

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 283**

51 Int. Cl.:
B23K 26/00 (2006.01)
B23K 26/24 (2006.01)
B23K 26/26 (2006.01)
B23K 26/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03726949 .5**
96 Fecha de presentación: **22.05.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1534460**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.06.2005**

54 Título: **Soldadura con láser con oscilación de rayo**

30 Prioridad:
24.05.2002 US 155688

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.06.2012

73 Titular/es:
ALCOA INC.
ALCOA TECHNICAL CENTER, 100 TECHNICAL
DRIVE,
ALCOA CENTER, PA 15069-0001, US y
THE PENN STATE RESEARCH FOUNDATION

72 Inventor/es:
STOL, Israel y
MARTUKANITZ, Richard, P.

74 Agente/Representante:
Carpintero López, Mario

ES 2 383 283 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

Soldadura con láser con oscilación de rayo

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a la soldadura con láser, más particularmente, a la soldadura con un rayo láser oscilante para crear un movimiento y rellenar la bocallave.

Antecedentes de la invención

10 Las juntas soldadas comunes incluyen juntas a tope, juntas de penetración y juntas a solape de filete. La soldadura con láser es un procedimiento para unir componentes de metal utilizando un rayo enfocado de luz coherente para fundir los componentes adyacentes y permitir que la masa fundida se solidifique en una junta. Aunque las juntas a tope se pueden producir por soldadura con láser, no son siempre adecuadas en las industrias aeroespaciales, automotrices y marinas. La soldadura con láser en juntas a solape de penetración y en juntas a solape de filete es más difícil de lograr. Las Figuras 1 y 2 muestran el resultado de la soldadura con láser de una junta a solape de penetración en la que se dirige un rayo láser en la región de un interfaz 2 entre los componentes 4 y 6. El movimiento relativo se efectúa a lo largo de la interfaz 2 entre el rayo láser y el conjunto de componentes. El rayo láser puede causar que una porción del metal en la interfaz se volatilice para producir una bocallave 8 unido por metal fundido 10. La bocallave 8 avanza con el movimiento del rayo láser en la dirección de la flecha A. El metal fundido 10 se solidifica detrás de la bocallave de avance 8 para crear una junta entre los componentes.

20 En la práctica, la producción de juntas a solape de penetración y de juntas a solape de filete por medio de soldadura con láser es limitada. Por ejemplo, en una junta a solape de penetración, como se muestra en las Figuras 1 y 2, está bien establecido que la anchura W de la soldadura debe ser igual o exceder el espesor T del más delgado de los componente que se unen. El proceso de soldadura se debe controlar para minimizar la formación de huecos en las soldaduras producidos por las inestabilidades en la bocallave y/o volatilización de los componentes de bajo punto de fusión con altas presiones parciales (por ejemplo, Mg). Además, la soldadura con láser es relativamente costosa. El rayo láser se opera generalmente en o por encima de 10^6 W/cm²; la eficiencia dicta una necesidad de soldar a una velocidad de al menos 2 metro por minuto (mpm) a este nivel de potencia. Al soldar componentes hasta 2,54 mm de espesor, es posible producir la requerida anchura de soldadura W 2,54 mm a velocidades superiores a 3 mpm. La formación de huecos se puede controlar adecuadamente mediante el uso de rayos desenfocado o sistemas ópticos bifocales. Sin embargo, con materiales más gruesos, es progresivamente más difícil lograr la anchura de soldadura requerida en tanto se mantiene una calidad de soldadura aceptable y velocidades de recorrido.

30 Cuando se sueldan con láser juntas a solape de filete, el sistema de soldadura debe adaptarse a las variaciones en la colocación lateral del rayo láser en relación con el borde de la junta y los espacios entre los componentes para alcanzar un rendimiento comparable a los depósitos hechos con soldadura por arco metálico con gas (GMAW) a las tasas que justifican el uso de costosos sistemas de soldadura con láser.

35 Una de las opciones para superar los retos en la soldadura con láser juntas a solape de penetración y juntas a solape de filete es utilizar integradores de rayo, ópticas de enfoque (espejos o lentes) con mayor longitud focal o haces desenfocados. Sin embargo, para asegurar un acoplamiento óptico fiable y consistente entre el láser y los componentes que se tienen que unir y para lograr una fusión localizada en la junta, la salida de potencia del sistema de láser se debe aumentar para compensar la reducción en la densidad de potencia. Con una potencia suficiente, se pueden producir soldaduras ensanchadas en el modo de conducción más plácido en lugar en el modo de bocallave. A diferencia del último modo, que implica el traslado de una cavidad (o bocallave) a lo largo del área de unión. Al minimizar la volatilización violenta de metal dentro de la bocallave, el modo de conducción más plácido puede eliminar las inestabilidades inherentes con el modo de bocallave. Como resultado, el modo de conducción minimiza la formación de huecos en las soldaduras con láser. Sin embargo, aplicar este enfoque requiere el uso de láseres muy potentes (por ejemplo, 18 KW a 25 KW, dependiendo de la aplicación) y costosos sistemas generadores de láser, lo que hace el enfoque impráctico para muchas aplicaciones industriales.

50 Otro enfoque para aumentar la eficacia de la soldadura con láser se describe en la Patente de Estados Unidos N° 4.369.348 por oscilación del rayo de láser a frecuencias de más de 1000 Hz. Este movimiento muy rápido del láser tiene por objeto distribuir y promediar el tiempo de la intensidad del láser a una frecuencia mayor que el tiempo de respuesta térmica del metal. De esta manera, la intensidad promediada en el tiempo de calor experimentada por un lugar particular en la interfaz entre los componentes metálicos que están unidos es mayor que la intensidad del calor experimentado sin oscilación. Sin embargo, el funcionamiento de un rayo láser a las frecuencias de oscilación de más de 1000 Hz es difícil y costoso. Además, la única manera de aplicar este procedimiento es soldar en el modo de conducción, en el que se mantiene un baño de fusión continuo.

55 Por consiguiente, permanece la necesidad de un procedimiento eficaz, a bajo coste, de soldadura con láser. El documento US 5.595.670 proporciona la técnica anterior más próxima, y se refiere a un procedimiento de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Sumario de la invención

Dicha necesidad se satisface por el procedimiento de la presente invención como se describe en la reivindicación 1, que incluye enfocar un rayo láser sobre una región de unión entre un par de componentes de metal para formar un baño de fusión continuo y establecer una bocallave en el mismo. El baño de fusión es una mezcla de metales de cada uno de los componentes. Trasladando simultáneamente el rayo enfocado a lo largo de la región de unión en una primera dirección y haciendo oscilar el rayo con respecto al baño de fusión en una dirección diferente de la primera dirección, la bocallave se mueve continuamente y se rellena inmediatamente por el metal fundido adyacente. La soldadura se produce a medida que la bocallave penetra a través del baño de fusión y funde los componentes que están soldados en la interfaz entre los mismos. En las proximidades del rayo láser enfocado, el baño de fusión se vaporiza para producir una bocallave que traslado con el rayo oscilante. Puesto que el rayo oscila en una dirección diferente a la primera dirección (por ejemplo, transversal a la dirección primero), la bocallave oscila a través del baño de metal fundido y el metal fundido se rellena en la bocallave a medida que la bocallave se hace oscilar. De esta manera, la bocallave se produce continuamente y luego se rellena con metal fundido que se solidifica para producir una soldadura.

Dependiendo del tipo de junta, combinación de espesor, y posición de la soldadura, el rayo láser se hace oscilar a una frecuencia de aproximadamente 5 a aproximadamente 120 Hz y se hace avanzar en la primera dirección a una velocidad de aproximadamente 0,13 a aproximadamente 10,2 mpm. Cuando se cita un intervalo de frecuencia o dimensión en el presente documento, el intervalo incluye todos los valores intermedios, tales como para la velocidad de la primera dirección, la velocidad incluirá 0,13, 0,15, 0,18, y así sucesivamente hasta 10,2 mpm. Las oscilaciones pueden ser lineales, circular, elípticas, o una combinación de las mismas, o cualquier otra forma que consiga una bocallave en movimiento. El menor ancho de los componentes metálicos puede estar por encima de 2,54 mm de espesor. La presente invención permite que el láser una varios tipos de juntas con dimensiones de soldadura personalizadas (por ejemplo 6,35 mm de anchura de soldadura interfacial entre componentes con un espesor de 6,35 mm) hasta aproximadamente 1,27 cm de anchura.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista esquemática en sección transversal de un par de componentes metálicos soldados con láser para formar una bocallave de acuerdo con la técnica anterior;

La Figura 2 es una vista superior de la pila de componentes que se muestran en la Figura 1 operados de acuerdo con la técnica anterior;

La Figura 3 es una vista en perspectiva de un par de componentes metálicos soldados con láser de acuerdo con el procedimiento de la presente invención;

La Figura 4 es una vista superior de la pila de componentes que se muestran en la Figura 3; y

La Figura 5 es una vista esquemática en sección transversal de los componentes metálicos mostrados en la Figura 4 tomada a lo largo de las líneas 4-4.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

En el procedimiento de la presente invención, los componentes metálicos, tales como aleaciones de acero o aluminio, se sueldan entre sí con láser. Como se muestra en la Figura 3, la radiación 20 (tal como un rayo láser) se enfoca sobre una interfaz 22 entre un par de componentes metálicos 24 y 26. Los componentes metálicos 24 y 26 de la Figura 3 se apilan unos sobre otros para formar una soldadura a solape de penetración. Esto no significa que es limitante; otras juntas por soldadura se pueden producir de acuerdo con el procedimiento de la presente invención, tales como soldaduras a tope y soldaduras a solape de filete. El rayo láser 20 desplaza en la dirección de la flecha A que puede seguir una trayectoria lineal o una trayectoria con otra configuración La trayectoria de la flecha A determina la ubicación de la junta entre los componentes 24 y 26.

Mientras que el rayo láser 20 se desplaza en la dirección de la flecha A, el rayo láser 20 se hace oscilar también en la dirección de la doble flecha B. La doble flecha B está a ángulo con respecto a la flecha A, tal como transversal a la dirección de la flecha A. En la Figura 3, el rayo láser 20 se muestra oscilando en una trayectoria lineal perpendicular a la flecha A, pero esto no está destinado a ser limitante. El rayo láser 20 pueden viajar en otras trayectorias, tales como circular, elíptica, sinusoidal, o similares. En las proximidades del rayo láser enfocado 20, como se muestra en las Figuras 4 y 5, los componentes metálicos 24 y 26 se vaporizan para producir una bocallave 28 rodeada por metal fundido 30. La oscilación del rayo láser 20 hace que la bocallave 28 se rellene con metal fundido 30 y la reforma como una nueva bocallave 28 adyacente al mismo. A medida que la bocallave 28 se mueve continuamente desde una posición a otra posición a través de la trayectoria de la flecha A y desocupa su posición anterior en el baño de metal fundido 30, la bocallave desocupada 28 se rellena y reforma como una nueva bocallave 28. Este proceso tiene la apariencia de movimiento de la bocallave transversalmente a través del metal fundido 30 con el metal fundido 30 actuando para "curar" de forma continua la bocallave desocupada 28. De esta manera, se produce una soldadura que tiene una anchura W_1 que es significativamente más ancha que las soldaduras de la técnica anterior. Por ejemplo, cuando se sueldan juntas a solape de penetración, la aplicación de la invención permite unirse con las

5 soldaduras que tienen una anchura interfacial igual o más ancha que el espesor de la parte más delgada que se tiene que soldar. Las soldaduras producidas utilizando el presente procedimiento tienen típicamente de dos a cinco veces la anchura de las soldaduras por rayo láser producidas utilizando los procedimientos convencionales. Las soldaduras más anchas son particularmente útiles en la producción de soldaduras a solape de penetración en componentes más gruesos, es decir, componentes más gruesos que 2,54 mm y hasta aproximadamente 6,35 mm de espesor.

10 Las frecuencias de oscilación adecuadas para el rayo de láser 20 son aproximadamente de 5 a aproximadamente 120 Hz y pueden ser de aproximadamente 10 Hz. El rayo láser puede avanzar a lo largo de la interfaz a una velocidad de aproximadamente 0,13 a aproximadamente 10,2 mpm, o de aproximadamente 1 a aproximadamente 5 mpm, o aproximadamente de 2 mpm.

15 En ciertos casos, puede ser útil incluir una fuente de material de relleno, tal como un alambre de relleno. El material de relleno se puede añadir durante la soldadura y puede estar en la forma de un alambre, que tiene un diámetro aproximadamente entre 0,76 y 1,58 mm, o un polvo. El material de relleno puede ser una aleación seleccionada en base a los atributos deseados de la soldadura, utilizando principios de ingeniería establecidos. El material de relleno se puede añadir a la parte delantera o trasera del baño de fusión, típicamente, a un ángulo entre 30 y 60 grados fuera de la horizontal, es decir, el plano del componente superior. El procesamiento de gas se puede utilizar también para proteger el baño de fusión y para redirigir el metal vaporizado lejos del rayo y de la zona de interacción material, lo que se conoce comúnmente como supresión de plasma. El gas se suministra normalmente en la parte delantera del baño de soldadura a través de una boquilla dirigida hacia la parte trasera del baño a un ángulo entre 20 30 y 60 grados fuera de la horizontal.

25 Una soldadura con láser a solapa de penetración se produce entre un par de placas de 4,98 mm de espesor de aleación Alclad 6013-T6 un alambre de relleno de 1,14 mm de diámetro de aleación 4047 a un ángulo de suministro de 35°, velocidad de suministro de 2,3 mpm utilizando un láser con una potencia de 10 KW de CO₂ (caudal de 110 cfh de helio como gas de supresión de plasma aplicado desde la parte delantera móvil) que viaja a 2 mpm enfocado a 6,35 mm por debajo de la superficie superior de la placa apilada. El láser se hizo oscilar linealmente en una dirección transversal a la dirección de soldadura a 10,2 mpm, anchura de oscilación total de 6,35 mm (es decir, 3,18 mm de centro a centro). La anchura de soldadura interfacial resultante fue ligeramente mayor que 5,6 mm.

Habiendo descrito las realizaciones actualmente preferidas, se debe entender que la invención se puede representar de otro modo dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

30

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para soldar a solape componentes metálicos (24, 26) entre sí que comprende las etapas de:
- 5 mover un rayo láser (20) en una primera dirección a lo largo de una interfaz entre un par de componentes metálicos (24, 26), de tal manera que en las proximidades del rayo láser (20) el metal de cada componente (24, 26) se funde y vaporiza para producir una bocallave (28) en un baño de metal fundido (30); y hacer oscilar el rayo láser (20) en una dirección diferente a la primera dirección, de tal manera que se forme una nueva bocallave (28) adyacente a la bocallave (28) anterior dentro del baño de metal fundido (30) y el metal fundido (30) se rellena después en la bocallave (28) anterior con la formación de la nueva bocallave (28);
- 10 **caracterizado por**
- producir una soldadura a solape de penetración en los componentes metálicos (24, 26) que tienen una anchura interfacial igual a, o más ancha que, la anchura del más delgado de los componentes que se están soldando
- 15 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el punto de rayo de láser oscila en una dirección transversal a la primera dirección.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los componentes de metal comprenden cada uno una aleación de aluminio.
4. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el punto de rayo de láser oscila a una frecuencia de aproximadamente 5 a aproximadamente 120 Hz.
- 20 5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que el rayo láser avanza a lo largo de la interfaz a una velocidad de aproximadamente 0,13 a aproximadamente 10,2 metros por minuto.
6. El procedimiento de la reivindicación 4, en el que la soldadura tiene más de aproximadamente 2,54 a aproximadamente 6,35 mm de anchura.
7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el punto de rayo de láser oscila en una trayectoria lineal.
- 25 8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el punto de rayo de láser oscila en una trayectoria circular, una trayectoria elíptica, o ambas.
9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el más delgado de los componentes metálicos tiene más de aproximadamente 2,54 mm de espesor.
10. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el rayo láser es un punto de rayo láser redondo.
- 30 11. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la etapa de oscilación comprende además trasladar simultáneamente el rayo láser a lo largo de la primera dirección y la dirección diferente a la primera dirección para mover continuamente y rellenar inmediatamente una bocallave previa con un material fundido de unión.

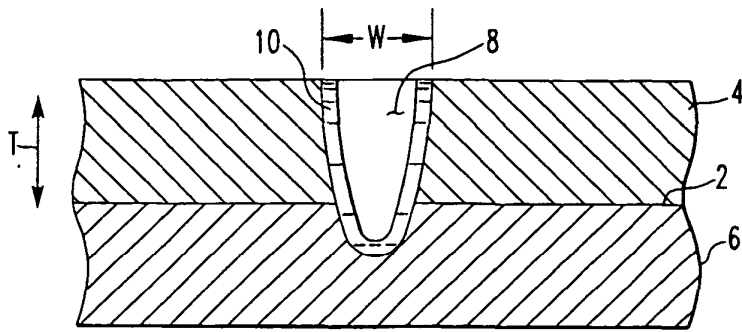


FIG.1
TÉCNICA ANTERIOR

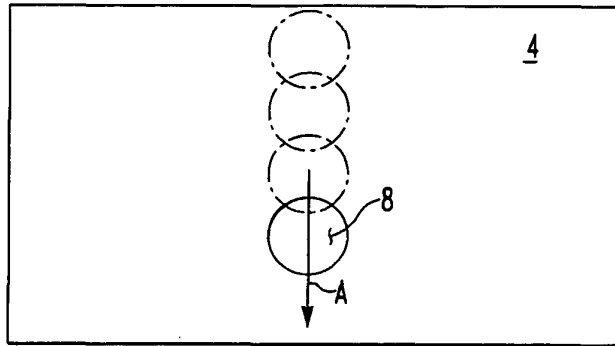


FIG.2
TÉCNICA ANTERIOR

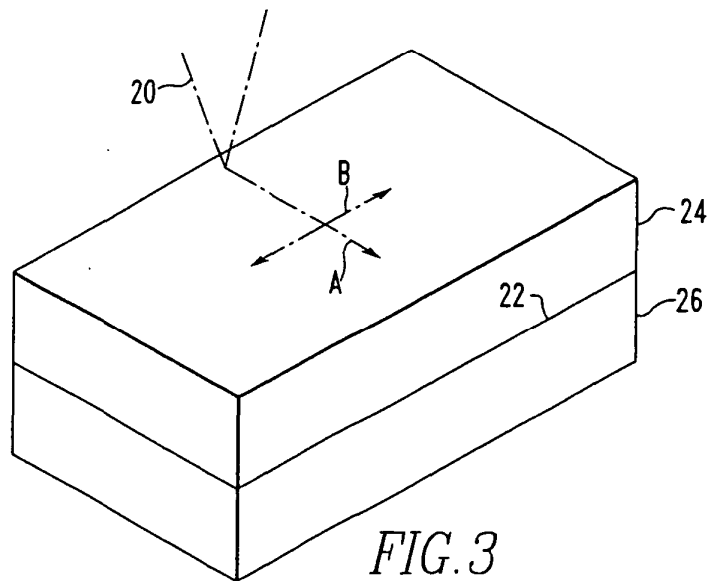


FIG.3

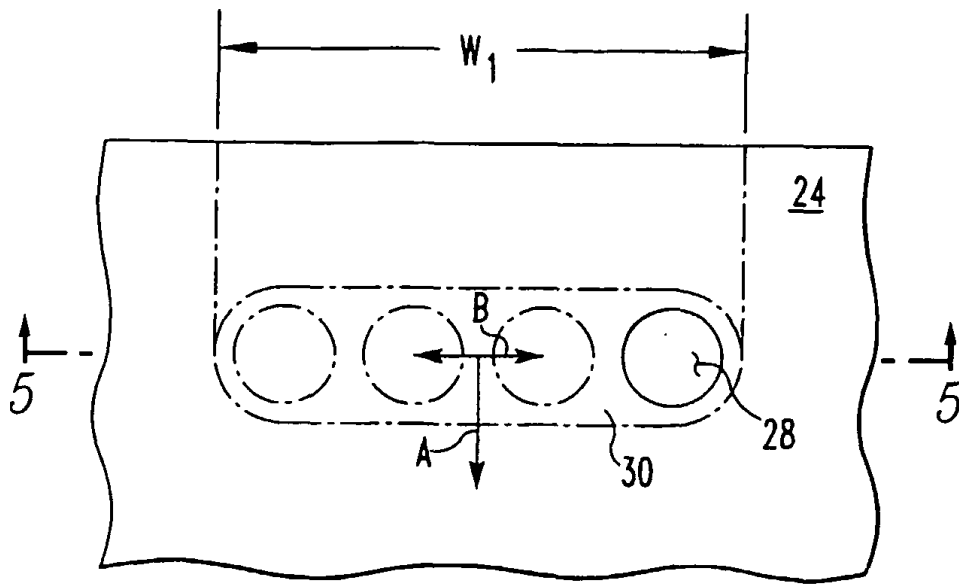


FIG. 4

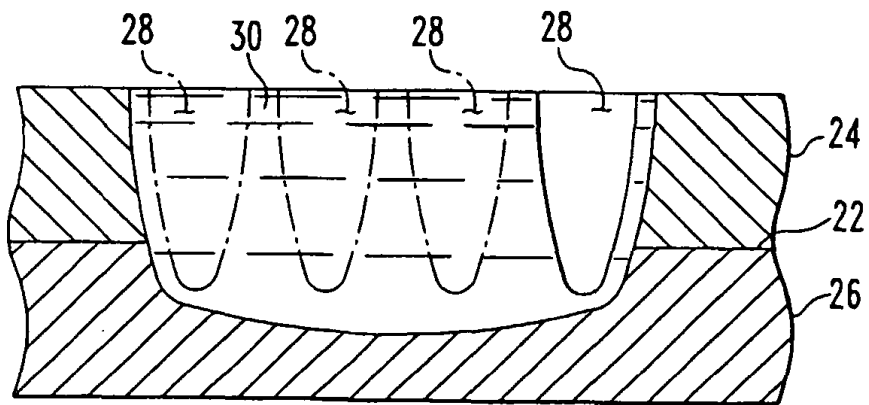


FIG. 5