

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 604**

51 Int. Cl.:
C23C 26/00 (2006.01)
B23K 20/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06725893 .9**
96 Fecha de presentación: **25.04.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1880040**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.01.2008**

54 Título: **MÉTODO PARA FORMAR UNA SUPERFICIE DE PLATA DE AJUSTE CEÑIDO SOBRE UNA PIEZA DE ALUMINIO.**

30 Prioridad:
29.04.2005 FI 20050449

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.12.2011

73 Titular/es:
OUTOTEC OYJ
RIIHITONTUNTIE 7
02200 ESPOO, FI

72 Inventor/es:
POLVI, Veikko y
OSARA, Karri

74 Agente: **García-Cabrerizo y del Santo, Pedro**

ES 2 370 604 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 superficie de plata de ajuste ceñido sobre una pieza de aluminio

5 Campo de la invención

La invención se refiere a un método para formar una superficie altamente electroconductora sobre una pieza de aluminio. Se forma una capa de plata, altamente electroconductora, sobre la pieza mediante una unión eutéctica. La temperatura de la pieza de aluminio se eleva gradualmente y la capa de óxido que se forma sobre la superficie de la pieza se retira. Después de la primera fase de calentamiento, la pieza de plata que se va a fijar se transfiere a la superficie limpiada y, aplicando simultáneamente una carga al punto de contacto, se calienta hasta una temperatura en la que se genera una aleación consistente con el punto eutéctico entre el aluminio y la plata, que continúa para formar una unión metalúrgica a medida que solidifica.

15 Antecedentes de la invención

El aluminio es un metal usado mucho en estructuras conductoras de electricidad, porque su conductividad es muy buena. Sin embargo, el aluminio forma una capa de óxido sobre su superficie en una atmósfera de aire, que obstaculiza considerablemente la conductividad de electricidad hacia o desde la pieza de aluminio. De vez en cuando, es necesario mejorar la conductividad eléctrica de la pieza de aluminio localmente, y esto se realiza, por ejemplo, uniendo piezas de cobre a la pieza de aluminio. Análogamente se conocen también métodos en los que se ha realizado una unión de aluminio y plata, aunque no siempre por razones de mejorar la conductividad.

Cuando algún otro material se une al aluminio, el mayor problema es generalmente la oxidación inmediata del aluminio en la atmósfera de aire. El óxido de aluminio que se genera es difícil de retirar permanentemente, en conexión con los métodos de soldadura normales. Por ejemplo, los agentes de flujo comerciales, que contienen cadmio y fluoruro, no retiran los óxidos en cantidades suficientes y la unión formada por soldadura permanece porosa y débil.

Se conoce un método a partir de la Solicitud WO 2004/042121, en el que se forma una capa de recubrimiento de plata sobre una barra de soporte de electrodo de aluminio. El contacto entre el aluminio y el material de recubrimiento se consigue, en particular, con un método de recubrimiento por pulverización térmica. La técnica de pulverización térmica rompe la capa de pasivado del aluminio, es decir, la capa de óxido, de manera que el contacto de los metales es suficientemente bueno para que se forme una unión metalúrgica y, para fijar el recubrimiento a su sustrato.

Puede conseguirse un recubrimiento hermético sobre la superficie del aluminio con métodos de pulverización térmica, pero el equipo requerido por los métodos también es bastante caro. Además, típicamente en los métodos de pulverización térmica, no todo el material de recubrimiento termina en la superficie de la pieza a recubrir y, en lugar de ello, parte del material de recubrimiento se desperdicia con respecto a la eficacia del método.

La Publicación de Patente EP 28763 describe un método para unir piezas metálicas entre sí. Las piezas pueden ser del mismo metal o de metales diferentes. Las uniones metálicas descritas en la patente son Al-Al, Cu-Cu y Al-Cu, y también se describen uniones en las que se introduce un agente intermedio entre las piezas a unir, tal como una inserción de silicio, una aleación de aluminio-silicio o plata. La unión tiene lugar mediante presión, a una presión de oxígeno elevada, aprovechando la reacción eutéctica que ocurre entre los metales. La temperatura requerida por la reacción eutéctica depende de los materiales a unir y la temperatura usada está en la región de la temperatura eutéctica ± 50 °C. La descripción del método pone de manifiesto que cuando se usa una atmósfera enriquecida en oxígeno para calentar las piezas, las capas de óxido formadas sobre los puntos de contacto de las piezas se estrujan con la aleación eutéctica licuada. En los ejemplos se usa oxígeno puro y la presión usada estaba en la región de 150-710 bar.

La unión de las piezas entre sí, descrita en la Publicación EP tiene lugar a una presión muy alta, que estruja las impurezas y la capa que se oxidaba durante el calentamiento del punto de unión. Sin embargo, el uso de una atmósfera de oxígeno durante el calentamiento, y la alta presión, hacen a este método de enlace muy caro.

La Solicitud JP 57195592 se refiere a un método para unir plata y aluminio entre sí, en el que la oxidación de las superficies se evita realizando una unión por presión con calor, y al vacío o en una atmósfera inerte.

La unión metálica descrita en la solicitud JP mediante presión con calor y al vacío o en atmósfera inerte no es una solución de unión particularmente rentable.

El documento US 2.612.682 desvela un método para revestir una pieza de aluminio con otro metal, mediante el cual una lámina de aluminio se aplica a la capa de metal de revestimiento antes de presionarlo sobre la pieza de aluminio. La lámina de aluminio pretende evitar la oxidación sobre la pieza de aluminio. Para este fin, se requieren dos etapas de temperatura, una para aplicar la lámina de aluminio sobre el metal de revestimiento y la segunda para

presionar con rodillo la unidad de metal de revestimiento, más la lámina, sobre la pieza de aluminio.

Fin de la invención

5 El fin de la invención es eliminar los inconvenientes que surgen en los métodos descritos anteriormente.

El fin de la invención es proponer un método sencillo y barato para formar un recubrimiento de plata altamente conductor sobre una pieza de aluminio. El objetivo es proponer un método en el que el recubrimiento de plata esté formado sobre la superficie de la pieza de aluminio en un entorno normal o ligeramente reductor, y en el que la carga usada en la unión sea sólo una fracción de la usada en la técnica anterior.

10 El fin de la invención es proponer un método en el que la pieza de aluminio se caliente por fases, de manera que la pieza de plata se coloque sobre la superficie de aluminio entre periodos de calentamiento. Antes de aplicar la pieza de plata, la capa de óxido puede retirarse también de la superficie de la pieza de aluminio.

15 Sumario de la invención

Las características básicas del método de acuerdo con la invención se presentan en las reivindicaciones adjuntas.

20 La invención se refiere a un método para formar un recubrimiento de plata altamente electroconductor sobre la superficie de una pieza de aluminio, con lo que la pieza de aluminio, limpiada de la capa de óxido, se calienta por fases. Después de la primera fase de calentamiento, la pieza de plata se aplica a la superficie del aluminio. La segunda fase de calentamiento se realiza al menos a la temperatura requerida por la reacción eutéctica entre el aluminio y la plata, formándose una unión metalúrgica a partir de la difusión de la capa fundida entre los metales. El calentamiento tiene lugar en condiciones atmosféricas o ligeramente reductoras. Se aplica una carga de aproximadamente 0,2-2 bar al punto de unión. Preferentemente, la carga es de tipo puntual y se repite cíclicamente. La capa de óxido se retira de la superficie de unión de la pieza de aluminio, según sea necesario, después de la primera fase de calentamiento, antes de que la pieza de plata se aplique a la superficie de la unión

30 Descripción detallada de la invención

En base al dibujo de equilibrio de plata y aluminio, se sabe que el punto de fusión eutéctico mínimo está a 567 °C. La solubilidad de plata en aluminio sube de forma brusca desde 400 °C hasta la temperatura eutéctica, donde la solubilidad máxima es de aproximadamente el 56 por ciento en peso. La solubilidad del aluminio en plata en el punto eutéctico es de aproximadamente el 5 por ciento en peso. Cuando sube la temperatura al unir las piezas, se crea una película fina de óxido sobre la superficie de la plata que, sin embargo, se degrada a una temperatura de aproximadamente 200 °C. Esto posibilita la difusión eficaz y las reacciones de generación de una unión metalúrgica.

40 En el método desarrollado ahora, el objetivo era formar una unión metalúrgica entre el aluminio y la plata de una forma tan fácil y directa como fuera posible. De acuerdo con el método, el área de unión de una pieza de aluminio se limpia de su capa de óxido y se calienta a 270-330 °C, preferentemente a 300 °C. La retirada de la capa de óxido puede realizarse mecánicamente, por ejemplo, por rectificación, puesto que el área de unión en cuestión generalmente no es extensiva. Si fuera necesario, la retirada de la capa de óxido se realiza también después de la primera fase de calentamiento. Sin embargo, con la asignación correcta, las fases de trabajo lineal y trabajo temporizado correctamente, la retirada de una capa de óxido a altas temperaturas puede evitarse fácilmente, y el tratamiento puede realizarse en su totalidad antes de comenzar el calentamiento. Sin embargo, para asegurar una calidad incondicionalmente buena, puede realizarse rectificación también entre las fases de calentamiento.

50 Inmediatamente después de la primera fase de calentamiento y la posible retirada de la capa de óxido, la pieza de plata o lámina de plata a fijar se aplica a la superficie de la pieza de aluminio, y el calentamiento de las piezas continúa en la segunda fase, hacia el punto eutéctico de Al-Ag. Durante el calentamiento, la pieza de plata se presiona ligeramente, de manera que la carga es de aproximadamente 0,2-3 bar. La presión no debe ser continua ni estar por toda el área de la pieza de plata, en lugar de ello, es de tipo puntual y se repite cíclicamente. Cuando el área de unión alcanza el punto eutéctico, los eutécticos comienzan a rebosar hacia el exterior, bajo la pieza de plata. El calentamiento continúa hasta que hay un fundido eutéctico en toda el área de unión. Cuando el calentamiento de una pieza se detiene, la aleación eutéctica que se forma solidifica y la plata se sujeta al aluminio mediante un enlace metalúrgico.

60 El calentamiento de la pieza de aluminio tiene lugar dependiendo de la pieza, usando una antorcha de precalentamiento, una herramienta de calentamiento controlada por calor adaptada para el objeto (por ejemplo, que funciona por resistencias) o en un horno. El calentamiento debe realizarse en una atmósfera de aire normal o en condiciones ligeramente reductoras. Las condiciones reductoras se consiguen cuando, por ejemplo, la antorcha de precalentamiento está ajustada para funcionar con una llama reductora. Si el calentamiento se realiza en un horno, puede suministrarse un gas protector inerte (por ejemplo, argón) o un gas reductor (por ejemplo, hidrógeno) al horno.

65

La eficacia del método desarrollado ahora en el propio trabajo de recubrimiento es el 100%, aunque cualquier mecanizado de acabado puede reducir la eficacia en algún grado. Por otro lado, el mecanizado de acabado reduce la eficacia de un material recubierto fabricado por pulverización en caliente, por ejemplo, exactamente de la misma manera. Cuando se recubre con plata, en particular, una alta eficacia significa ahorros considerables en costes de material.

Ejemplos

Ejemplo 1

Se fabricó una unión de plata sobre barras de ensayo de aluminio con el método de acuerdo con la invención. El calentamiento se realizó con una antorcha de acetileno, y la temperatura de las piezas se controló durante el calentamiento con un termómetro de superficie digital, basado en un termopar. Cuando la temperatura de la superficie de la barra de ensayo alcanzó los 300 °C, la capa de óxido se retiró de la superficie por rectificación y la pieza de plata se colocó sobre la superficie limpiada. El calentamiento se reanudó a la temperatura eutéctica de 567 °C. Una carga puntual e intermitente, del orden de 0,3-0,6 bar, se dirigió sobre algunas barras de ensayo durante el calentamiento, y otras no se sometieron a ninguna carga en absoluto. En la práctica, el calentamiento podía continuar a 25 °C, incluso 40 °C por encima del punto eutéctico. Las reacciones de difusión transcurrieron tan rápidamente a dichas temperaturas en los metales en cuestión, que la formación de la unión solo tarda unos pocos segundos. En el trabajo rutinario práctico, el control de la temperatura puede realizarse visualmente controlando el comportamiento del fundido / rebose del fundido fuera del borde de la unión. Se consigue una llama reductora mediante un ajuste de antorcha ordinario (parte reductora de la llama).

Se tomaron microsecciones de las barras de ensayo enfriadas, y se examinaron al microscopio. Las imágenes del microscopio mostraron que el eutéctico en las barras de ensayo, fabricadas sin carga, se había dispersado con una topografía fragmentaria y ondulante en zonas bastante gruesas, tanto hacia el aluminio como hacia la plata. Las imágenes muestran también una fase sigma, que se genera a las altas temperaturas del punto eutéctico. El espesor del borde de la junta era de varios cientos de micrómetros.

Las imágenes del microscopio de las barras de ensayo, en las que se había usado carga durante la unión, mostraban que durante la compresión mecánica el fundido eutéctico había rebosado fuera del borde de unión y, como resultado, había un borde de unión uniforme que era solo de decenas de micrómetros de espesor.

Los ensayos de resistencia a tracción se realizaron en las barras de ensayo que se habían sometido a carga durante el calentamiento, para determinar la resistencia de las uniones. La resistencia a tracción final media de las barras estaba por encima de 94 N/m².

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para formar un recubrimiento de plata altamente electroconductor sobre la superficie de una pieza de aluminio, que comprende las etapas de
- limpiar el área de unión de la pieza de aluminio de su capa de óxido,
 - calentar la pieza de aluminio en una primera fase de calentamiento,
 - aplicar la pieza de plata a fijar a la superficie de la unión,
 - reanudar el calentamiento en una segunda fase, al menos a la temperatura requerida para la reacción eutéctica entre el aluminio y la plata, teniendo lugar el calentamiento en una atmósfera de aire, o en condiciones ligeramente reductoras, y dicha la carga se aplica al punto de unión durante el segundo periodo de calentamiento, y que dicha carga es de tipo puntual y se repite en ciclos.
- 10
- 15 2. Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por que** en la primera fase de calentamiento la temperatura de la pieza de aluminio se eleva a un intervalo entre 280-300 °C.
3. Un método de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado por que** en la primera fase de calentamiento la temperatura de la pieza de aluminio se eleva a una temperatura de aproximadamente 300 °C.
- 20 4. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, **caracterizado por que** la capa de óxido formada sobre la capa de aluminio se retira después de la primera fase de calentamiento.
- 25 5. Un método de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado por que** la retirada de la capa de óxido se realiza mecánicamente por rectificación.
- 30 6. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, **caracterizado por que** la carga aplicada al punto de unión en la segunda fase de calentamiento es del orden de 0,2-3 bar.
7. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, **caracterizado por que** el calentamiento de la pieza de aluminio se realiza con una antorcha de precalentamiento.
- 35 8. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** la antorcha es una antorcha de acetileno.
9. Un método de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado por que** el calentamiento se realiza en una parte reductora de la llama.
- 40 10. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, **caracterizado por que** el calentamiento de la pieza de aluminio se realiza con una herramienta de calentamiento a temperatura controlada.
- 45 11. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-6, **caracterizado por que** el calentamiento de la pieza de aluminio se realiza en un horno.
12. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado por que** hay una atmósfera de gas protector en el horno.
13. Un método de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado por que** hay una atmósfera reductora en el horno.