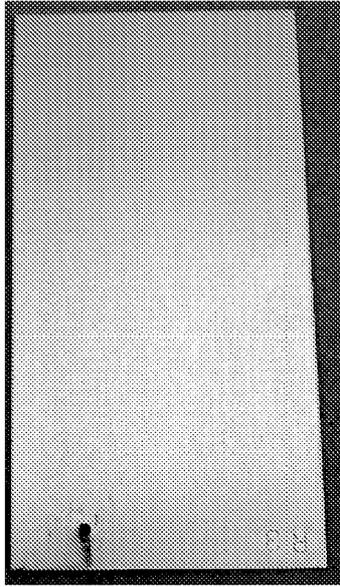


FIG. 7A

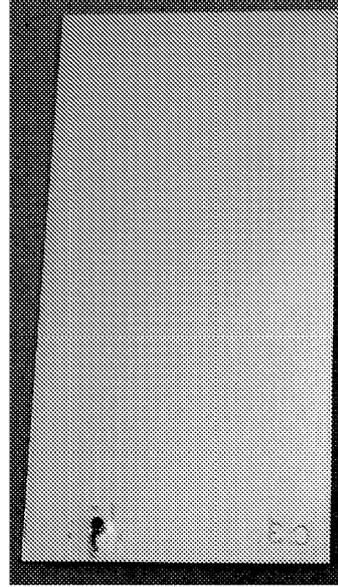


FIG. 7B

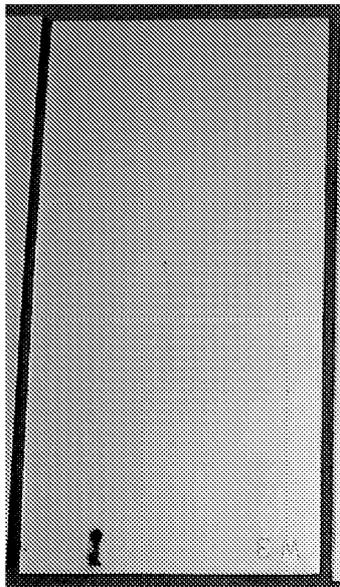


FIG. 8A

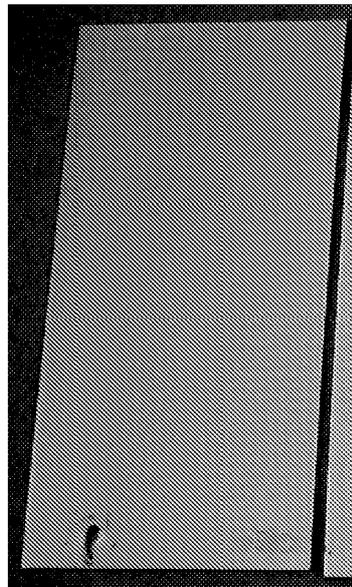


FIG. 8B

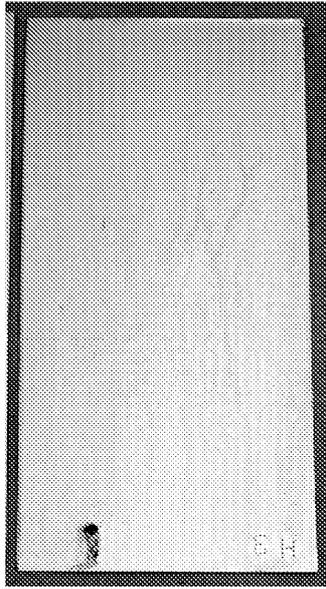


FIG. 8C

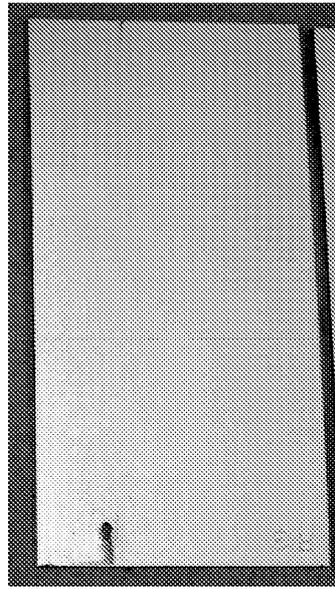


FIG. 8D

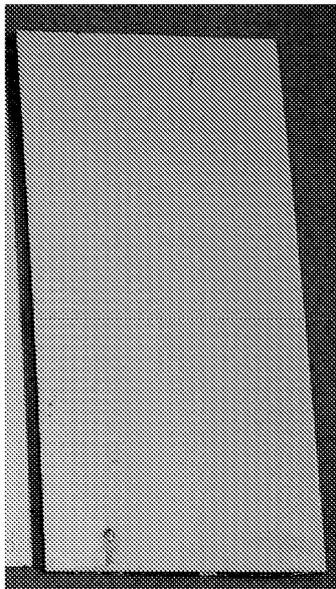


FIG. 8E

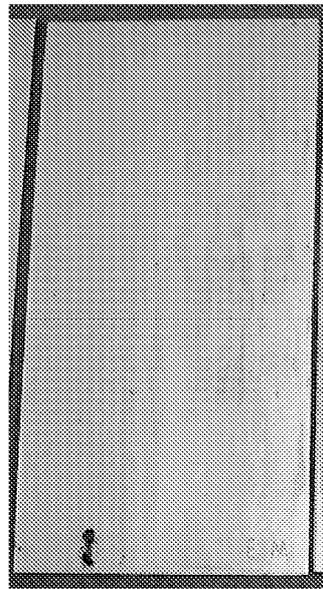


FIG. 9A

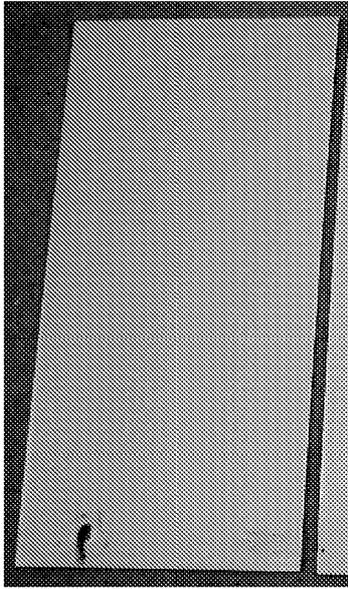


FIG. 9B

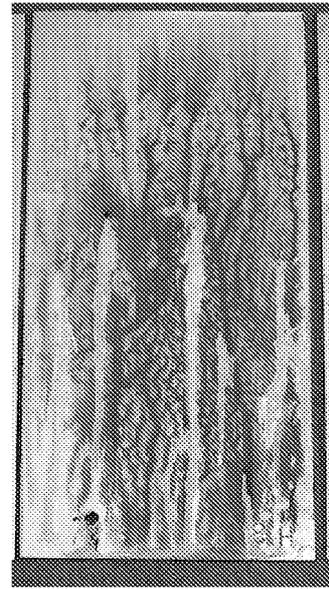


FIG. 9C

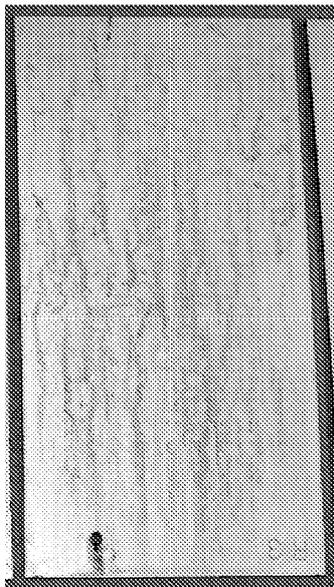


FIG. 9D

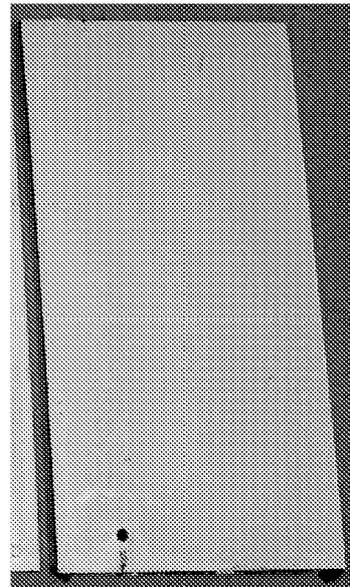


FIG. 9E



FIG. 10A

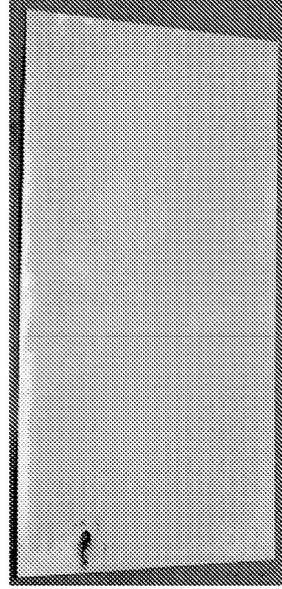


FIG. 10B

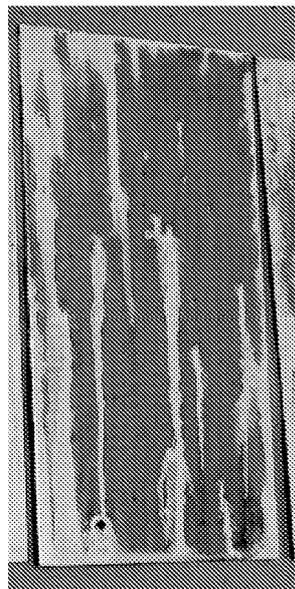


FIG. 10C



FIG. 10D

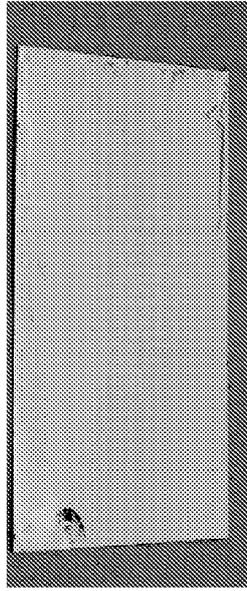


FIG. 10E