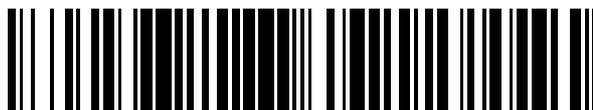


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 646**

51 Int. Cl.:  
**B23K 20/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **04257917 .7**  
96 Fecha de presentación: **17.12.2004**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1555081**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **20.07.2005**

54 Título: **Proceso de soldadura por fricción**

30 Prioridad:  
**15.01.2004 GB 0400821**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**29.03.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**29.03.2012**

73 Titular/es:  
**ROLLS-ROYCE PLC  
65 BUCKINGHAM GATE  
LONDON, SW1E 6AT, GB**

72 Inventor/es:  
**Brownell, John Barry;  
Throssell, Jonathan Peter y  
Bray, Simon Edward**

74 Agente/Representante:  
**de Elzaburu Márquez, Alberto**

**ES 2 377 646 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**

Proceso de soldadura por fricción

5 Esta invención se refiere a procesos de soldadura por fricción.  
 La soldadura por fricción lineal es el proceso para soldar juntos dos cuerpos o piezas de trabajo convirtiendo energía mecánica en energía térmica por la fricción entre las superficies de acoplamiento de soldadura de las dos piezas de trabajo. El proceso implica efectuar un movimiento lineal relativo entre las dos piezas de trabajo, mientras las superficies de soldadura permanecen en acoplamiento entre sí. Se conoce a partir del documento US-B-6 524 072 un proceso de soldadura por fricción lineal.

10 La soldadura por fricción lineal en una atmósfera normal da como resultado la formación de productos de reacción atmosféricos debido a las altas temperaturas. Adicionalmente, la contaminación de la superficie de las interfaces de soldadura puede dar lugar también a anomalías en la soldadura. Debido a los regímenes de flujo del material de soldadura a tope por presión y calentamiento eléctrico entre las dos piezas de trabajo durante el movimiento recíproco de soldadura por fricción lineal, la contaminación de la soldadura no se puede expulsar fuera de la zona de soldadura por el flujo de material de soldadura a tope por presión y calentamiento eléctrico. A altos niveles de contaminación de soldadura, puede producirse una reducción en la resistencia y en la vida útil de la soldadura y se puede provocar que el producto soldado no cumpla las normas de calidad requeridas por uniones de alta integridad.

15 De acuerdo con esta invención, se proporciona un proceso de soldadura por fricción de acuerdo con la reivindicación 1.

20 La primera y la segunda superficies de soldadura pueden ser curvilíneas.

25 La amplitud máxima de oscilación es con preferencia la mitad de la anchura de la primera superficie de soldadura más la mitad de la anchura de la segunda superficie de soldadura. Con esta finalidad, la amplitud de la oscilación se define como el desplazamiento máximo desde el centro de oscilación.

30 Una o cada superficie lateral puede estrecharse cónicamente desde la región de vértice en un ángulo en el intervalo de 6° a 12°, de manera conveniente sustancialmente 8°.

35 El tamaño del intersticio es mayor que el espesor del material de soldadura a tope por presión y calentamiento eléctrico. Donde el intersticio está formado por la o por cada pared lateral cónica, el ángulo de la o de cada cara lateral con respecto a la segunda superficie de soldadura es con preferencia mayor que el ángulo formado con respecto a la interfaz de soldadura por el espesor del material de soldadura a tope por presión y calentamiento eléctrico.

40 En algunas formas de realización, el material de soldadura a tope por presión y calentamiento eléctrico puede formar regiones sucesivas de manos o menor espesor. Con preferencia, el ángulo de la o de cada cara lateral con respecto a la segunda superficie de soldadura es mayor que el ángulo formado en la interfaz de soldadura por la región de espesor mayor del material de soldadura a tope por presión y calentamiento eléctrico más próxima a la interfaz de soldadura.

45 De acuerdo con la invención, la porción que se extiende hacia fuera proporciona la ventaja de que el régimen de flujo de material de soldadura a tope por presión y calentamiento eléctrico durante el proceso de soldadura es diferente del régimen de flujo cuando las superficies de soldadura están generalmente paralelas. En la forma de realización preferida, se crea una zona de soldadura central entre las dos superficies y el régimen de flujo creado con la porción que se extiende hacia fuera ayuda a la expulsión de anomalías de soldadura fuera de la zona de soldadura central. Además, en la forma de realización preferida, la porción que se extiende hacia fuera actúa para expulsar anomalías de soldadura que o bien están presentes sobre las superficies o que se forman en regiones de la superficie abiertas a la atmósfera.

50 Esta invención proporciona la ventaja de que una región que se estrecha cónicamente hacia arriba en la interfaz de soldadura expulsa defectos desde la interfaz cambiando el régimen de flujo con respecto al que sería previsible por el uso de superficies planas.

55 A continuación se describirán formas de realización de la invención solamente a modo de ejemplo con referencia a los dibujos que se acompañan en los que:

60 La figura 1A es una vista extrema de la primera y la segunda piezas de trabajo que están sometidas a un proceso de soldadura por fricción, en el que la dirección del movimiento de oscilación lineal no es transversal a la primera superficie de soldadura y que, por lo tanto, no está cubierto por las reivindicaciones. La figura 1B es una vista en planta de la primera pieza de trabajo mostrada en la figura 1A.

La figura 2 es una vista lateral de un plano de soldadura curvilíneo entre la primera y la segunda pieza de trabajo.

La figura 3 es una vista en perspectiva de la primera y segunda piezas de trabajo mostradas en la figura 2.

La figura 4 es una vista en planta de una parte de la primera pieza de trabajo mostrada en la figura 2; y

La figura 5 es una vista en perspectiva de una pala que se aplica a un disco.

Con referencia a la figura 1A, se muestra primera y segunda piezas de trabajo 10, 12 que son sometidas a un proceso de soldadura por fricción lineal. La primera y la segunda piezas de trabajo 10, 12 pueden ser cualquier cuerpo adecuado de un material, que es adecuado para soldadura por un proceso de soldadura por fricción, tal como soldadura por fricción lineal. En particular, en la forma de realización, la primera y la segunda piezas de trabajo 10, 12 son, respectivamente, un disco y un pilar de borde que deben utilizarse en la fabricación de un disco de turbina. La primera pieza de trabajo 10 comprende una zona de soldadura 11 que tiene una porción que se extiende hacia fuera en forma de una porción 14 que se estrecha cónicamente hacia arriba que tiene prevista encima una primera superficie de soldadura 16. La primera superficie de soldadura 16 es, en la forma de realización mostrada, alargad y tiene una anchura de sustancialmente 1 mm. La porción cónica 14 tiene una línea central 17 (ver la figura 1B).

La primera pieza de trabajo 10 se muestra en vista en planta en la figura 1B e incluye una parte en proyección 15 desde la que se extiende la porción cónica 14. La superficie de soldadura 16 es una región de vértice de la porción cónica 14 y es generalmente de configuración plana. La superficie de soldadura 16 sigue sustancialmente la línea central 17.

La segunda pieza de trabajo 12 comprende una segunda superficie de soldadura 18, que comprende una segunda zona de soldadura 19.

La primera y la segunda zonas de soldadura 11, 19 sobre la primera y la segunda pieza de trabajo 10, 12 respectiva son las zonas de las dos piezas de trabajo, en las que se sueldan juntas, como se describe a continuación.

La porción cónica 14 comprende primera y segunda caras laterales cónicas opuesta 20, 22 que se extienden hacia fuera desde la superficie de soldadura 16 que es también el vértice de la porción cónica 14. Además, la porción cónica 14 comprende primera y segunda caras extremas 24, 26 que están generalmente perpendiculares a la superficie de soldadura 16 desde los lados opuestos de la superficie de soldadura 16 de la porción cónica 14. Las caras laterales 20, 22 se extienden desde la superficie de soldadura 16 en un ángulo  $\alpha$  en la región entre  $6^\circ$  y  $12^\circ$ .

En la forma de realización mostrada en las figuras 1A y 1B, la primera y segunda piezas de trabajo 10, 12 están en forma de componentes antes de la mecanización. En cada caso, las líneas discontinuas 23 representan la configuración del producto final.

No obstante, se apreciará que, si se desea, la primera y segunda piezas de trabajo 10, 12 podrían estar en forma de los productos finales, que ya han sido mecanizados.

Las figuras 2, 3 y 4 muestran una forma de realización de la presente invención que comprende muchas de las características mostradas en las figuras 1A y 1B. Estas características han sido designadas con los mismos números de referencia.

La forma de realización mostrada en las figuras 2, 3 y 4 difiere del ejemplo mostrado en las figuras 1A y 1B porque la forma de realización mostrada en las figuras 2, 3 y 4 tiene superficies de soldadura curvilíneas 16, 18. Como resultado, la dirección del movimiento relativo de las piezas de trabajo es generalmente transversal a la línea central 17 de la superficie de soldadura 16 (ver la figura 4). La dirección de dicho movimiento relativo se muestra por la doble flecha B mostrada en las figuras 3 y 4.

En funcionamiento, la primera y segunda zonas de soldadura 11, 19 se acoplan entre sí, y se efectúa el movimiento lineal respectivo entre la primera y segunda piezas de trabajo 10, 12, en la dirección mostrada por la flecha de doble cabeza A o B en las figuras 1, 3 y 4. Se deduce que el ejemplo de la figura 1 no está cubierto por las reivindicaciones, debido a que la dirección del movimiento oscilante lineal no es transversal a la primera superficie de soldadura y, por lo tanto, es sólo para fines de ilustración.

Realizando este movimiento lineal y una fuerza normal de una manera que sería inmediatamente evidente para el técnico en la materia, el calor de fricción que se crea en la interfaz entre la primera y segunda superficies de soldadura 16, 18, provoca que la temperatura en la primera y segunda superficies de soldadura 16, 18 se eleva hasta valores que se aproximan, pero que están por debajo del intervalo de fundición de los materiales respectivos de los que están formadas la primera y segunda piezas de trabajo 10, 12. El movimiento relativo de las dos piezas de trabajo 10, 12 consume la porción cónica 14, incrementando de esta manera la anchura de la primera superficie 16. Cuando la porción cónica 14 ha sido total o parcialmente desgastada, como se determina por el técnico en la

materia, se detiene entonces el movimiento relativo y la presión aplicada a la primera y segunda piezas de trabajo 10, 12 provoca que los dos cuerpos se suelden juntos a medida que la interfaz entre la primera y segunda superficies de soldadura 16, 18 se enfría.

5 Debido al movimiento relativo del primero y segundo cuerpos, se establece un flujo de material de soldadura a tope por fricción y calentamiento eléctrico, en el que debido a la forma cónica de las caras laterales 20, 22 y de las caras extremas 24, 26, el material de soldadura a tope por fricción y calentamiento eléctrico se extruye desde la interfaz de soldadura entre la primera y segunda superficies de soldadura 16, 18. Además, cualquier defecto, por ejemplo en forma de productos de reacción atmosférica formados debido a las altas temperaturas es expulsado también desde la interfaz de soldadura durante la etapa de soldadura. Un intersticio cónico se forma entre las caras laterales 20, 22 y la segunda superficie de soldadura 18. El intersticio cónico formado de esta manera permite la expulsión de defectos de soldadura a medida que se crean en zonas abiertas a la atmósfera.

10 La figura 5 muestra una forma de realización, en la que una pala de turbina se suelda directamente a la porción cónica vertical 14 sobre un disco 42. La pala de turbina 40 tiene un miembro de base 44 que constituye la segunda pieza de trabajo 12. El disco 42 tiene una pluralidad de salientes 46 que se extienden radialmente hacia fuera que constituyen la primera pieza de trabajo 10.

15 Con el fin de soldar el miembro de base 44 de la pala 40 al saliente 46 sobre el disco 42, las superficies de soldadura 16, 18 respectivas se acoplan entre sí y se efectúa un movimiento lineal relativo de los dos cuerpos en las direcciones de la flecha de doble cabeza B, de la misma manera que se ha descrito anteriormente para soldar los dos componentes juntos.

20 Por lo tanto, la forma de realización descrita anteriormente proporciona la ventaja de permite soldar juntas dos piezas de trabajo en una interfaz de soldadura, que está generalmente libre de anomalías de soldadura.

25 Se pueden realizar varias modificaciones sin apartarse del alcance de la invención. Por ejemplo, las caras extremas 26, 24 podrían estrecharse cónicamente con relación a la primera superficie de soldadura 16. Además, las piezas de trabajo 10, 12 podrían formarse de otros materiales que podrían soldarse mediante soldadura por fricción, por ejemplo materiales plásticos. Otra modificación es que la segunda pieza de trabajo 12 `podría comprender una porción que se extiende hacia fuera en forma de una porción cónica vertical, como se muestra las líneas discontinuas 30. La porción cónica vertical 30 podría tener todas las características de la porción cónica vertical 14 mencionada anteriormente como se ha descrito arriba. La porción cónica vertical 30 define una superficie de soldadura 32, como se muestra en la figura 1. Otra modificación es que las superficies laterales 20, 22 podrían estar curvadas.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Un proceso de soldadura por fricción lineal que comprende las etapas de proporcionar una primera pieza de trabajo (10) que comprende una primera zona de soldadura (11) que tiene una primera superficie de soldadura (16) y una segunda pieza de trabajo (12) que comprende una segunda zona de soldadura (19) que tiene una segunda superficie de soldadura (18), en cuyas zonas de soldadura (11, 19) se pueden soldar juntas las piezas de trabajo (10, 12), disponiendo las piezas de trabajo (10, 12) en acoplamiento entre sí en dichas superficies de soldadura (16, 18), efectuando un movimiento oscilante de las piezas de trabajo (10, 12) una con respecto a la otra, de tal manera que al menos una superficie de soldadura (16) se mueve a través de la otra (18), elevando de esta manera la temperatura en dichas superficies de soldadura (16, 18) para crear una interfaz de soldadura, y cesando dicho movimiento oscilante y permitiendo que la superficie de soldadura (16, 18) se refrigere la soldar la primera y segunda piezas de trabajo (10, 12) juntas en dicha interfaz, en el que la primera zona de soldadura (11) tiene una porción (15) que se extiende hacia fuera y la primera superficie de soldadura (16) está prevista sobre la porción (15) que se extiende hacia fuera, y en el que la primera superficie de soldadura (16) es alargada y la dirección de dicho movimiento oscilante lineal es transversal a la primera superficie de soldadura (16), caracterizado porque la porción (15) que se extiende hacia fuera tiene un perfil generalmente triangular formado por dos caras laterales (20, 22) que se estrechan cónicamente con relación a una región de vértice (16) que se acopla con la segunda superficie de soldadura (18), en el que las caras laterales se estrecha cónicamente a lo largo de la dirección del movimiento oscilante y el ángulo de las superficies cónicas (20, 22) es suficiente para proporcionar un intersticio entre las caras laterales (20, 22) y la segunda superficie de soldadura (18), siendo el intersticio mencionado anteriormente suficiente para permitir que el material de soldadura a tope por fricción y calentamiento eléctrico formado durante dicho movimiento oscilante pase desde la interfaz de soldadura a través de dicho intersticio para expulsar anomalías y defectos de soldadura desde la interfaz de soldadura.
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 2.- Un proceso de soldadura por fricción lineal de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la amplitud máxima del movimiento oscilante es la mitad de la anchura de la primera superficie (16) más la motad de la anchura de la segunda superficie de soldadura (18), donde la amplitud de oscilación es el desplazamiento máximo desde el centro de la oscilación.
- 3.- Un proceso de soldadura por fricción lineal de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** la porción (15) que se extiende hacia fuera tiene una configuración curvada.
- 4.- Un proceso de soldadura por fricción lineal de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** una o ambas caras laterales (20, 22) se estrechan cónicamente con relación a la región de vértice (16) en un ángulo entre sustancialmente 6° y sustancialmente 12°.
- 5.- Un proceso de soldadura por fricción lineal de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** una o ambas caras laterales (20, 22) se estrechan cónicamente con relación a la región de vértice (16) en un ángulo de sustancialmente 8°.
- 6.- Un proceso de soldadura por fricción lineal de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la primera y segunda superficies de soldadura (16, 18) son curvilíneas.
- 7.- Un proceso de soldadura por fricción lineal de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la segunda pieza de trabajo (12) tiene una porción que se extiende hacia fuera y la segunda superficie de soldadura (18) está prevista sobre la porción que se extiende hacia fuera de la segunda pieza de trabajo (12).

Fig.1A.

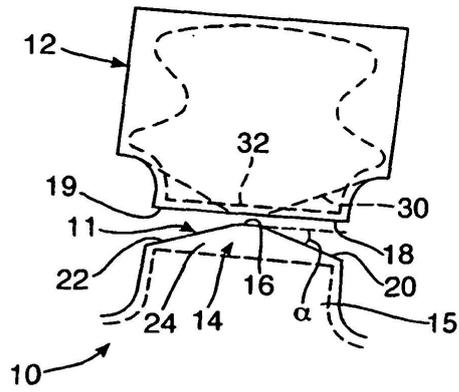


Fig.1B.

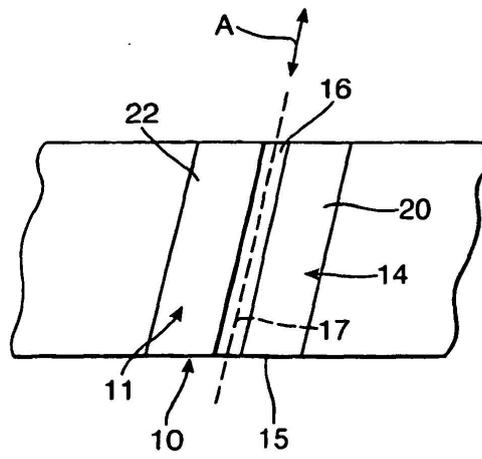


Fig.2.

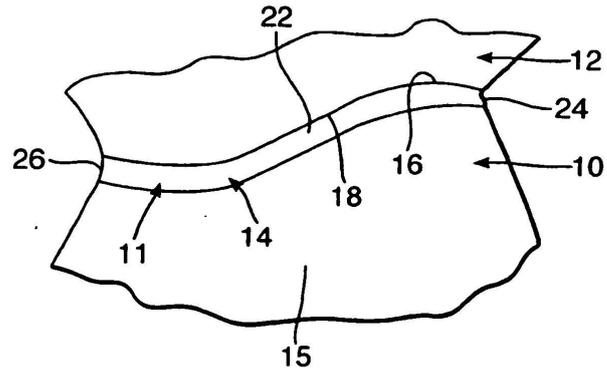


Fig.3.

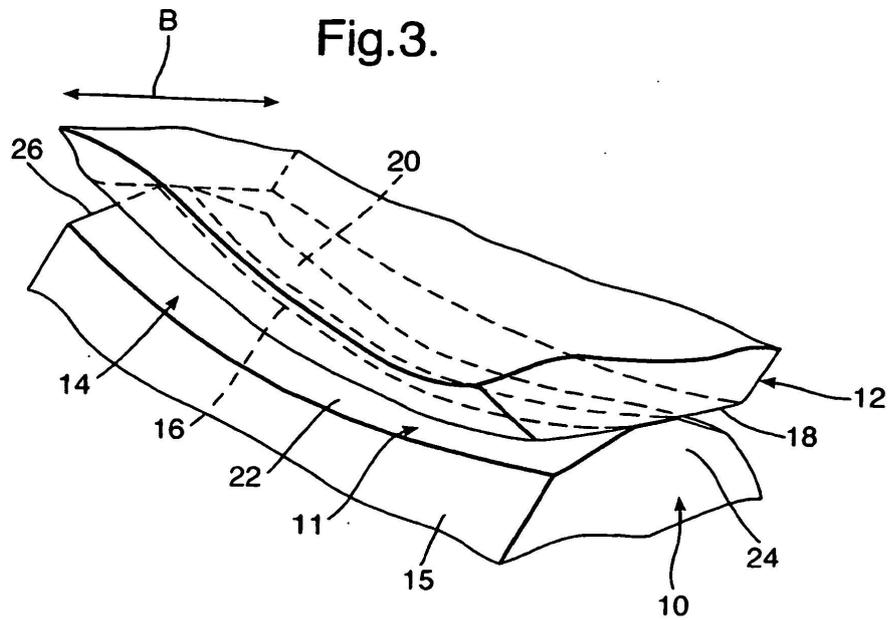


Fig.4.

