(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 909 002**

(51) Int. CI.:

B23K 11/11 (2006.01)
B23K 11/20 (2006.01)
B23K 26/38 (2014.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2019 E 19211938 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.01.2022 EP 3659736**

(54) Título: **Procedimiento para unir materiales con distinta temperatura de fusión**

(30) Prioridad:

27.11.2018 IT 201800010611

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.05.2022

(73) Titular/es:

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELL'AQUILA (100.0%)
Piazza Vincenzo Rivera, 1
67100 L'Aquila, IT

(72) Inventor/es:

LAMBIASE, FRANCESCO y
PAOLETTI, ALFONSO

(74) Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

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 para unir materiales con distinta temperatura de fusión

CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un procedimiento para unir mecánicamente materiales con diferente temperatura de fusión.

En particular, la presente invención se refiere a la unión mecánica de materiales eléctricamente conductores que pueden tener temperaturas de fusión muy diferentes.

ANTECEDENTES

Las estructuras híbridas de múltiples materiales se utilizan en una amplia gama de aplicaciones que incluyen transporte, electrónica y en los campos civil y biomédico. De hecho, la posibilidad de combinar diferentes materiales da como resultado un rendimiento mejorado de la estructura resultante. En este contexto, existe la necesidad de unir de manera efectiva materiales caracterizados por características mecánicas, físicas y térmicas muy diferentes.

Este tipo de unión se obtiene generalmente mediante dos tipos de procesos: uniones adhesivas y/o uniones mecánicas. Aunque comúnmente adoptadas, estas dos soluciones tienen inconvenientes. Por ejemplo, las uniones adhesivas muestran una alta resistencia a los esfuerzos cortantes y una baja resistencia a la tensión de desgarro. Para remediar este problema, el borde a unir se conforma adecuadamente para aumentar el rendimiento de las uniones adhesivas. Las uniones adhesivas requieren, además, tratamientos superficiales previos largos y costosos. Dichos procesos pueden ser mecánicos (eliminación de la capa superficial mediante cepillos metálicos, por chorro de arena, etc.) o químicos (uso de disolventes) y también pueden suponer un importante impacto ambiental.

Además, a largo plazo las características mecánicas de las uniones adhesivas se caracterizan por una elevada variabilidad e incertidumbre.

Por otra parte, las uniones mecánicas (remachado, atornillado, etc.), aunque muy utilizadas en la industria aeronáutica y naval, presentan varios límites y problemas, entre ellos, la presencia de uniones por puntos alrededor de las cuales se concentran los esfuerzos, y la adopción de elementos externos para la unión que dan como resultado un mayor peso de la estructura y mayores costes.

Además, la mayoría de los procesos de unión mecánica requieren una perforación previa de las placas metálicas. Dicho proceso adicional, además de representar un problema en términos de productividad (costes y tiempo), puede dañar los componentes.

En los últimos años se han propuesto diversas soluciones alternativas para superar los límites mencionados, que pasan por la funcionalización de una o ambas superficies a unir y su posterior unión termomecánica. Procesos como la unión asistida por láser y la unión asistida por fricción se han utilizado para unir diferentes tipos de materiales (metal termoplástico, metal-compuesto). En los últimos años, estos procesos se han adaptado para producir uniones híbridas entre diferentes metales. Sin embargo, dichas soluciones todavía no pueden proporcionar resultados satisfactorios en términos de características mecánicas y tiempos de producción. Dichos problemas son todavía más evidentes cuando se unen materiales caracterizados por una elevada conductividad térmica (por ejemplo, el aluminio), en los que gran parte del calor se cede a las zonas circundantes.

Tal como sabe un experto en la materia, los procesos de soldadura convencionales (por ejemplo, soldadura por puntos) no permiten realizar uniones entre materiales metálicos con diferentes temperaturas de fusión, ya que solo uno de los materiales llega al punto de fusión.

DE 740 695 describe un procedimiento para unir, por ejemplo, interruptores de leva realizados en cobre y un metal ligero mediante soldadura por resistencia, en el que, antes de la soldadura se han realizado unas cavidades en la superficie del cobre. El resto de los dientes junto a las cavidades tienen forma triangular o rectangular.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCIÓN

Los inventores de la presente invención presentan un procedimiento para unir materiales conductores a diferentes temperaturas de fusión, el cual implica la creación de una pluralidad de ranuras en la superficie del material con una temperatura de fusión más elevada.

El objeto de la presente invención es un procedimiento para producir una unión mecánica entre dos materiales conductores con diferentes temperaturas de fusión de acuerdo con la reivindicación 1.

Preferiblemente, el procedimiento comprende una etapa de corte preliminar, en la cual se dispone una pluralidad de dichas ranuras en la superficie del material con un punto de fusión más elevado.

Preferiblemente, dicha etapa de unión se realiza mediante soldadura por resistencia, más preferentemente mediante soldadura por puntos.

Preferiblemente, dicha etapa de corte se realiza mediante una técnica láser.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

A continuación, se da un ejemplo de realización a título meramente ilustrativo y no limitativo con la ayuda de las figuras adjuntas, en las cuales:

- la figura 1 ilustra esquemáticamente dos etapas del procedimiento de acuerdo con la presente invención; y
- la figura 2 es una gráfica relativa a las pruebas de tracción realizadas para el ejemplo que se da a continuación.

MEJOR MODO DE REALIZAR LA INVENCIÓN

El procedimiento objeto de la presente invención se llevó a cabo acoplando una lámina de aleación de aluminio 1 (AA7075) y una lámina de titanio 2 (calidad 2). Las láminas 1 y 2 de los dos materiales (ambas de 2 mm de grosor) se unieron por solape, tal como se muestra en la figura 2.

En la Tabla I se dan las principales características mecánicas y térmicas de los materiales.

TABLA I

Material	Módulo de Young [GPa]	Límite elástico [MPa]	Resistencia a la tracción [MPa]	Alargamiento a rotura [%]	Punto de fusión [°C]
Titanio	120	394	450	20	1670
Aluminio	67	468	650	8,4	635

En la Tabla I puede apreciarse la considerable diferencia entre los puntos de fusión de los dos materiales. Esto hace que cualquier proceso de soldadura basado en la fusión sea ineficaz.

En la lámina de titanio 2 se formaron una pluralidad de ranuras 3 por medio de un láser de fibra por impulsos (YLP-RA30-1-50-20-20 de IPG) tal como se muestra en la figura 1. La pluralidad de ranuras dio como resultado una textura cuadrada utilizando los siguientes parámetros de proceso:

- frecuencia de pulso: 30 kHz;
- velocidad de barrido: 1000 mm/s;
- distancia de separación (distancia entre dos líneas de exploración consecutivas): 0,3 mm;
- 40 repeticiones.

La etapa de unión se realizó por medio de una soldadora por puntos 4 y unos electrodos de cobre de 10 mm de diámetro. Se llevó a cabo un programa de prueba experimental en el que se varió tanto la potencia entre 300W y 600W como la duración de la soldadura entre 0,2 y 1,5 s.

Posteriormente se realizaron unas pruebas de tracción para evaluar las características mecánicas de las uniones. Para ello se utilizó una máquina de ensayo universal modelo 322.121 de MTS equipada con una celda de carga con una capacidad de 25 kN.

Los resultados de dichas pruebas de tracción se dan en la gráfica de la figura 3, donde es posible correlacionar la energía de unión utilizada con la carga máxima de tracción. Tal como es conocido, la energía de unión E se calculó como el producto de duración × potencia.

A partir de la gráfica que se muestra en la figura 3 puede observarse claramente que la resistencia de las uniones alcanza valores muy elevados (superiores incluso a 7 kN) correspondientes a un módulo de rotura de 160 MPa con unos tiempos de unión muy pequeños (1,4 s). Esto demuestra que el procedimiento de acuerdo con la presente invención garantiza la producción de uniones con un comportamiento mecánico muy prometedor. Además, debe subrayarse que el procedimiento objeto de la presente invención puede implementarse fácilmente y, al mismo tiempo, se caracteriza por una productividad elevada y unos requisitos de energía reducidos. Dichas ventajas se

deben a los cortos tiempos de unión (el calor no se difunde radialmente), mientras que la zona de unión es la que se caracteriza por una resistencia eléctrica máxima (debido a la presencia de la textura que reduce la superficie de contacto).

Tal como se ilustra en la figura 2, el mecanismo de unión se basa en el calentamiento del material de temperatura de fusión más baja y la penetración del mismo en las ranuras practicadas (o ya presentes) en el material de temperatura de fusión más elevada.

Por último, es importante señalar que el particular sistema de calentamiento por paso de corriente de acuerdo con el procedimiento de la presente invención proporciona las siguientes ventajas:

1) Duraciones de ciclo muy reducidas unido a la elevada potencia y localización del calentamiento en la zona de unión (la presencia de la textura reduce la superficie de contacto y aumenta la resistencia eléctrica de esta zona).

2) Limitada zona térmicamente alterada y modestas tensiones residuales. Además, en el caso de materiales metálicos, se obtiene una dilatación reducida de los granos debido a:
a. Cortos tiempos de calentamiento;
b. Bajas temperaturas (no es necesario alcanzar la temperatura de fusión sino solo un reblandecimiento del material de bajo punto de fusión).

De esta manera se obtienen unas elevadas características mecánicas (estáticas, fatiga) y una alta resistencia a la corrosión.

3) Bajo coste del sistema de calefacción.

4) Fácil integración en sistemas de producción existentes ya que pueden utilizarse los soldadores que ya están presentes.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para unir mecánicamente dos materiales conductores (1, 2) con diferente temperatura de fusión; comprendiendo dicho procedimiento, sucesivamente

- una etapa de contacto, durante la cual se dispone una superficie de un material con una temperatura de fusión más elevada (2), donde hay unas ranuras (3), en contacto con una superficie de un material con una temperatura de fusión más baja (1), y
- una etapa de unión, durante la cual los dos materiales se someten a una presión de acoplamiento y, al mismo tiempo, a través de los mismos pasa una corriente en la pluralidad de ranuras (3) hasta que las ranuras (3) se llenan con dicho material con una temperatura de fusión más baja;

estando caracterizado dicho procedimiento por el hecho de que dichas ranuras (3) tienen un perfil rebajado.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que comprende una etapa de corte preliminar, durante la cual se obtienen una pluralidad de dichas ranuras (3) en la superficie del material con una temperatura de fusión más elevada (2).

3. Procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que dicha etapa de unión se realiza mediante una soldadura por resistencia (4).

4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que dicha soldadura por resistencia es una soldadura por puntos (4).

5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que dicha etapa de corte preliminar se lleva a cabo mediante una técnica láser.

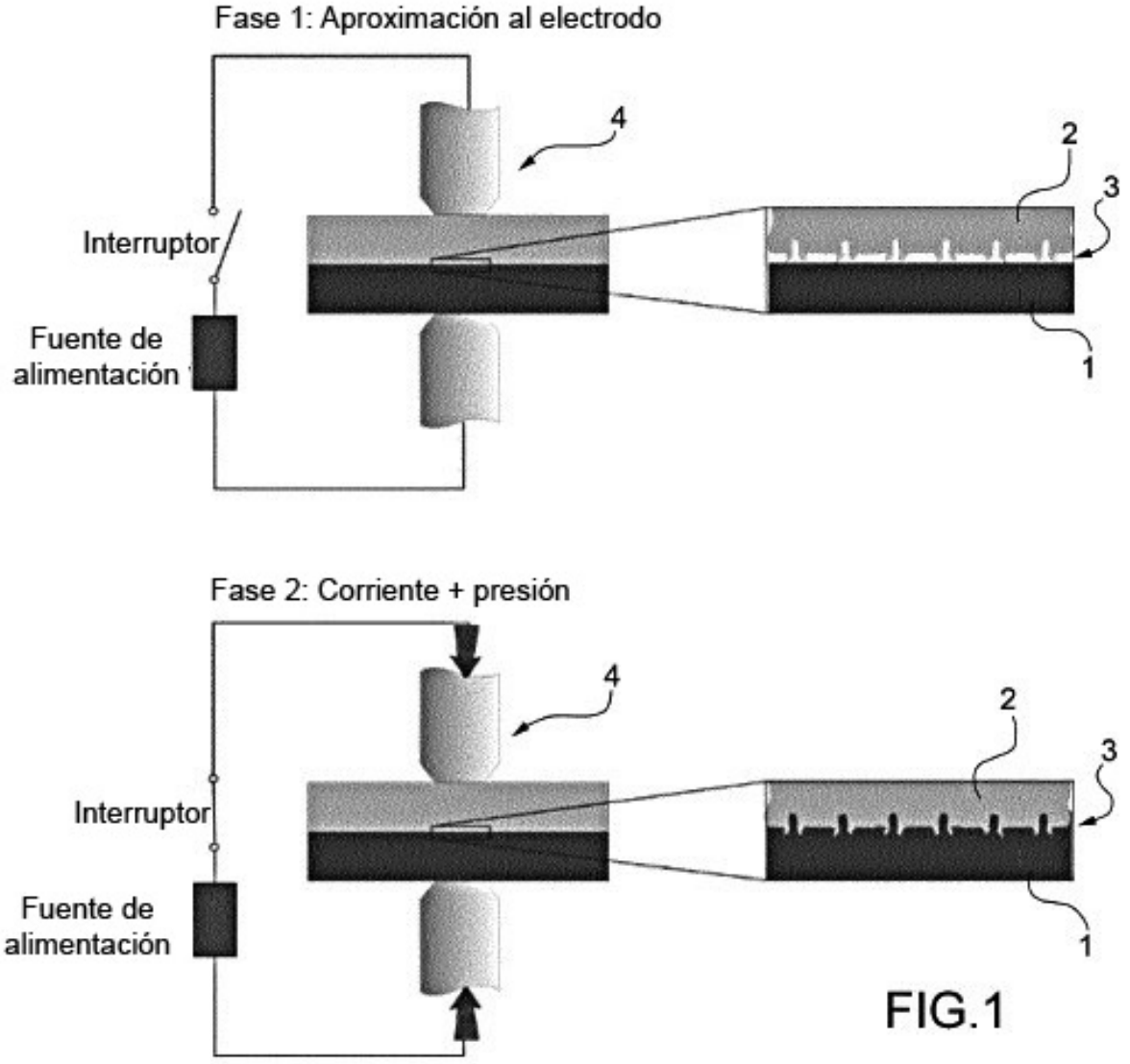

Fase 1: Aproximación al electrodo
Interruptor
Fuente de alimentación
4
2
3
1
Fase 2: Corriente + presión
Interruptor
Fuente de alimentación
4
2
3
1

FIG.1

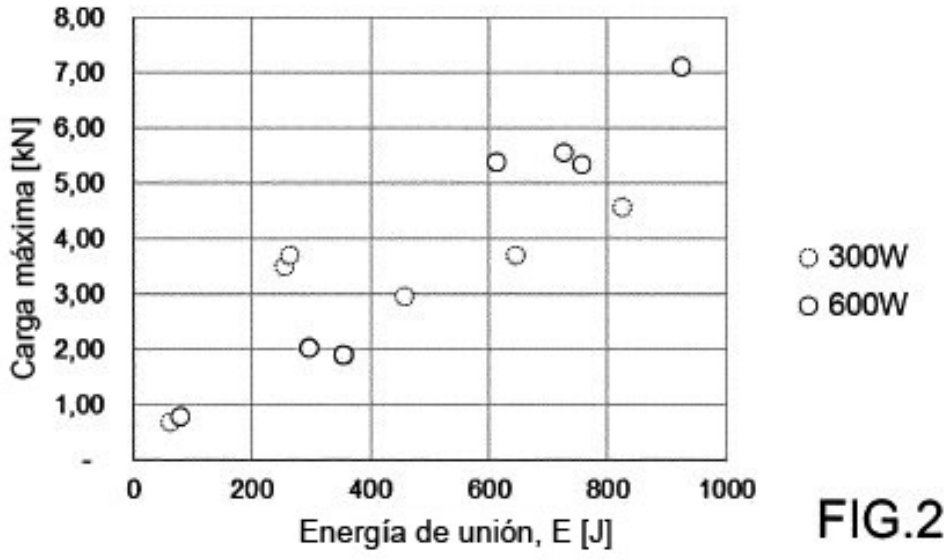

Carga máxima [kN]
8,00
7,00
6,00
5,00
4,00
3,00
2,00
1,00
-
0
200
400
600
800
1000
Energía de unión, E [J]
300W
600W

FIG.2

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citadas por el solicitante es únicamente para la comodidad del lector. No forma parte del documento de la patente europea. A pesar del cuidado tenido en la recopilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la EPO niega toda responsabilidad en este sentido.

Documentos de patentes citados en la descripción

• DE 740695 **[0010]**