

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 594 458**

51 Int. Cl.:

C25D 11/04	(2006.01)
C25D 11/06	(2006.01)
C25D 11/18	(2006.01)
C25D 9/06	(2006.01)
C25D 11/02	(2006.01)
B23K 35/02	(2006.01)
B23K 35/28	(2006.01)
B23K 35/36	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.07.2010 PCT/US2010/042059**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **27.01.2011 WO11011251**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.07.2010 E 10802676 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.09.2016 EP 2456908**

54 Título: **Método para formar una capa de óxido en un artículo soldado fuerte**

30 Prioridad:

23.07.2009 US 227983 P

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

20.12.2016

73 Titular/es:

**CARRIER CORPORATION (100.0%)
One Carrier Place
Farmington, CT 06034, US**

72 Inventor/es:

**JAWOROWSKI, MARK R. y
TARAS, MICHAEL F.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 594 458 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

Método para formar una capa de óxido en un artículo soldado fuerte

Se conoce el aluminio y aleaciones de aluminio y se utilizan en intercambiadores de calor por su relativamente alta fortaleza, conductividad térmica y formabilidad. Por ejemplo, colectores, aletas y/o tubos de intercambiadores de calor se hacen comúnmente de aluminio. Sin embargo, el aluminio se puede corroer en condiciones atmosféricas normales. Por lo tanto, a menudo se aplica un recubrimiento o pintura protectores al aluminio para prevenir la corrosión del aluminio subyacente.

Un inconveniente de utilizar pinturas y recubrimientos protectores es que los procesos de fabricación utilizados para producir un componente de aluminio no siempre son compatibles con el desarrollo de una cohesión fuerte entre el aluminio y los recubrimientos. Por ejemplo, en la fabricación de intercambiadores de calor, se puede utilizar un proceso de soldadura fuerte para cohesionar entre sí aletas, tubos y colectores de aluminio utilizando soldadura fuerte y materiales de fundente. Los materiales de fundente son agentes limpiadores químicos que facilitan la soldadura fuerte y soldadura por fusión al eliminar la oxidación de los metales que se unen. Materiales de fundente utilizados comúnmente pueden dejar un cristal de óxido residual en superficies de los tubos y las aletas, que puede inhibir la cohesión entre un recubrimiento o pintura y el aluminio.

Una etapa en algunos procesos de tratamiento protector implica anodizar superficies de aluminio de los intercambiadores de calor. Con relación al aluminio anodizado se sabe aplicar recubrimientos anódicos al aluminio haciendo el metal anódico en una solución adecuada y con un electrodo contrario adecuado (cátodo). La aplicación de una corriente anódica convierte la superficie del aluminio en óxido de aluminio, que característicamente es duro y resistente al desgaste. Los recubrimientos anódicos son usualmente microporosos y se pueden sellar con tintes para obtener colores deseados o con otras soluciones para mejorar la resistencia a la corrosión o para obtener características de superficie deseadas. Algunas de las soluciones más comúnmente utilizadas para aplicar recubrimientos anódicos sobre aluminio incluyen ácido sulfúrico, ácido crómico, ácido oxálico, ácido sulfoftálico, ácido bórico y sus combinaciones. La patente de EE.UU. publicación 3.259.973 describe un fundente para soldar fuerte uniones fuertes entre metales ligeros tales como magnesio y aluminio que no se decoloran al anodizar.

La presente invención proporciona un método que comprende: aplicar un fundente de soldadura fuerte a una superficie exterior de un artículo de aluminio; soldar fuerte la superficie exterior del artículo de aluminio; anodizar el artículo de aluminio para formar una capa de óxido en la superficie exterior del artículo de aluminio al poner en contacto una parte de la superficie exterior del artículo de aluminio con una solución de electrolito, y aplicar una corriente eléctrica a través de la solución de electrolito con el artículo de aluminio como ánodo para hacer reaccionar el aluminio de la superficie exterior del artículo de aluminio para formar óxido de aluminio, en donde una parte de la capa de óxido se forma entre un residuo de fundente producido por la soldadura fuerte y la superficie exterior del artículo de aluminio; y eliminar fundente de soldadura fuerte de la superficie exterior del artículo de aluminio después de formar la capa de óxido.

Ahora se describirán ciertas realizaciones preferidas de la invención, únicamente a modo de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista delantera de un artículo de aluminio.

La figura 2 es una vista ampliada de componentes de artículo de aluminio antes de soldar fuerte.

La figura 3 es una vista ampliada de una unión soldada fuerte con residuo de fundente.

La figura 4 es una vista ampliada de la unión soldada fuerte de la figura 3 después de anodizar.

La figura 5 es un diagrama de flujo que ilustra un método para anodizar un artículo de aluminio soldado fuerte.

La figura 6 es un diagrama de flujo que ilustra otro método para anodizar un artículo de aluminio soldado fuerte.

La figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra incluso otro método para anodizar un artículo de aluminio soldado fuerte.

La figura 1 ilustra una realización del artículo de aluminio 10. El artículo de aluminio 10 puede ser de aluminio o de una aleación de aluminio. Dentro de esta descripción, "aluminio" se referirá tanto a aluminio como a aleaciones de aluminio. En este ejemplo, el artículo de aluminio 10 es un intercambiador de calor. Sin embargo, se tiene que entender que esta descripción también es aplicable a otros tipos de artículos de aluminio y no se limita a intercambiadores de calor o al tipo de intercambiador de calor mostrado. Si bien la figura 1 ilustra un intercambiador de calor recto (plano), intercambiadores de calor con forma y otras piezas también se pueden beneficiar del método de la invención.

El artículo de aluminio 10 incluye primer colector 12 que tiene entrada 14, salida 16 y partición 26; tubos 18 y 22; segundo colector 20, y aletas 24. El primer colector 12 incluye entrada 14 para recibir un fluido de trabajo, tal como refrigerante, y salida 16 para descargar el fluido de trabajo. Cada uno de una pluralidad de tubos 18 se conecta para transmisión de fluido en un primer extremo al primer colector 12 y en un segundo extremo opuesto al segundo colector 20. Cada uno de una pluralidad de tubos 22 se conecta para transmisión de fluido en un primer extremo al segundo

- colector 20 y en un segundo extremo opuesto al primer colector 12 para devolver el fluido de trabajo al primer colector 12 para descarga a través de la salida 16. La partición 26 se ubica dentro del primer colector 12 para separar la entrada y secciones de salida del primer colector 12. Los tubos 18 y 22 pueden incluir canales, tales como microcanales, para transportar el fluido de trabajo. La configuración de flujo de fluido de trabajo de doble paso descrita anteriormente es únicamente una de muchas posibles disposiciones de diseño. Se pueden obtener configuraciones de flujo de fluido de uno y otros múltiples pasos colocando particiones 26, entrada 14 y salida 16 en ubicaciones específicas dentro del primer colector 12 y el segundo colector 20. El método de la invención es aplicable a artículos de aluminio independientemente de la configuración de flujo de fluido.
- Las aletas 24 se extienden entre tubos 18 y los tubos 22 como se muestra en la figura 1. Las aletas 24 soportan los tubos 18 y 22 y establecen canales de flujo abierto entre los tubos 18 y 22 (p. ej., para flujo de aire) para proporcionar superficies adicionales de transferencia de calor. Las aletas 24 también proporcionan soporte para la estructura de intercambiador de calor. Las aletas 24 se cohesionan a los tubos 18 y 22 en uniones soldadas fuerte 28. Las aletas 24 no se limitan a las secciones transversales triangulares mostradas en la figura 1. También son adecuadas otras configuraciones de aleta (p. ej., rectangular, trapezoidal, ovalada, sinusoidal).
- La figura 2 ilustra un ejemplo de aleta 24 y tubo 18 antes de soldar fuerte. El material de soldadura fuerte 30 se coloca entre aleta 24 y tubo 18. El material de soldadura fuerte 30 se suministra comúnmente como un revestimiento de aleación en la aleta 24 o el tubo 18. El fundente 32 se aplica sobre aleta 24, tubo 18 y material de soldadura fuerte 30 para prevenir la formación de óxido durante la soldadura fuerte. En un ejemplo, el fundente 32 incluye al menos potasio, aluminio y flúor. El flúor puede comprender una mayoría de fundente 32 en peso. Un fundente de este tipo 32 es Nocokol®, disponible en Solvay Fluor GmbH (Hannover, Alemania). El fundente 32 se puede aplicar sobre aleta 24, tubo 18 y material de soldadura fuerte 30 como suspensión llevada en agua o soplado como polvo depositado electrostáticamente. Como alternativa, una pasta de soldadura fuerte que contiene material de soldadura fuerte 30 y fundente 32 se puede aplicar entre aleta 24 y tubo 18 o una varilla de soldadura fuerte recubierta de fundente se puede colocar entre aleta 24 y tubo 18.
- Típicamente, se aplica calor al material de soldadura fuerte fundido 30 y forma la unión soldada fuerte 28 entre aleta 24 y tubo 18. El proceso de soldar fuerte puede ser un proceso de "soldar fuerte con atmósfera controlada" realizado en una atmósfera de nitrógeno sustancialmente puro. A una temperatura predeterminada para soldar fuerte, el fundente 32 interactúa con material de soldadura fuerte 30 para fundir el material de soldadura fuerte 30. El material de soldadura fuerte fundido 30 fluye entre aleta 24 y tubo 18 y forma una cohesión fuerte con la refrigeración y solidificación para formar la unión soldada fuerte 28.
- La figura 3 ilustra una vista ampliada de un ejemplo de unión soldada fuerte 28 del artículo de aluminio 10. El fundente 32 puede dejar un compuesto de flúor residual (residuo de fundente 34) en partes de las superficies de aletas 24 y tubos 18 y 22 después del proceso de soldadura fuerte. El residuo de fundente 34 puede incluir flúor del fundente 32 en combinación con otros elementos de la atmósfera, material de soldadura fuerte 30 o del aluminio de los tubos 18 y 22 o de las aletas 24. Por ejemplo, el residuo de fundente 34 puede incluir fases de flúor y/o fluoro-oxi-compuestos. La composición del residuo de fundente 34 puede variar dependiendo de la composición del fundente 32, material de soldadura fuerte 30 y aluminio; la atmósfera, y el proceso de soldadura fuerte y las condiciones.
- Si no se elimina el residuo de fundente 34 de las superficies de aletas 24 y tubos 18 y 22, el residuo de fundente 34 puede inhibir una fuerte cohesión entre un recubrimiento o pintura protectores depositados posteriormente y el aluminio subyacente de aletas 24 y tubos 18 y 22. El residuo de fundente 34 también puede contribuir a la formación de un producto de corrosión polvoroso sobre superficies del artículo de aluminio 10 que también puede inhibir la cohesión entre una pintura o recubrimiento protectores depositados más tarde o producir una apariencia visual no deseable.
- Para permitir el depósito de un recubrimiento protector posterior, el residuo de fundente 34 se puede eliminar como se describe en la solicitud internacional nº PCT/US09/42552, presentada el 1 de mayo de 2009. Como alternativa, anodizar el artículo de aluminio 10 según la presente invención reduce la cohesión entre el residuo de fundente 34 y las superficies del artículo de aluminio 10. Anodizar el artículo de aluminio 10 también condiciona las superficies del artículo de aluminio 10 para permitir una mejor adhesión con recubrimientos posteriores.
- Generalmente se sabe que anodizar superficies de aluminio mejora la resistencia al desgaste y la dureza de superficie. La anodización de aluminio se realiza normalmente en una superficie de aluminio después de limpiar la superficie de aluminio. Sin embargo, los solicitantes han descubierto que cuando el artículo de aluminio 10 se anodizó antes de la eliminación del residuo de fundente 34, se formó una capa de óxido entre la superficie del artículo de aluminio 10 y el residuo de fundente 34. Para que se forme una capa de óxido entre residuo de fundente 34 y la superficie del artículo de aluminio 10, el residuo de fundente 34 debe ser al menos en cierto modo permeable a corriente iónica. Anodizar el artículo de aluminio 10 antes de eliminar el residuo de fundente 34 proporciona beneficios inesperados.
- En primer lugar, la etapa de anodizar reduce la fortaleza de cohesión entre artículo de aluminio 10 y residuo de fundente 34. Como la capa de óxido se forma por debajo del residuo de fundente 34 (es decir, entre residuo de fundente 34 y la superficie exterior del artículo de aluminio 10), el residuo de fundente 34 no se adhiere tan fuertemente al artículo de aluminio 10. En segundo lugar, la etapa de anodizar mejora la adhesión entre artículo de aluminio 10 y un recubrimiento aplicado posteriormente sin tener que eliminar residuo de fundente 34 primero. Así, no únicamente se puede utilizar la

anodización del artículo de aluminio 10 como proceso de eliminación de residuo de fundente, sino que la anodización también mejora la adhesión entre la superficie exterior del artículo de aluminio 10 y un recubrimiento aplicado posteriormente.

5 La figura 4 ilustra una vista ampliada de la unión soldada fuerte 28 del artículo de aluminio 10 después de haber sido anodizado según la presente invención. Durante la anodización, se forma una capa de óxido 36 a lo largo de superficies exteriores del artículo de aluminio 10 (aletas 24, tubos 18 y 22, colectores 12 y 20) incluyendo por debajo del residuo de fundente 34. La capa de óxido 36 forma una capa generalmente uniforme en la superficie exterior del artículo de aluminio 10. Dependiendo de las condiciones de anodización, la capa de óxido 36 tiene un grosor entre aproximadamente 1 micrómetro y aproximadamente 10 micrómetros. Lo más preferiblemente, la capa de óxido 36 tiene un grosor de aproximadamente 5 micrómetros.

10 La figura 5 ilustra una realización de un método para formar la capa de óxido 36 en la superficie exterior del artículo de aluminio 10. El método 40 incluye aplicar material de soldadura fuerte 30 y fundente 32 al artículo de aluminio 10 (etapa 42), soldar fuerte el artículo de aluminio 10 (etapa 44) y anodizar el artículo de aluminio 10 (etapa 46). El método 40 también incluye la etapa opcional de sellar el artículo de aluminio 10 (etapa 48). Las etapas 42 (aplicar fundente) y 44 (soldar fuerte) se describen anteriormente en referencia a la figura 2.

15 La capa de óxido 36 se forma en la superficie exterior del artículo de aluminio 10 y bajo el residuo de fundente 34 al anodizar el artículo de aluminio 10 en la etapa 46. El proceso de anodización incluye poner en contacto o sumergir al menos una parte del artículo de aluminio 10 en una solución de anodización (electrolito) contenida dentro de un baño, tanque u otro recipiente. El artículo de aluminio 10 funciona como ánodo en una celda electroquímica. Un segundo artículo de metal funciona como cátodo en la celda. Se pasa corriente continua o alterna a través de la solución de anodización para anodizar el artículo de aluminio 10 y formar la capa de óxido 36 bajo el residuo de fundente 34. Corriente continua pulsada o corriente alterna son adecuadas para anodizar el artículo de aluminio 10 según la presente invención. Cuando se utiliza corriente pulsada, la corriente media es preferiblemente de no más de 250 voltios, más preferiblemente de no más de 200 voltios, o lo más preferiblemente de no más de 175 voltios, dependiendo de la composición de la solución de anodización elegida. La densidad de corriente está preferiblemente entre aproximadamente 100 amperios/m² y aproximadamente 300 amperios/m². La solución de anodización se mantiene preferiblemente a una temperatura entre aproximadamente 5 °C y aproximadamente 90 °C durante la etapa de anodizar 46.

20 La capa de óxido 36 se puede formar en el artículo de aluminio 10 y bajo el residuo de fundente 34 de diferentes maneras dependiendo del método de anodizar y la solución elegidos. Primero, la capa de óxido de aluminio 36 puede crecer desde el metal base del artículo de aluminio 10. Segundo, la capa de óxido 36 puede crecer desde el metal base del artículo de aluminio 10 mientras se depositan silicato, fosfato u otros compuestos desde la solución de anodización para formar la capa de óxido cerámica 36. Tercero, la capa de óxido 36 se puede formar por depósito de iones de metal desde la solución de anodización sola. Las diferentes maneras de formar la capa de óxido 36 emplean diferentes soluciones y métodos de anodizar.

25 En aplicaciones en las que la capa de óxido 36 es una capa de óxido de aluminio que ha crecido desde el metal base del artículo de aluminio 10 y bajo el residuo de fundente 34, la solución de anodización típicamente contiene un ácido. Ácidos adecuados incluyen ácido sulfúrico, ácido oxálico, ácido bórico, ácido fosfórico, ácido crómico, y combinaciones de los mismos. El ácido elegido para la solución de anodización afecta a las propiedades de la capa de óxido 36 incluyendo resistencia a la corrosión, dureza y fortaleza de cohesión de adhesión y también puede afectar a coste, complejidad e impacto medioambiental del proceso. La solución de anodización también puede comprender otros compuestos para ajustar pH y otras propiedades de la solución de anodización y el proceso de anodización. En una realización, en la etapa 46 se utiliza una solución de anodización acuosa que contiene ácido sulfúrico a una concentración de aproximadamente 165 gramos por litro a aproximadamente 200 gramos por litro. La solución de anodización acuosa contiene un máximo de aproximadamente 20 gramos de iones de aluminio disueltos por litro y un máximo de aproximadamente 0,2 gramos de cloruro de sodio por litro. Con esta solución de anodización, la densidad de corriente está preferiblemente entre aproximadamente 107 amperios/m² (10 amperios por pie cuadrado) y aproximadamente 162 amperios/m² (15 amperios por pie cuadrado). Utilizar una solución de anodización que contiene ácido sulfúrico proporciona un método relativamente barato para formar la capa de óxido de aluminio 36 en el artículo de aluminio 10.

30 En aplicaciones en las que la capa de óxido 36 es una capa de óxido cerámica, la etapa 46 puede incluir soluciones de anodización adecuadas para métodos tales como los procesos CeraFuse (Whyco Finishing Tecnologías, LLC, Thomaston, CT) y Keronite (Keronite Internacional Ltd., Cambridge, UK). En el proceso CeraFuse, se forma una capa cerámica densa y dura de óxido de aluminio alfa en el artículo de aluminio 10. En el proceso de oxidación electrolítica de plasma de Keronite, se pasa una corriente eléctrica a través de un baño de la solución de anodización de modo que se forma una descarga de plasma controlada en la superficie del artículo de aluminio 10, fundiendo óxidos en el artículo de aluminio 10 a una fase más dura. Ambos procesos CeraFuse y Keronite forman la capa de óxido cerámica 36 bajo el residuo de fundente 34 en el artículo de aluminio 10.

35 En aplicaciones en las que la capa de óxido 36 se forma por depósito de iones de metal desde la solución de anodización, la etapa 46 puede incluir soluciones de anodización adecuadas para métodos tales como el proceso

Alodine® EC²™ (Henkel Corporation, Madison Alturas, MI). En el proceso Alodine® EC²™, la capa de óxido 36 se forma a través del electrodepósito de óxidos de titanio. La solución de anodización puede contener compuestos tales como dióxido de titanio. Según este proceso, iones de metal de la solución de anodización se depositan en el artículo de aluminio 10 para formar la capa de óxido 36. Dado que la capa de óxido 36 se forma únicamente a partir de los iones de metal en la solución de anodización, la base de metal no reacciona para formar una capa de óxido. La capa de óxido 36 formada según este proceso es densa y tiene un alto potencial de adhesión. Como las otras etapas de anodizar 46, el proceso Alodine® EC²™ forma una capa de óxido 36 bajo el residuo de fundente 34 en el artículo de aluminio 10.

La realización del método 40 ilustrada en la figura 5 también incluye sellar la superficie exterior del artículo de aluminio 10 (etapa 48) después de la etapa de anodizar 46. La etapa de sellar 48 se realiza típicamente para el artículo de aluminio 10 en situaciones en las que no se aplicará un último recubrimiento de pintura. Un recubrimiento de pintura aplicado después se adhiere mejor a una superficie exterior no sellada del artículo de aluminio 10 que a una superficie exterior sellada. Sellar la superficie exterior del artículo de aluminio 10 proporciona resistencia adicional a desgaste y corrosión. La etapa de sellar 48 se puede realizar poniendo en contacto o sumergiendo la superficie exterior del artículo de aluminio 10 con acetato de níquel o tratando la superficie exterior con agua hirviendo o vapor de agua, ácido crómico, o compuestos de cromo trivalentes.

La figura 6 ilustra otra realización de un método para formar la capa de óxido 36 en la superficie exterior del artículo de aluminio 10. El método 40B incluye aplicar material de soldadura fuerte 30 y fundente 32 al artículo de aluminio 10 (etapa 42), soldar fuerte el artículo de aluminio 10 (etapa 44) y anodizar el artículo de aluminio 10 (etapa 46). La etapa de anodizar 46 incluye subetapas para pretratar el artículo de aluminio 10 (subetapa 50) y enjuagar el artículo de aluminio 10 (subetapa 52). El método 40 también incluye las etapas opcionales de eliminar fundente residual (residuo de fundente 34) del artículo de aluminio 10 (etapa 54) y aplicar un recubrimiento al artículo de aluminio 10 (etapa 56).

La etapa de anodizar 46 incluye la subetapa de pretratamiento 50. La subetapa de pretratar 50 prepara el artículo de aluminio 10 para anodizar y puede incluir limpieza alcalina, grabado químico alcalino, eliminación ácida de hollín, enjuague con agua o pulverización y combinaciones de los anteriores. En una subetapa de pretratamiento 50, el artículo de aluminio 10 se limpia con una solución alcalina sin silicato a aproximadamente 54 °C (130 °F). La subetapa de pretratar 50 también puede incluir enjuague o pulverización utilizando agua desionizada o agua del grifo para prevenir un atrapamiento de cualesquiera soluciones ácidas o alcalinas utilizadas durante la subetapa de pretratamiento 50.

La etapa de anodizar 46 también incluye enjuagar el artículo de aluminio 10 (subetapa 52). Una vez se ha formado la capa de óxido 36 en el artículo de aluminio 10, el artículo de aluminio 10 se enjuaga con agua para eliminar cualesquiera ácidos residuales y otros productos químicos utilizados en la etapa de anodizar 46. El enjuague con agua impide que ácidos residuales o productos químicos corroan el artículo de aluminio 10 e interfieran con cualesquiera recubrimientos aplicados posteriormente.

La realización del método 40B ilustrada en la figura 6 también incluye eliminar fundente residual del artículo de aluminio 10 (etapa 54). Una vez se forma la capa de óxido 36 en el artículo de aluminio 10 en la etapa 46, el residuo de fundente 34 se puede eliminar más fácilmente del artículo de aluminio 10. El residuo de fundente 34 se puede eliminar enjuagando, pulverizando agua o con tratamiento hidrotérmico. Al anodizar el artículo de aluminio 10 y formar la capa de óxido 36 entre la superficie exterior del artículo de aluminio 10 y el residuo de fundente 34 la cohesión entre residuo de fundente 34 y artículo de aluminio 10 se debilita. Una vez que la cohesión se debilita, el residuo de fundente 34 se elimina más fácilmente. Los parámetros de la etapa de anodizar 46 y las características de la capa de óxido 36 (p. ej., grosor) pueden afectar a cómo de fácil se elimina el residuo de fundente 34.

Después de algunas etapas de anodizar 46, el residuo de fundente 34 se puede eliminar simplemente enjugando el artículo de aluminio 10. El enjuague se puede realizar por inmersión en agua o haciendo fluir agua sobre la superficie exterior del artículo de aluminio 10. La inmersión en agua se puede acompañar con agitación para acelerar la eliminación del residuo de fundente 34. En algunas situaciones, el residuo de fundente 34 se elimina del artículo de aluminio 10 pulverizando agua en la superficie exterior del artículo de aluminio 10. El agua se puede pulverizar en el artículo de aluminio 10 a diversas temperaturas y presiones para eliminar el residuo de fundente 34. En casos en los que el residuo de fundente 34 resiste la eliminación durante pulverización a presión baja, se puede aumentar la presión de agua. En otras situaciones, se utiliza tratamiento hidrotérmico para eliminar residuo de fundente 34. Tratamientos hidrotérmicos adecuados para eliminar residuo de fundente 34 se describen en la solicitud internacional n° PCT/US09/42552, presentada el 1 de mayo de 2009.

El método 40B también incluye aplicar un recubrimiento al artículo de aluminio 10 (etapa 56) después de la etapa de anodizar 46. La etapa de recubrimiento 56 se puede realizar después de la etapa de eliminar fundente residual 54 o inmediatamente después de la etapa de enjuagar 52. La figura 7 ilustra el método 40C en el que la etapa de recubrir 56 se realiza sin una etapa de eliminar fundente. Diversos recubrimientos, incluyendo pinturas o recubrimientos protectores (p. ej., protector UV), se pueden aplicar al artículo de aluminio 10 una vez que la capa de óxido 36 se ha formado en su superficie exterior. Si la etapa de recubrir 56 se realiza después de la etapa de eliminar fundente 54 o la etapa de enjuagar 52, al menos una parte del recubrimiento aplicado directamente contacta con la capa de óxido 36. Los recubrimientos aplicados al artículo de aluminio 10 típicamente ofrecen resistencia a desgaste y corrosión a la superficie exterior del artículo de aluminio 10. La capa de óxido 36 permite al recubrimiento aplicado en la etapa 56 cohesionarse a la superficie exterior del artículo de aluminio 10 con más fortaleza de adhesión y de cohesión que si el recubrimiento se

aplicara a la superficie exterior que tiene residuo de fundente 34 y no capa de óxido 36.

5 La presente invención proporciona un método para formar una capa de óxido en un artículo de aluminio soldado fuerte. La capa de óxido se forma entre la superficie exterior del artículo de aluminio y material de fundente residual aplicado por el proceso de soldadura fuerte. Al formar la capa de óxido, la cohesión entre el material de fundente residual y la superficie exterior del artículo de aluminio se debilita. El material de fundente residual se puede eliminar del artículo de aluminio más fácilmente. La capa de óxido también mejora la capacidad de cohesión de pintura y otros recubrimientos con el artículo de aluminio.

10 Si bien la invención ha sido descrita con referencia a realizaciones ejemplares, los expertos en la técnica entenderán que se pueden hacer diversos cambios y equivalentes pueden ser sustituidos por elementos de las mismas sin apartarse del alcance de la invención. Adicionalmente, se pueden hacer muchas modificaciones para adaptar una situación o material particulares a las enseñanzas de la invención sin apartarse del alcance esencial de la misma. Por lo tanto, se pretende que la invención no se limite a las realizaciones particulares descritas, sino que la invención incluirá todas realizaciones que se encuentren dentro del alcance de las reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un método que comprende:

aplicar un fundente de soldadura fuerte (32) a una superficie exterior de un artículo de aluminio (10);

soldar fuerte la superficie exterior del artículo de aluminio (10);

anodizar el artículo de aluminio (10) para formar una capa de óxido (36) en la superficie exterior del artículo de aluminio (10) al poner en contacto una parte de la superficie exterior del artículo de aluminio (10) con una solución de electrolito, y aplicar una corriente eléctrica a través de la solución de electrolito con el artículo de aluminio (10) como ánodo para hacer reaccionar el aluminio de la superficie exterior del artículo de aluminio (10) para formar óxido de aluminio, en donde una parte de la capa de óxido (36) se forma entre un residuo de fundente (34) producido por la soldadura fuerte y la superficie exterior del artículo de aluminio (10); y

eliminar fundente de soldadura fuerte (34) de la superficie exterior del artículo de aluminio (10) después de formar la capa de óxido (36).

2. El método de la reivindicación 1, en donde la solución de electrolito comprende un ácido seleccionado del grupo que consiste en ácido sulfúrico, ácido oxálico, ácido bórico, ácido fosfórico, ácido crómico y combinaciones de los mismos.

3. El método de la reivindicación 1, en donde la corriente eléctrica es corriente continua pulsada o corriente alterna.

4. El método de la reivindicación 1, en donde la corriente eléctrica tiene una densidad de corriente entre aproximadamente 100 amperios por metro cuadrado y aproximadamente 300 amperios por metro cuadrado.

5. El método de la reivindicación 4, en donde la corriente eléctrica forma un campo eléctrico que tiene una tensión media inferior a aproximadamente 175 voltios.

6. El método de la reivindicación 1, que comprende además:

aplicar un recubrimiento al artículo de aluminio (10), en donde una parte del recubrimiento se aplica sobre la capa de óxido (36).

7. El método de la reivindicación 1, que comprende además:

sellar la superficie exterior del artículo de aluminio (10).

8. El método de la reivindicación 1, en donde la solución de electrolito deposita compuestos de silicato o fosfato en la capa de óxido (36) para formar una capa de óxido cerámica (36).

9. El método de la reivindicación 1, en donde la solución de electrolito contiene un óxido de titanio, y en donde el óxido de titanio deposita iones de metal para formar la capa de óxido (36).

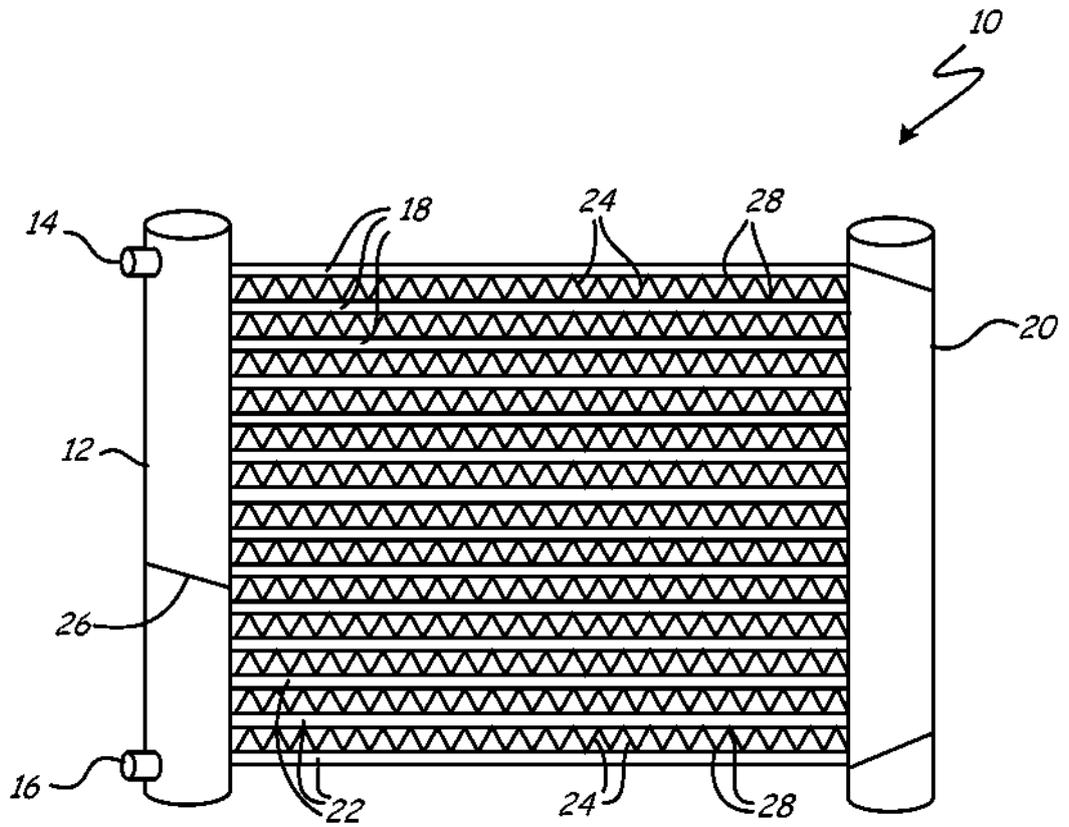
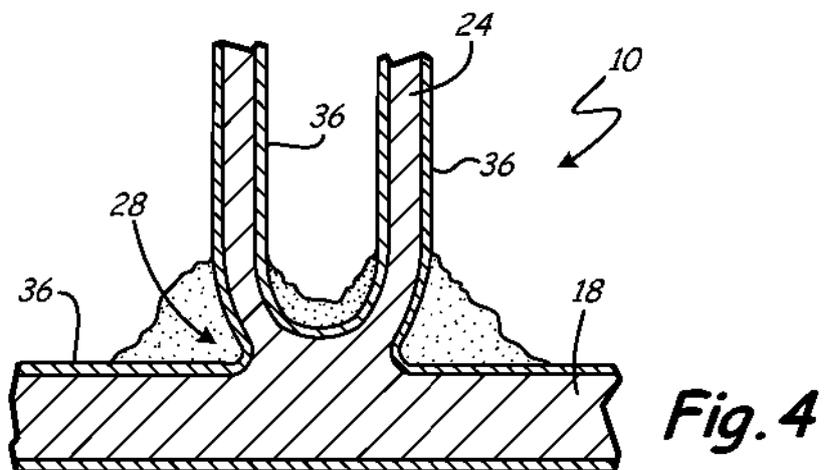
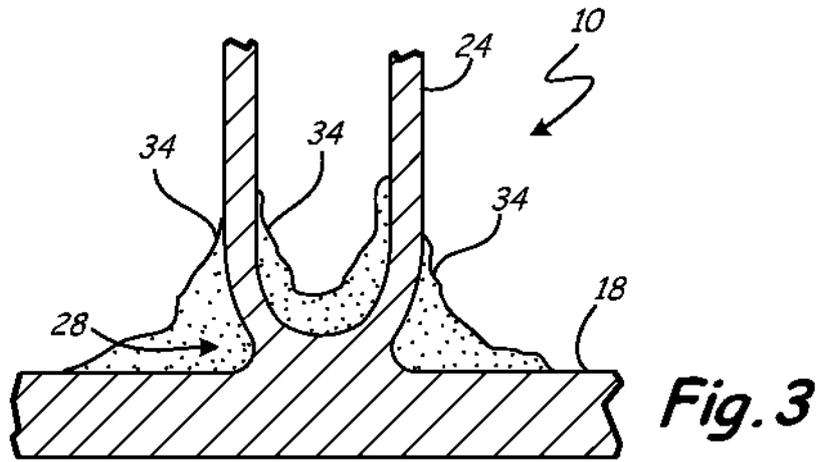
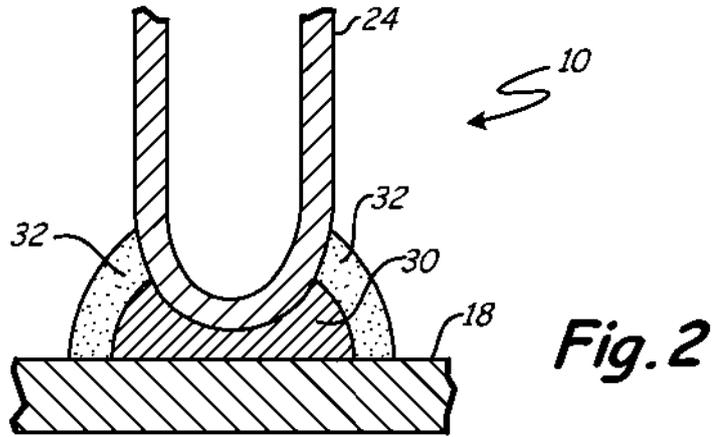


Fig. 1



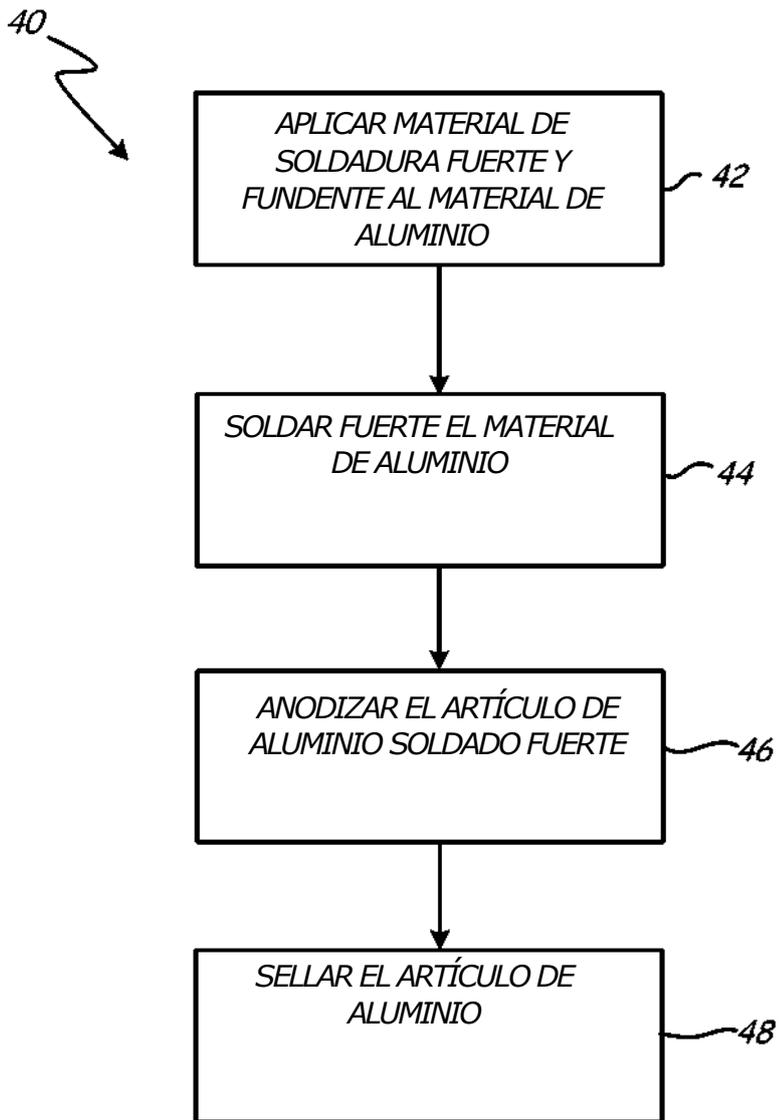


Fig. 5

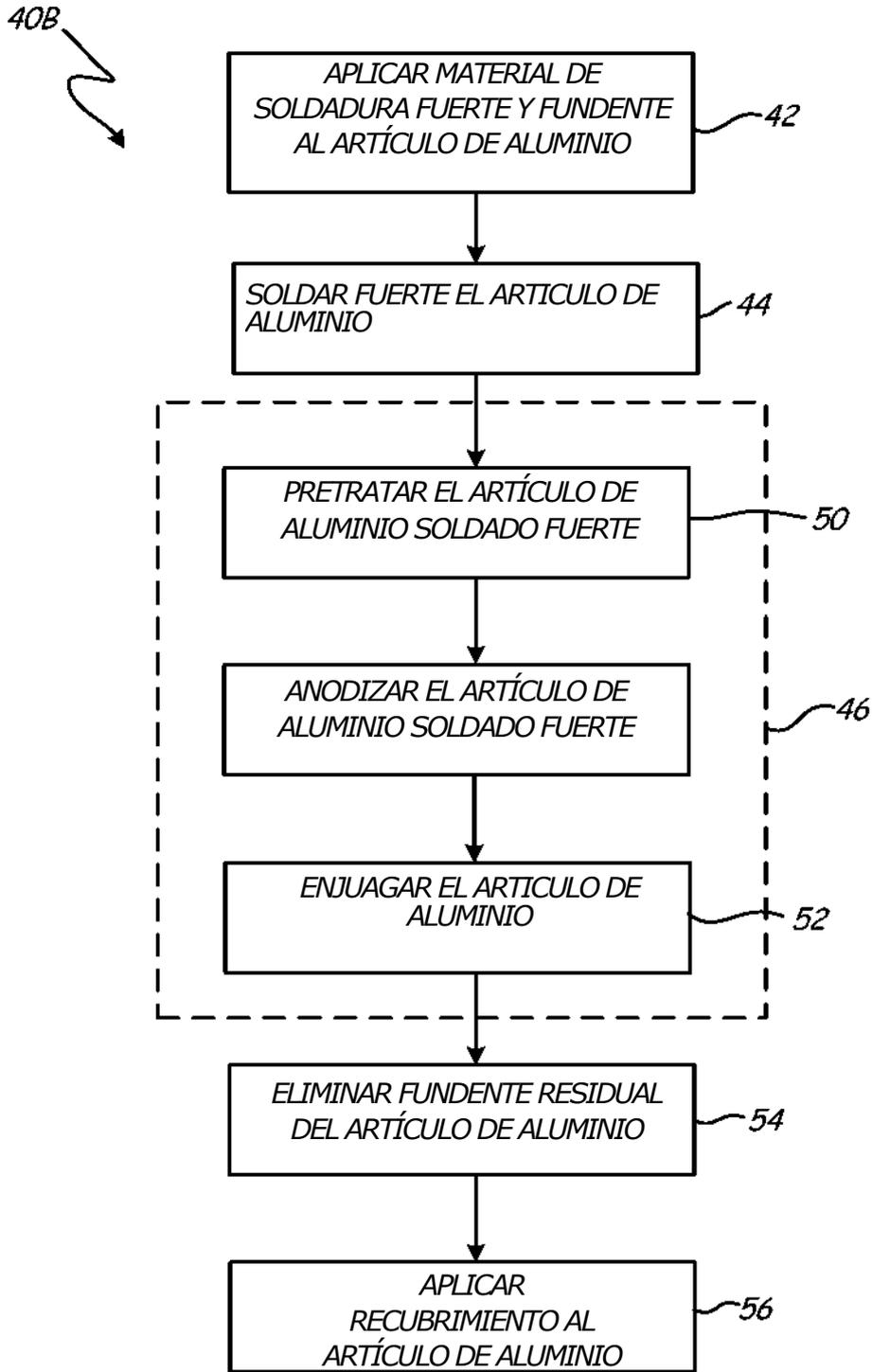


Fig. 6

40C

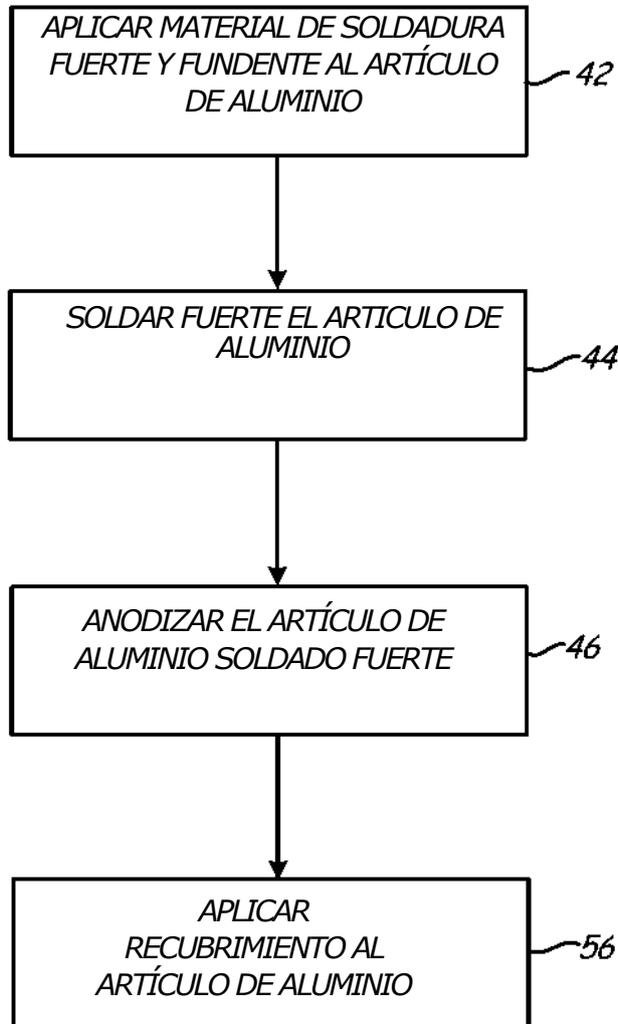


Fig. 7