

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 404 289**

51 Int. Cl.:

**B23K 20/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2007 E 07731862 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.01.2013 EP 2007544**

54 Título: **Procedimiento de soldadura por fricción-agitación con un dispositivo de perno retráctil con retracción del perno retráctil al final de la trayectoria**

30 Prioridad:

**20.04.2006 FR 0651383**

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

**27.05.2013**

73 Titular/es:

**EUROPEAN AERONAUTIC DEFENCE AND  
SPACE COMPANY EADS FRANCE (50.0%)  
37, BOULEVARD DE MONTMORENCY  
75781 PARIS CEDEX 16, FR y  
EADS CCR (50.0%)**

72 Inventor/es:

**MARIE, FRANÇOIS**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 404 289 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

Procedimiento de soldadura por fricción-agitación con un dispositivo de perno retráctil con retracción del perno retráctil al final de la trayectoria.

5 La invención concierne a un procedimiento de realización de una junta soldada por fricción-agitación de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 (véase por ejemplo el documento JP 10/193140 A). De modo más preciso, la invención concierne a un procedimiento de soldadura de este tipo que permite soldar dos paneles unidos uno contra el otro en toda o en parte de su superficie de contacto. La invención encuentra aplicaciones especialmente en la industria aeronáutica para la soldadura de chapas, de refuerzos, etc

10 La soldadura por fricción es un procedimiento de soldadura mecánica en el que el calor necesario para la soldadura es facilitado frotando o poniendo en rotación una contra la otra las piezas que hay que ensamblar bajo una presión axial.

15 A fin de poder soldar una a otra piezas relativamente voluminosas, que no puedan ser puestas fácilmente en rotación, se conoce utilizar la soldadura por fricción-agitación. La soldadura por fricción-agitación utiliza un dispositivo rotatorio, que comprende un perno perfilado y un resalte. El perno es hundido en el material de las piezas que hay que soldar hasta que el resalte toque a la superficie del material que hay que soldar. El material es calentado por fricción a temperaturas a las que éste es fácilmente deformable. Cuando el dispositivo de soldadura avanza, el material fluye de delante hacia atrás de la trayectoria del perno para formar una junta soldada. Por delante y atrás, se entiende con respecto al sentido de avance del dispositivo de soldadura durante la citada operación de soldadura. Por junta soldada, se entiende el material de las superficies que hay que soldar, desplazado cuando éste está en estado pastoso por el avance del perno del dispositivo de soldadura.

20 El procedimiento de soldadura por fricción-agitación, por su naturaleza, tiene numerosas ventajas. Especialmente, el procedimiento no necesita la aportación de ningún material adicional, tal como gas o metal. Por otra parte, en la medida en que el citado procedimiento opera en fase pastosa, no hay fusión del material de las piezas que hay que soldar. Por ello, las deformaciones son pequeñas y los riesgos de soldadura, fisuración en caliente, inclusión, etc, disminuyen considerablemente. Además, en la medida en que las temperaturas alcanzadas permanecen inferiores al punto de fusión de los materiales que hay que soldar, las características mecánicas del ensamblaje final son elevadas y en la mayoría de los casos superiores a las obtenidas con procedimientos de soldadura tradicionales.

25 Sin embargo, el acabado de la junta soldada obtenido utilizando el procedimiento de soldadura por fricción-agitación tal como es conocido actualmente puede no ser satisfactorio.

30 En efecto, como está representado en la figura 1 del estado de la técnica, la junta soldada no puede recorrer de un borde al otro la zona de recubrimiento de los paneles que hay que soldar, respectivamente inferior 1 y superior 2, porque el material en estado pastoso podría fluir al borde del panel superior 2 si la junta soldada se iniciara o terminara en o más acá o más allá de un borde del citado panel superior. Por panel, se entiende cualquier pieza provista de una superficie extendida y de pequeño espesor en relación con las otras dimensiones del panel.

35 El panel superior 2 recubre por tanto al menos parcialmente al panel inferior 1, de modo que al menos una porción de una superficie del panel inferior 1 queda recubierta en la proximidad de cada extremidad de la junta soldada por una porción de una superficie del panel superior 2 sin junta soldada.

40 Para soldar los dos paneles 1, 2 se utiliza un dispositivo de soldadura 3 por fricción-agitación. El dispositivo de soldadura 3 está provisto de un perno 4 en saliente sobre un resalte 8 del cuerpo 7 del citado dispositivo de soldadura 3. El perno 4 es una excrescencia fija con respecto al cuerpo 7 del dispositivo de soldadura 3. El dispositivo de soldadura 3 es puesto en rotación rápida y frota sobre los dos paneles 1 y 2 situados y mantenidos en la posición de ensamblaje deseada por herramientas no representadas. La fricción del dispositivo de soldadura 3 sobre los paneles 1, 2 se transforma en calor y provoca un reblandecimiento del material de los citados paneles 1, 2, que entra entonces localmente en un estado pastoso. El perno 4 tiene una longitud adaptada para penetrar en el plano de junta, en la interfaz entre los paneles superior 2 e inferior 1 que hay que soldar. El perno 4 en el transcurso de su movimiento de rotación y de su traslación mezcla íntimamente los materiales de los dos paneles 1, 2, por una operación combinada de forja y de extrusión de los citados materiales. El ensamblaje se efectúa de vez en cuando.

45 Debido a los riesgos de flujo del material reblandecido de la parte delantera hacia la parte trasera del perno 4, no es posible iniciar la soldadura por fricción-agitación a nivel de la extremidad trasera 5 del panel superior 2, ni terminar la citada soldadura exactamente a nivel de la extremidad delantera 6.

50 Por otra parte, al final de la soldadura, es necesario retirar el dispositivo de soldadura 3. Así, durante la retirada, el perno 4, a nivel de la extremidad delantera de la junta soldada obtenida, deja una huella, o agujero de soldadura, en los paneles 1, 2 soldados. La presencia de esta agujero de soldadura fragiliza la unión entre los dos paneles 1 y 2. Además, aumentan los riesgos de corrosión y de fisuración en el lugar de soldadura.

55 Para suprimir el agujero de soldadura al final de la junta soldada, los paneles soldados se realizan generalmente con dimensiones superiores a las dimensiones deseadas, y después se cortan los citados paneles tras su ensamblaje

habiendo tenido cuidado de terminar la soldadura en una de las zonas que será eliminada con el agujero de soldadura.

5 En el caso de una soldadura borde con borde, y cuando la junta soldada sigue una trayectoria que se cierra sobre sí misma, no es posible suprimir el agujero de soldadura por eliminación de la zona de los paneles en la que se forma el agujero de soldadura. En este caso, es conocido utilizar un dispositivo de soldadura 10 por fricción-agitación, un detalle del cual está representado en la figura 2 del estado de la técnica, que está provisto de un perno 12 retráctil.

10 El dispositivo de soldadura 10 comprende al menos dos partes. Una primera parte 11 forma el resalte destinado a generar por fricción el calor necesario para la soldadura. La segunda parte está constituida por el perno retráctil 12 que está montado móvil según el eje de rotación del dispositivo de soldadura 10 en el interior del resalte 11. De esta manera, el perno retráctil 12 puede ser hundido más o menos, a demanda, en el plano de la junta, es decir penetrar más o menos profundamente en el espesor de los paneles adyacentes borde con borde. Cuando la trayectoria de la herramienta de soldadura 10 vuelve a su punto de partida después de haber recorrido una trayectoria que se cierra sobre sí misma, el usuario del dispositivo de soldadura por fricción-agitación 10 provoca la retracción progresiva del perno retráctil 12, de manera que el perno retráctil 12 quede retraído completamente antes de que el resalte 11 ya no esté en contacto con la superficie del panel.

15 Naturalmente, es posible utilizar un dispositivo de soldadura 10 provisto de un perno retráctil 12 para realizar una junta soldada según una línea abierta, pero en este caso la junta soldada obtenida es de peor calidad a nivel de la extremidad soldada a nivel de la cual el perno ha sido retraído, degradándose las características de la junta soldada cuando el perno penetra menos profundamente en el espesor de los paneles.

20 En efecto, y como se ve en la figura 2, a medida que se produce la retracción del perno 12, la profundidad de penetración del perno retráctil 12 en el espesor del panel 13 es cada vez menor y después llega a ser nula, de modo que la cantidad de material del panel 13 agitado y mezclado con el material del panel adyacente borde con borde es cada vez más pequeña. La solidez de la junta soldada obtenida es por tanto igualmente cada vez menor. La extremidad correspondiente de la junta soldada, y de los paneles, está debilitada y no queda resuelto el problema encontrado con el procedimiento de soldadura que pone en práctica un dispositivo de soldadura 3 que comprende un perno fijo 4. Cuando las piezas que hay que soldar tienen sus dimensiones definitivas antes de la operación de soldadura y éstas no pueden ser recortadas a nivel de la junta soldada obtenida, se obtiene un debilitamiento de las piezas soldadas obtenidas.

25 En la invención, se pretende mejorar el procedimiento de soldadura por fricción-agitación del estado de la técnica. Especialmente, se busca facilitar un procedimiento de soldadura por fricción-agitación de dos paneles que permita suprimir el agujero de soldadura al final de la junta soldada, al tiempo que se garantice una buena calidad de la junta soldada en toda su longitud. Por longitud de la junta soldada, se entiende la dimensión de la citada junta que se extiende desde la extremidad trasera denominada de inicio hasta la extremidad delantera denominada de final de junta soldada. Por extremidad delantera, o final de junta soldada, se entiende la porción de junta soldada obtenida al final del procedimiento de soldadura.

30 Para esto, en la invención, se utiliza un dispositivo de soldadura por fricción-agitación provisto de un perno retráctil cuya trayectoria se extiende más allá de la extremidad delantera de la junta soldada y cuyo perno retráctil está retraído en una porción de la trayectoria que comienza o no en la zona de la junta soldada y se extiende más allá de la extremidad delantera de la junta soldada. El procedimiento puede ser asociado a la realización previa en un panel superior, panel cuya cara libre es recorrida por el dispositivo de soldadura, de un borde progresivamente adelgazado de su extremidad delantera, a nivel de la cual debe terminarse la junta soldada. Por adelgazamiento progresivo, se entiende que la extremidad delantera presente variaciones de espesor, de manera que disminuya progresivamente el espesor del panel desde el espesor inicial hasta un espesor nulo. Por ejemplo, la extremidad delantera del panel superior está provista de un chaflán que forma un bisel. La extremidad delantera puede estar provista de otra manera de una sucesión de escalones unidos o no por chaflanes. A medida que se produce el avance del dispositivo de soldadura por fricción-agitación sobre el panel superior, a nivel de la extremidad delantera adelgazada, se hace retraer el perno retráctil, al tiempo que se mantiene por ejemplo una profundidad de hundimiento sensiblemente constante en el panel inferior. Gestionando la salida y la retracción del pasador retráctil del dispositivo de soldadura, se obtiene, así, una penetración sensiblemente constante en el espesor del panel inferior. El espesor del material del panel inferior que participa en la formación de la junta soldada es entonces el mismo en toda la longitud de la junta soldada. Las características mecánicas de la junta soldada son por tanto homogéneas y los paneles soldados no se degradan.

35 Así pues, a fin de realizar una junta soldada en toda la longitud deseada sin que al final de la soldadura persista un agujero de soldadura, la invención tiene por objeto un procedimiento de realización de una junta soldada por fricción-agitación de dos paneles de acuerdo con la reivindicación 1.

En este caso el perno retráctil es retraído en función de la posición del dispositivo de soldadura sobre el borde delantero adelgazado para conservar una profundidad deseada de penetración en el panel inferior.

- En particular es retraído para mantener una profundidad sensiblemente constante de agitación en el espesor del panel inferior entre la extremidad de inicio y la extremidad de final de la junta soldada.
- 5 En un modo particular de puesta en práctica del procedimiento, el borde delantero está adelgazado por medio de un bisel, cuyo bisel tiene una longitud preferentemente comprendida entre 4 y 15 veces el espesor del panel superior a fin de limitar los riesgos de flujo del material llegado al estado pastoso por la operación de soldadura.
- Para asegurar la aportación correcta de energía por fricción, el eje del dispositivo de soldadura es orientado para ser mantenido sensiblemente perpendicular a la superficie de contacto con el ensamblaje de los paneles en cualquier punto de la trayectoria del citado dispositivo de soldadura en particular sobre el borde adelgazado.
- 10 De manera alternativa, el sentido de desplazamiento del dispositivo de soldadura es modificado de tal manera que la porción de trayectoria seguida por el dispositivo de soldadura que se extiende más allá de la extremidad de final de junta soldada se sitúe en la región de la zona de recubrimiento de los dos paneles que hay que soldar.
- 15 En este caso el perno retráctil es ventajosamente retraído, desde su posición al final de la junta soldada, en el transcurso de la porción de trayectoria seguida por el dispositivo de soldadura después del final de la junta soldada. El perno retráctil puede igualmente sobresalir hacia el exterior para asegurar la agitación de los materiales de los paneles, por ejemplo en una porción de la junta soldada ya realizada, al menos en una parte de la porción de la trayectoria seguida por el dispositivo de soldadura desde la extremidad de final de junta soldada antes de retraer el perno retráctil para evitar la formación de un agujero de soldadura.
- 20 Para mejorar la calidad de la junta soldada en su extremidad por la cual la junta ha comenzado, y en particular para reducir al máximo la longitud no soldada o en la cual las características de la soldadura no fueran óptimas, el procedimiento comprende además una etapa en el transcurso de la cual la trayectoria del dispositivo de soldadura entre la extremidad de inicio de junta soldada y la extremidad del final de junta soldada va precedida por una porción de trayectoria que empieza en un punto de contacto del citado dispositivo de soldadura con uno o con los paneles en curso de ensamblaje y que llega a la extremidad del inicio de junta soldada.
- 25 El citado punto de contacto del dispositivo de soldadura es elegido en una zona descubierta delantera del panel inferior.
- Ventajosamente, el panel superior comprende un borde trasero, situado en el borde del citado panel en el lado de la extremidad de inicio de junta soldada, progresivamente adelgazado, por ejemplo por medio de un bisel cuya longitud está ventajosamente comprendida entre 5 y 15 veces el espesor del panel superior.
- 30 En estos casos, el perno retráctil sobresale en función de la posición del dispositivo de soldadura sobre el borde trasero adelgazado para conservar una profundidad deseada de penetración en el panel inferior.
- Además, el eje del dispositivo de soldadura es orientado para ser mantenido sensiblemente perpendicular a la superficie de contacto con el ensamblaje de los paneles en cualquier punto de la trayectoria del citado dispositivo de soldadura sobre la porción de trayectoria entre el punto de contacto del citado dispositivo de soldadura con uno o con los paneles y la zona de la trayectoria o en la que el espesor del panel superior es sensiblemente constante.
- 35 El procedimiento de soldadura de acuerdo con la invención es ventajosamente puesto en práctica para la soldadura de un panel alargado, por ejemplo en el que la relación entre la longitud y la anchura sea al menos igual a 10, tal como un refuerzo estructural, sobre un panel de grandes dimensiones cuya anchura sea del mismo orden de magnitud que la longitud, tal como por ejemplo un panel de revestimiento de una estructura tal como un fuselaje de aeronave.
- 40 La invención se comprenderá mejor con la lectura de la descripción que sigue y con el examen de las figuras que la acompañan. Éstas se presentan a título indicativo y en modo alguno limitativo de la invención. Las figuras representan:
- Figura 1: Una representación esquemática de un dispositivo de soldadura por fricción-agitación de perno fijo del estado de la técnica, ya descrito anteriormente;
- 45
- Figura 2: Una representación esquemática de un dispositivo de soldadura por fricción-agitación de perno retráctil del estado de la técnica, ya descrito anteriormente;
  - Figuras 3a y 3b: Dos representaciones esquemáticas de un dispositivo de soldadura por fricción-agitación para soldar dos paneles, no cubierto por la invención, en las cuales la retracción final del perno retráctil se sitúa a nivel de una extremidad soldada;
- 50
- Figuras 4a y 4b: Dos representaciones esquemáticas de un dispositivo de soldadura por fricción-agitación para soldar dos paneles de acuerdo con la invención, en las cuales la retracción final del perno retráctil está situada a nivel de la zona de recubrimiento de los paneles;

- Figura 5: Otra representación esquemática de un dispositivo de soldadura por fricción-agitación para soldar dos paneles, no cubierto por la invención, en la cual la retracción final del perno retráctil está situada a nivel de la zona de recubrimiento de los paneles.

5 En la Figura 3a está representado un panel inferior 20 recubierto al menos parcialmente por un panel superior 21. Por panel superior, se entiende el panel que es sometido directamente a la acción de un dispositivo de soldadura por fricción-agitación en una de sus caras, denominada cara superior. Por panel inferior, se entiende el panel situado debajo de la cara inferior del panel superior, opuesta a la cara del panel superior directamente sometida a la acción del dispositivo de soldadura.

10 El panel inferior 20 corresponde por ejemplo al panel que constituye el revestimiento exterior de una estructura tal como un fuselaje de aeronave y el panel superior 21 a la base de un refuerzo que debe ser fijado al citado revestimiento. Siendo el panel inferior 20 de dimensiones estrictamente superiores a las dimensiones del panel superior 21, el panel inferior 20 comprende una zona descubierta trasera 22, situada aguas arriba de la zona de recubrimiento 24 y una zona descubierta delantera 23, situada aguas abajo de la zona de recubrimiento 24. Por zona de recubrimiento, se entiende la zona en la cual el panel superior 21 recubre al panel inferior 20. Por aguas arriba y aguas abajo, se entiende respectivamente la parte trasera y la parte delantera del dispositivo de soldadura 25, con respecto a la posición y al sentido de avance del citado dispositivo de soldadura 25, durante la realización de la junta soldada desde un borde trasero 26 hasta un borde delantero 27 del panel superior 21.

15 Un procedimiento de soldadura por fricción-agitación consiste en conferir al dispositivo de soldadura 25 que comprende un perno retráctil 29 una trayectoria de contacto con los paneles que hay que soldar que, al menos en el lado de la extremidad aguas abajo de la junta soldada, se detiene en un punto que no corresponde estrictamente a la extremidad de la junta soldada.

20 En un primer modo de puesta en práctica del procedimiento, el dispositivo de soldadura efectúa la soldadura según el procedimiento tradicional hasta el borde delantero 27 del panel superior 21, estando el perno 29 en posición salida, y después a partir de este punto, contrariamente al procedimiento tradicional en el cual el dispositivo de soldadura es retirado dejando un agujero de soldadura, la trayectoria del dispositivo de soldadura se invierte para volver en dirección al borde trasero 26 al mismo tiempo que el perno 29 es retraído en el dispositivo de soldadura 25.

25 Por este procedimiento, la soldadura puede ser realizada tan cerca del borde 27 como sea posible con la profundidad requerida para obtener las calidades deseadas de la junta soldada y el perno puede ser retraído sin que subsista ningún agujero de soldadura.

30 La distancia sobre la cual la trayectoria de la herramienta de soldadura 25 es invertida debe ser suficiente para permitir retraer el perno 29 en buenas condiciones, en la práctica de 0,5 a 5 veces el diámetro del resalte de la herramienta de soldadura 25. El valor mínimo de esta distancia depende de los espesores de materiales considerados y del tipo de materiales que constituyen los paneles y es ventajoso verificarla de manera experimental caso por caso.

35 Aunque la penetración de la herramienta de soldadura al inicio de la junta soldada sea menos crítica puesto que no se plantea el problema del agujero de soldadura, un procedimiento análogo puede ser utilizado ventajosamente al principio de la operación de soldadura. Así, la herramienta de soldadura es puesta en contacto con el panel superior 21 en un punto situado aguas abajo de la extremidad 26 del citado panel y comienza siguiendo una trayectoria en dirección a esta extremidad 26 antes de desplazarse hacia la extremidad 27 del panel 21 para realizar la junta soldada en toda su longitud. Siguiendo este procedimiento al principio de la trayectoria de la herramienta de soldadura 25, es posible llevar la herramienta lo más cerca del borde 26 del panel superior 21 y obtener una junta soldada de calidad homogénea a partir de su extremidad de partida.

40 En las fases durante las cuales la trayectoria de la herramienta de soldadura 25 es invertida, la herramienta de soldadura puede seguir ventajosamente una trayectoria que se superpone a la correspondiente a la junta soldada.

45 En otro modo de puesta en práctica, el dispositivo de soldadura 25 permite soldar el panel superior 21 sobre el panel inferior 20 desde la extremidad trasera 26 hasta la extremidad delantera 27 del panel superior 21.

50 De acuerdo con este procedimiento, la extremidad delantera 27 del panel superior 21 está preparada para formar un borde que se adelgaza progresivamente, por ejemplo un borde que presenta un bisel como ilustra la figura 3a. En este caso, al llegar al nivel del borde biselado delantero 27, el dispositivo de soldadura 25 es inclinado de tal modo que el eje de rotación del citado dispositivo de soldadura se mantenga sensiblemente perpendicular a la superficie libre de los paneles ensamblados 20 y 21 de manera que siga la pendiente del citado borde biselado delantero 27 o las variaciones de espesor del panel superior 21 y que mantenga el resalte 28 de la citada herramienta de soldadura 25 en contacto con la superficie del panel superior 21. La inclinación deseada del eje del dispositivo de soldadura es realizada sin dificultad particular montando el dispositivo de soldadura en un mandril orientable cuya utilización es habitual, en particular en el ámbito del mecanizado por control numérico. Contrariamente a los procedimientos de soldadura tradicionales, en el presente procedimiento la trayectoria dada a la herramienta de soldadura no está limitada a la zona en la cual los dos paneles 20 y 21 se recubren sino que continúa en la superficie libre del panel 20

5 más grande. A medida que se produce la progresión del dispositivo de soldadura 25 sobre el borde 27 de espesor variable del panel superior 21, el desplazamiento del dispositivo de soldadura 25 va acompañado de una retracción progresiva del perno retráctil 29 de tal manera que el perno retráctil 29 continúa penetrando en el panel inferior para asegurar una agitación correcta de los dos paneles 20 y 21. En una última fase, cuando la junta de soldadura está totalmente realizada hasta el límite de la parte aguas abajo de la zona de recubrimiento 24, el perno es progresivamente retraído totalmente en el transcurso del desplazamiento del dispositivo de soldadura.

10 Cuando el panel superior (21) está adelgazado por medio de un bisel, el ángulo del bisel debe ser elegido con un valor suficientemente pequeño para que el material, en el estado pastoso durante la operación de soldadura, no fluya en razón de la pendiente. La fluidez del material en esta fase es por tanto un parámetro esencial que depende de las características del citado material considerado. En general, la longitud del bisel estará comprendida entre 5 y 15 veces el espesor del panel superior 21. Puede utilizarse una longitud superior, pero generalmente es deseable limitarla para utilizar lo mejor posible el espacio efectivamente disponible.

15 En el ejemplo representado en la figura 3a, el perno retráctil 29 está totalmente retraído cuando el dispositivo de soldadura 25 está situado en la zona descubierta delantera 23 del panel inferior 20. El perno retráctil 29 sigue estando por tanto hundido en el material del panel inferior 20, más allá de la zona de recubrimiento 24, de modo que la zona agitada termine en la zona descubierta delantera 23. En otro ejemplo de realización, es posible prever una cinemática de retracción del perno retráctil 29 tal que el perno retráctil 29 esté totalmente retraído cuando el dispositivo de soldadura 25 llegue al extremo del reborde biselado delantero 27. Así, la junta soldada termina en la unión entre la zona de recubrimiento 24 y la zona descubierta delantera 23 del panel inferior 20. Este último modo de puesta en práctica se aplica en particular cuando el panel inferior 20 no dispone en la zona descubierta 23 de un espacio suficiente para terminar la junta soldada en el citado panel inferior.

20 Preferentemente, la retracción progresiva del perno retráctil 29 se realiza de manera que la profundidad de hundimiento del perno retráctil 29 en el panel inferior 20 se mantenga sensiblemente constante, y sensiblemente igual a la deseada durante la realización de la junta soldada, en toda la longitud de la junta soldada situada en la superficie de recubrimiento 24 entre el panel superior 21 y el panel inferior 20. Así, se garantiza una calidad de la junta soldada constante en toda la longitud de la citada junta soldada y la integridad de las características de los paneles 20, 21.

25 En el ejemplo representado en la figura 3b, el panel superior 21 está provisto de un reborde trasero 26 que igualmente se adelgaza progresivamente, tal como un reborde biselado. Es posible entonces hacer iniciar la agitación a nivel de la zona descubierta trasera 22 del panel inferior 20. El perno retráctil 29 del dispositivo de soldadura 25 penetra en primer lugar únicamente en el panel inferior 20, a nivel de la zona descubierta trasera 22. Después, el dispositivo de soldadura 25 sigue las variaciones de espesor del panel superior 21, tales como las del reborde biselado trasero 26 del citado panel superior, respetando una inclinación del citado dispositivo 25 para mantener el eje del dispositivo de soldadura 25 sensiblemente perpendicular a la superficie libre de las piezas ensambladas 20 y 21. En un primer tiempo, el perno retráctil 29 es colocado en una posición tal que sobresale de la herramienta de soldadura la longitud correspondiente a la profundidad de penetración deseada en el panel inferior 20, después, a medida que el dispositivo de soldadura 25 sube la pendiente del reborde trasero biselado 26, el perno retráctil 29 es sacado fuera del resalte del dispositivo de soldadura 25, en dirección a los paneles 20, 21, de manera que atraviese el panel superior 21 y continúe penetrando en el panel inferior 20.

30 Ventajosamente, el perno retráctil 29 sale en dirección a los paneles 20, 21 en función de la velocidad de avance del dispositivo de soldadura 25 y de las variaciones de espesor del panel superior 21, a fin de conservar una profundidad de hundimiento constante del perno retráctil 29 en el espesor del panel inferior 20. Esta profundidad de hundimiento constante en el panel 20 es ventajosamente la elegida para la realización de la junta soldada en toda la longitud de la citada junta soldada.

35 Es posible igualmente hacer iniciar la junta soldada exactamente a nivel de la extremidad trasera de la zona de recubrimiento 24, es decir a nivel de la extremidad del reborde biselado trasero 26 del panel superior 21, en particular si las dimensiones del panel inferior 20 limitan la posibilidad de empezar la agitación más aguas arriba.

40 Es por tanto posible por medio de un panel superior 21 cuyos dos rebordes, trasero 26 y delantero 27, estén biselados, obtener una junta soldada que vaya desde la extremidad trasera hasta la extremidad delantera del citado panel superior 21. Esto garantiza una buena unión entre los dos paneles 20, 21 en toda la longitud de recubrimiento de los citados paneles 20, 21.

45 En la figura 4a está representado un modo de realización del procedimiento de soldadura por fricción-agitación de acuerdo con la invención. De acuerdo con este modo particular, la trayectoria del dispositivo de soldadura termina a nivel de la zona de recubrimiento 24 después de haber realizado la junta soldada pasando por la zona descubierta delantera 23 del panel inferior 20 cuyo borde delantero 27 presenta un adelgazamiento progresivo como por ejemplo un bisel.

50 Para esto, en un primer tiempo, el dispositivo de soldadura 25 es desplazado, siguiendo las mismas etapas que en el modo precedente de puesta en práctica del procedimiento, desde aguas arriba de la junta soldada hasta la zona

descubierta delantera 23 del panel inferior 20, pasando por el borde adelgazado delantero 27 del panel superior 21. Sin embargo, contrariamente al modo precedente, el perno retráctil 29 no es retraído mientras que el dispositivo de soldadura 25 está en la zona de descubierta delantera 23, sino que el desplazamiento del dispositivo de soldadura 25 se invierte para llevar al citado dispositivo de soldadura hacia la zona de recubrimiento 24.

5 En el transcurso de este desplazamiento según una dirección inversa, el dispositivo de soldadura sigue preferentemente la trayectoria seguida durante la realización de la junta soldada para aumentar la agitación del material en la junta soldada.

10 Ventajosamente, durante el desplazamiento del dispositivo de soldadura 25 en una dirección inversa, se hace pasar el gobierno del citado dispositivo 25 desde una consigna de esfuerzo sobre el resalte, hacia una consigna de posición sobre el citado resalte. En efecto, debido a que el dispositivo de soldadura 25 pasa sobre la trayectoria seguida durante la realización de la junta soldada, hay un riesgo de hundimiento del resalte del dispositivo de soldadura 25 en el material ya agitado. Por ello, con el fin de evitar las modificaciones de las características de los materiales, se gobierna el resalte en posición más bien que en esfuerzo. Se impone así una cierta profundidad de penetración del resalte en el material, evitando una inmersión excesiva del citado resalte en el material.

15 El perno retráctil 29 es retraído una primera vez, cuando el dispositivo de soldadura 25 desciende la pendiente del borde adelgazado delantero 27 del panel superior 21 la tiempo que mantiene una longitud suficiente para que el citado perno penetre suficientemente en el espesor del panel inferior 20. Cuando se invierte la trayectoria seguida por el dispositivo de soldadura y el citado dispositivo sube la pendiente formada por el borde adelgazado delantero 27, el perno retráctil puede ser progresivamente retraído totalmente para evitar la formación del agujero de soldadura.

20 De manera alternativa, el perno retráctil 29 sale de nuevo fuera del resalte del dispositivo de soldadura 25, en dirección a los paneles 20, 21 a medida que éste asciende la pendiente formada por el borde adelgazado delantero 27 de tal modo que el perno continúe ejerciendo la agitación en una profundidad importante sin por ello penetrar en el panel inferior 20 sensiblemente más allá de la profundidad agitada para la realización de la junta soldada. La retracción final del perno retráctil 29 se realiza entonces a nivel de la zona de recubrimiento 24. La operación de soldadura termina por tanto en la zona de recubrimiento 24.

25 Ventajosamente, este modo de puesta en práctica del procedimiento de soldadura por fricción-agitación está asociado, a nivel del inicio de la junta soldada, a uno de los modos descritos que consisten en hacer realizar al dispositivo de soldadura una trayectoria sobre la cara superior del panel 21 y que comprende un primer desplazamiento en dirección al borde trasero 26 antes de realizar el desplazamiento hacia el borde delantero 27, o bien en poner en práctica un panel superior 21 con un borde trasero 26 adelgazado y en comenzar la agitación en la zona descubierta trasera 22. De este modo, la extremidad delantera del panel superior 21 queda soldada perfectamente al panel inferior 20.

30 Como está representado esquemáticamente en la figura 4b, es posible igualmente comenzar la realización de una junta soldada combinando los dos movimientos del dispositivo de soldadura ya presentados con un panel superior (20) adelgazado a nivel de sus dos bordes trasero y delantero 26, 27.

35 Para esto, se hace iniciar la junta soldada en la zona de recubrimiento 24. El dispositivo de soldadura 25 es dirigido desde este punto de anclaje inicial hacia la zona descubierta trasera 22 del panel inferior 20 y sigue las variaciones de espesor y de pendiente del revestimiento superior 21. La posición del perno retráctil 12 es modificada, como se ha descrito anteriormente, en el transcurso del desplazamiento para garantizar la agitación correcta del material de los paneles 20 y 21. A partir de la zona descubierta trasera 22, la trayectoria del dispositivo de soldadura 25 es invertida. El dispositivo de soldadura 25 sigue de nuevo, pero en el sentido de la subida, las variaciones de espesor del borde trasero 26 del panel 21 siempre respetando una inclinación que mantenga al eje del dispositivo de soldadura 25 sensiblemente perpendicular a la superficie de contacto con el resalte 28 y siempre regulando la posición del perno retráctil para que éste penetre la profundidad deseada en el espesor de los paneles 20 y 21 y después el citado dispositivo de soldadura es arrastrado hacia el borde biselado delantero 27, de manera que siga la formación de la junta soldada. Llegada a nivel del borde biselado delantero 27, la junta soldada termina según uno de los procedimientos descritos para evitar la formación de un agujero de soldadura.

40 En la invención, los movimientos del dispositivo de soldadura durante las trayectorias cuyo sentido está invertido con respecto al sentido de realización de la junta soldada no son realizados siguiendo trayectorias superpuestas a la junta soldada sino siguiendo trayectorias diferentes de orientación cualquiera. Por ejemplo, la retracción final del perno 29 en una zona descubierta 23 del panel inferior 20 es realizada siguiendo una trayectoria del dispositivo de soldadura sensiblemente paralela al borde del panel 20 especialmente si la distancia entre el borde del panel superior 21 y el borde del panel inferior 20 no es suficiente para realizar la operación de retracción de modo satisfactorio conservando un desplazamiento en la prolongación de la junta soldada.

55 Se va a dar ahora más en detalle un ejemplo particular no cubierto por la invención, en relación con el ejemplo representado en la figura 5.

## ES 2 404 289 T3

El panel inferior 20 es una piel de aeronave, siendo el panel superior 21 un refuerzo, teniendo cada uno de los paneles un espesor de aproximadamente 1,6 mm. Naturalmente, es posible utilizar paneles inferior 20 y superior 21 de espesores diferentes.

- 5 La aleación de aluminio de los dos elementos soldados puede ser la misma o ser de naturaleza diferente. Por ejemplo, en el caso de una soldadura homogénea, se pueden utilizar chapas laminadas de 1024 T3 o de 2139 T3 o T8. En el caso de una soldadura heterogénea se puede utilizar una piel de chapa laminada 2139 T8 como panel inferior 20 y un refuerzo extruido PA765 T79 (serie 7000) como panel superior 21. En el caso de la soldadura heterogénea, los elementos son particularmente soldados en estado térmico final de utilización.

Los dos paneles 20, 21 pueden tener la misma longitud, o el refuerzo 21 puede ser más corto que la piel 20.

- 10 Se han soldado longitudes de 200 mm a 1000 mm.

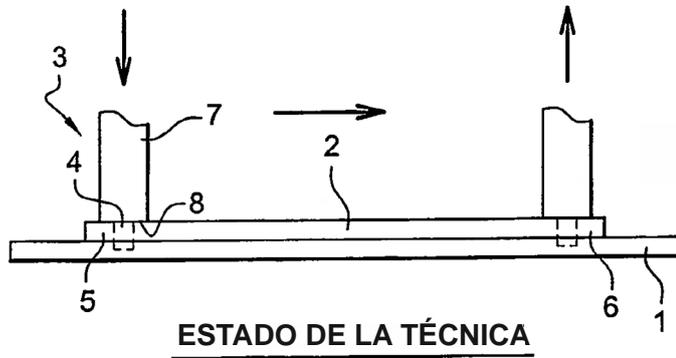
El modo de gobierno utilizado es un gobierno en esfuerzo del resalte (de 8,25 kN) y un gobierno en posición del perno con respecto a la posición del resalte.

Se procede entonces según las etapas siguientes, durante las cuales el dispositivo de soldadura 25 es mantenido perpendicular a la superficie de los paneles 20, 21 que hay que soldar:

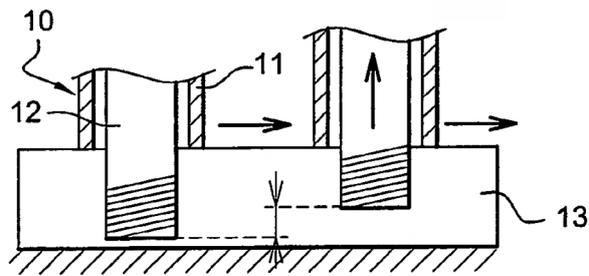
- 15 - Se hace iniciar la soldadura a 15 mm del borde trasero 26 del pie de refuerzo 21 (con respecto al eje del perno 29), estando el perno 29 salido 2 mm con respecto a la superficie del resalte.
- Se hace avanzar (A) 10 mm hacia atrás el dispositivo de soldadura 25, es decir en dirección al borde trasero 26 del pie de refuerzo 21, de tal modo que el borde de ataque del resalte 28 de diámetro 10 mm quede tangente con el borde trasero 26 del pie de refuerzo 21,
- 20 - Se invierte entonces el sentido de avance (B) del dispositivo de soldadura, en dirección al borde delantero 27 del pie de refuerzo 21, y se continúa la soldadura (C) en toda la longitud del refuerzo 21 hasta que el borde de ataque del resalte 28 del dispositivo de soldadura 25 quede tangente con el borde delantero 27 del pie refuerzo 21.
- Se invierte entonces de nuevo (D) el sentido de avance del dispositivo de soldadura 25, al tiempo que se retrae progresivamente el perno 29 en el pie del refuerzo 21, en una longitud de 10 mm. Al cabo de este recorrido de 10 mm, durante el cual el perno 29 es retraído progresivamente, el citado perno 29 se retrae completamente y aflora por ejemplo a nivel del resalte 28 del dispositivo de soldadura 25.
- 25

**REIVINDICACIONES**

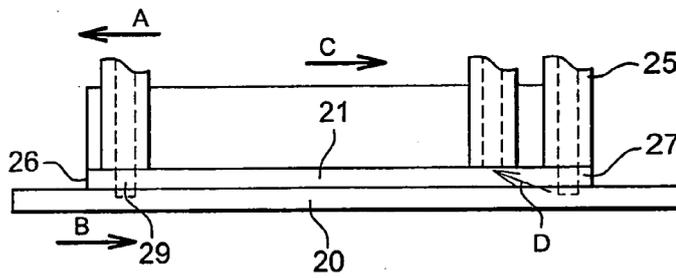
- 5 1. Procedimiento de realización de una junta soldada por fricción-agitación de dos paneles (20, 21), respectivamente panel superior (21) y panel inferior (20), siendo realizada la citada junta soldada entre una primera extremidad denominada de inicio y una segunda extremidad denominada de final distinta de la primera extremidad, que utiliza un dispositivo de soldadura (25) de perno retráctil (29), comprendiendo el citado procedimiento las etapas siguientes:
- situar y mantener los dos paneles (20, 21) en contacto según una zona de recubrimiento (24) en la posición relativa deseada después de la soldadura,
  - llevar el dispositivo de soldadura a contacto con uno o con los paneles en una zona en la proximidad de un borde trasero de la zona de recubrimiento para formar el inicio de la junta soldada,
- 10 - soldar longitudinalmente los dos paneles desplazando el dispositivo de soldadura hasta un borde delantero de la zona de recubrimiento para formar la extremidad del final de la junta soldada, extendiéndose la junta soldada desde un borde delantero hasta un borde trasero de la zona de recubrimiento, caracterizado por las etapas siguientes.
- continuar el desplazamiento del dispositivo de soldadura (25) siguiendo una trayectoria que se extiende más allá de la extremidad de final de la junta soldada, estando orientada la citada trayectoria en una dirección sensiblemente diferente de la dirección de la junta soldada y situándose en una zona (23) descubierta delantera del panel inferior (20), e
  - iniciar la retracción del perno retráctil (29) en la citada trayectoria que se extiende más allá de la extremidad de final de la junta soldada, de manera que se tiene una calidad de junta soldada constante en toda la longitud de la junta soldada y en toda la zona de recubrimiento, y se evita la aparición de un agujero de soldadura.
- 15 2. Procedimiento de realización de una junta soldada de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la trayectoria del dispositivo de soldadura entre la extremidad de inicio de la junta soldada y la extremidad de final de junta soldada está precedida por una porción de trayectoria que empieza en un punto de contacto del citado dispositivo de soldadura con uno (20) o con los paneles (20, 21) y que llega a la extremidad de inicio de la junta soldada.
- 25 3. Procedimiento de realización de una junta soldada de acuerdo con la reivindicación 2, en el cual la porción de trayectoria que se extiende entre el punto de contacto y la extremidad de inicio de la junta soldada está orientada en una dirección sensiblemente diferente de la dirección de la junta soldada.
- 30 4. Procedimiento de realización de una junta soldada de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, en el cual el eje del dispositivo de soldadura (25) es orientado para ser mantenido sensiblemente perpendicular a la superficie de contacto con el ensamblaje de los paneles (20, 21) en cualquier punto de la trayectoria del citado dispositivo de soldadura.
5. Procedimiento de realización de una junta soldada de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual el borde delantero (26) del panel superior (21) está progresivamente adelgazado, por ejemplo en bisel.
- 35 6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el cual el perno (29) retráctil es retraído en función de la posición del dispositivo de soldadura (25) sobre el borde delantero (26) adelgazado para conservar una profundidad deseada de penetración en el panel inferior (20), a fin de mantener una profundidad sensiblemente constante de agitación en el espesor del panel inferior (20) entre la extremidad de inicio y la extremidad de final de junta soldada.
7. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 6, en el cual el eje del dispositivo de soldadura (25) es orientado par ser mantenido sensiblemente perpendicular a la superficie de contacto con el ensamblaje de los paneles (20, 21) en cualquier punto de la trayectoria del citado dispositivo de soldadura (25).
- 40 8. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 7, en el cual la porción de trayectoria seguida por el dispositivo de soldadura (25) que se extiende más allá de la extremidad de final de junta soldada se sitúa en una zona descubierta delantera del panel (20).
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 8, en el cual el borde trasero (27) del panel superior (21) está progresivamente adelgazado, por ejemplo en bisel.
- 45 10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 5 a 9, en el cual la longitud de un borde progresivamente adelgazado está comprendida entre 5 y 15 veces el espesor del panel superior (21).
- 50 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, en el cual el panel inferior (20) es un panel de grandes dimensiones cuya anchura es del mismo orden de magnitud que la longitud y porque el panel superior (21) es un panel alargado en el que la relación entre la longitud y la anchura es al menos igual a 10.



**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 5**

