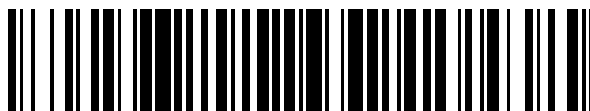


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 423 953**

51 Int. Cl.:

B23K 26/04 (2006.01)

B23K 26/06 (2006.01)

B23K 26/073 (2006.01)

B23K 26/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.12.2007 E 07847693 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.06.2013 EP 2121235**

54 Título: **Dispositivo de soldadura por rayo láser con una instalación óptica para la conversión del rayo láser en un rayo láser de forma anular así como procedimiento de soldadura por rayo láser correspondiente**

30 Prioridad:

27.12.2006 DE 102006061622

30.07.2007 DE 102007035717

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

25.09.2013

73 Titular/es:

ROBERT BOSCH GMBH (100.0%)

POSTFACH 30 02 20

70442 STUTTGART, DE

72 Inventor/es:

SPENNEMANN, KLAUS y

KITTEL, SONJA

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 423 953 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

Dispositivo de soldadura por rayo láser con una instalación óptica para la conversión del rayo láser en un rayo láser de forma anular así como procedimiento de soldadura por rayo láser correspondiente

5 La invención se refiere a un dispositivo de soldadura por rayo láser de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 así como a un procedimiento de soldadura por rayo láser de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 11.

10 Un dispositivo de soldadura por rayo láser de este tipo se conoce a partir del documento US-A-4 658 109. Por medio de un dispositivo de soldadura por rayo láser de este tipo se pueden generar zonas de unión de forma anular, que posibilitan una unión libre de retracción o bien de poca retracción de dos componentes. La estructura de un dispositivo de soldadura por rayo láser de este tipo debe realizarse, sin embargo, con una precisión muy alta, para que los componentes ópticos individuales estén alineados o bien centrados entre sí.

Además, se conocen a partir del documento US-2005/0077276 A1 y a partir del documento US-A-4 636 611 dispositivos de soldadura por rayo láser con guías de ondas de luz, que alimentan un rayo láser generado por una fuente de rayo láser a una instalación óptica.

Publicación de la invención

15 Partiendo del estado de la técnica representado, la invención tiene el cometido de desarrollar un dispositivo de soldadura por rayo láser de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1, de tal manera que se posibilita un ajuste o bien una alineación simplificados de los componentes de la instalación óptica. Este cometido se soluciona en un dispositivo de soldadura por rayo láser con las características de la reivindicación 1. A través de las medidas indicadas en la parte de caracterización de la reivindicación 1 se puede regular la guía de ondas de luz en particularmente así como horizontalmente al eje óptico, de manera que todo el sistema se puede centrar muy fácilmente y de esta manera se pueden eliminar posiciones inclinadas posibles del anillo del foco con relación al eje óptico del dispositivo de soldadura por rayo láser.

20 Otros desarrollos del dispositivo de soldadura por rayo láser de acuerdo con la invención se indican en las reivindicaciones dependientes, En el marco de la invención caen todas las combinaciones de al menos dos de las características publicadas en las reivindicaciones, en la descripción y/o en las figuras.

25 En un desarrollo de la invención está previsto con ventaja dirigir el rayo láser en forma de anillo generado por la instalación óptica en dirección esencialmente radial sobre la zona de unión de dos piezas de trabajo para generar de esta manera una costura de soldadura circunferencial o bien una costura de soldadura radial. En este caso, la desviación no tiene que ser necesariamente exacta radial, es decir, en un ángulo de 90° con relación al eje óptico del rayo láser generado por la fuente de rayo láser o bien con relación al eje longitudinal o eje de simetría de los componentes a soldar, sino que se puede realizar en una zona angular de $0^\circ < \alpha < 180^\circ$ - de acuerdo con las particularidades geométricas. Es esencial que el rayo láser sea desviado lateralmente sobre la al menos una pieza de trabajo (es decir, sobre la superficie envolvente), cuando el rayo láser cerrado en dirección circunferencial incide al menos aproximadamente perpendicular sobre la zona de unión. Con un dispositivo de soldadura por rayo láser configurado de esta manera es posible fabricar una costura de soldadura circunferencial, que no requiere una zona de solape, con lo que se evita una retracción del componente. Una aplicación de energía en la zona de unión se realiza de una forma homogénea y al mismo tiempo a lo largo de toda la longitud de la costura de soldadura. Además, se puede prescindir de un movimiento relativo entre la fuente de rayo de luz o bien el foco de rayo de luz y la al menos una pieza de trabajo, con lo que se puede elevar la velocidad del proceso, puesto que se suprimen las influencias de fuerza centrífuga. El dispositivo de soldadura por rayo láser es especialmente adecuado para la soldadura de componente cilíndrico, críticos de retracción con diámetros en el intervalo < 60 mm, pudiendo soldarse entre sí, sin embargo, sin problemas, en el caso de utilización de láser correspondientemente potente, componentes con diámetros mayores.

30 De acuerdo con una forma de realización preferida de la invención, el medio de desviación para la desviación del rayo láser, en particular para la desviación sobre la superficie envolvente de al menos un componente cilíndrico, está configurado como espejo cónico. A este respecto es ventajosa la disposición de la superficie de espejo sobre un lado interior del cono, puesto que en este caso el espejo cónico se puede disponer rodeando desde el exterior, al menos por secciones, la al menos una pieza de trabajo y de esta manera se puede ajustar fácilmente. Con preferencia, el espejo cónico es irradiado desde la dirección del fondo del cono. No obstante, también es concebible emplear de manera adicional o alternativa un espejo cónico con una superficie exterior de espejo, que se puede desplazar con preferencia al interior de al menos un componente, con lo que se puede fabricar una costura de soldadura circunferencial cerrada en la periferia sobre el lado interior de la pieza de trabajo. En este caso, el espejo cónico es irradiado con preferencia desde la dirección de la punta del cono. A través de la selección del ángulo cónico se puede ajustar el ángulo de incidencia del rayo láser de forma anular lateralmente sobre la al menos una pieza de trabajo. El espejo cónico está dispuesto de acuerdo con la invención coaxialmente al eje óptico del dispositivo de soldadura por rayo láser. Con preferencia, se trata de una forma cónica simétrica rotatoria. A través de

desviaciones de la forma cónica se puede impulsar una zona de unión que se desvía de la forma circular.

A través del desplazamiento del espejo cónico en dirección axial se modifica el diámetro del anillo del foco del rayo láser, que se puede ajustar de esta manera al diámetro de la al menos una pieza de trabajo especialmente simétrica rotatoria a mecanizar.

5 Para la generación de un rayo láser con área de la sección transversal de forma anular está previsto al menos un axikon en un desarrollo de la invención. En el axikon se trata de un elemento óptico de forma cónica al menos por secciones. Con preferencia, el axikon está dispuesto regulable al menos en dirección axial, para poder variar de esta manera el ángulo de incidencia del anillo del foco de rayo láser sobre al menos una pieza de trabajo.

10 De manera más conveniente, en la trayectoria de los rayos delante del axikon está dispuesto un colimador, por medio del cual se genera un desarrollo paralelo de los rayos, que es forzado por el axikon en una forma de anillo. Con preferencia, el colimador es regulable tanto en dirección vertical como también en dirección horizontal con respecto al eje óptico, para asegurar una distribución uniforme de la intensidad sobre la sección transversal del rayo láser.

15 Para la generación de un anillo de rayo láser enfocado en la zona de unión está prevista al menos una instalación de enfoque con al menos una lente de enfoque, que está dispuesta con preferencia entre el axikon y el espejo cónico. La zona de unión está dispuesta en este caso con preferencia directamente en el punto focal de la instalación de enfoque.

20 En un desarrollo de la invención está previsto con ventaja que como fuente de rayo láser se emplee una fuente de rayo láser por impulsos. En este caso, se pueden emitir potencias altas con una duración corta del impulso. Se han conseguido buenos resultados con energías de impulsos en el intervalo de aproximadamente 150 J con una duración del impulso de aproximadamente 50 ms. Especialmente en el caso de utilización de fuentes de rayos de impulsos tiene lugar un proceso de soldadura de conducción de calor, en el que el material se funde y se configuran costuras radiales con una relación dimensional (profundidad con relación a la anchura) de aproximadamente 1:1. También es concebible realizar procesos de soldadura profunda para la obtención de un capilar de vapor con una relación dimensional de > 1 .

30 Para la observación del proceso es ventajoso desviar a través de un divisor de los rayos desde el paso de los rayos del proceso un paso de rayos de observación y conducirlo a una cámara especialmente digital. Para poder detectar toda la zona de mecanización, se coloca con preferencia de la misma manera un axikon dentro del paso de los rayos de observación. La alineación de la cámara en dirección axial posibilita en este caso el ajuste de la imagen de la cámara, debiendo asegurarse para la mejora de la representación una iluminación suficiente. Además, objeto de la invención es un procedimiento, en el que un rayo láser especialmente de forma circular es convertido en un rayo láser de forma anular. Con preferencia, el procedimiento de soldadura por láser se realiza con el dispositivo de soldadura por rayo láser descrito anteriormente.

35 En un desarrollo de la invención, el procedimiento de soldadura contiene como etapa del procedimiento la desviación del rayo láser con área de la sección transversal de forma anular sobre una pieza de trabajo para la generación de una costura de soldadura radial. El ángulo de incidencia sobre la superficie envolvente de la pieza de trabajo se puede seleccionar en este caso de acuerdo con el campo de aplicación respectivo y las particularidades geométricas entre $0^\circ < \alpha < 180^\circ$. El ajuste del ángulo de incidencia se realiza con preferencia a través de la selección del ángulo cónico de un espejo cónico empleado como medio de desviación y/o a través del posicionamiento de un axikon.

Con preferencia, durante el proceso de soldadura no tiene lugar ningún movimiento relativo entre la pieza de trabajo y la fuente de rayo láser o bien el foco de soldadura por rayo láser en forma de anillo – por lo tanto, la pieza de trabajo y la fuente de rayo láser están dispuestas fijas estacionarias relativamente entre sí.

Breve descripción de los dibujos

45 Otras ventajas, características y detalles de la invención se deducen a partir de la descripción siguiente de ejemplos de realización preferidos así como con la ayuda del dibujo; éste muestra en la figura única 1 la estructura esquemática de un dispositivo de soldadura por rayo láser para la generación de una costura de soldadura radial.

Formas de realización de la invención

50 La figura 1 muestra un dispositivo de soldadura por rayo láser 1, que se puede emplear también para el endurecimiento de piezas de trabajo. El dispositivo de soldadura por rayo láser presenta una fuente de rayo láser 2, que genera un rayo láser de impulsos 3 con área de la sección transversal de forma circular. El rayo láser 3 es alimentado a través de una guía de ondas de luz 4 a una instalación óptica 5 a lo largo de un eje óptico 6 (eje-Z). La zona de la boca 7 de la guía de ondas de luz 4 es regulable perpendicularmente así como horizontalmente (a lo largo del eje-x y del eje-y) con respecto al eje óptico (direcciones de la flecha A). De esta manera, se puede realizar un

centrado del rayo láser 3. El rayo láser 3 ensanchado incide sobre un colimador 8, dispuesto a distancia de la zona de la boca 7 de la guía de ondas de luz 4, de la instalación óptica 5, que paraleliza el rayo láser 3. El colimador 8 se puede ajustar perpendicular así como horizontalmente a lo largo del eje-y y del eje-x con respecto al eje óptico (eje-Z), con lo que se consigue una distribución uniforme de la intensidad del rayo láser 3' (movimientos en direcciones de la flecha B). El rayo láser 3' dirigido paralelo incide sobre un axikon 9, dispuesto a distancia del colimador 8 en dirección axial, con una superficie de incidencia 10 de forma cónica y con una superficie de radiación plana 11 dispuesta transversalmente al paso de los rayos.

El axikon 9 se puede ajustar en dirección axial a lo largo del eje óptico 6 (direcciones de la flecha C / eje-Z), con lo que se puede variar un ángulo de incidencia α , que se explicará todavía más adelante, sobre dos piezas de trabajo 12, 25 (tapa 25 y cuerpo de base 12), que se apoyan entre sí en dirección axial, que son regulables por medio de una instalación de ajuste no mostrada en todas las direcciones espaciales (dirección de la flecha G).

Por medio del axikon 9 se convierte el rayo láser 3' dirigido en paralelo con área de la sección transversal de forma circular en un rayo láser 3" con área de la sección transversal en forma de anillo circular, que irradia a través de una instalación de enfoque 14 que contiene un objetivo de enfoque y que incide sobre un espejo cónico 15 distanciado en dirección axial con una superficie de espejo interior 16. El espejo cónico 15 desvía el rayo láser 3" de forma anular radialmente hacia dentro bajo un ángulo α con relación al eje óptico 6 sobre una zona de unión lateral 17 de las piezas de trabajo 12, 25. Las piezas de trabajo cilíndricas 12, 25 y la instalación de enfoque 14 están dispuestas distanciadas entre sí de tal manera que el rayo láser 3" en forma de anillo es enfocado en la zona de unión lateral 17 de las piezas de trabajo 12, 25. A través del desplazamiento del espejo cónico 15 a lo largo del eje óptico 6 (direcciones de la flecha D) se puede variar el diámetro del anillo del foco de soldadura por rayo láser 26 generado. A través de la selección del ángulo cónico se puede ajustar el ángulo de incidencia α del rayo láser sobre la pieza de trabajo 12 con relación al eje óptico 6 o bien con relación al eje de simetría de las piezas de trabajo 12, 25. Por medio del rayo láser o bien del anillo de foco de rayo láser, que actúa al mismo tiempo sobre toda la zona de unión 17 se obtiene una costura de soldadura circunferencial simétrica uniforme.

En lugar del espejo cónico 15 con espejo interior 16 se puede emplear también un espejo cónico no mostrado con superficie cónica exterior. Éste se desplaza con preferencia al interior de las piezas de trabajo 12, 25, de manera que la desviación del rayo láser no se realiza como se muestra radialmente hacia dentro, sino radialmente hacia fuera.

Para fines de observación y para la evaluación especialmente asistida por ordenador y, dado el caso, para el ajuste de elementos ópticos individuales se emplea en la trayectoria de los rayos entre el colimador 8 y el axikon 9 un divisor de los rayos 19, que genera una trayectoria paralela de los rayos láser de observación 20'. Esta trayectoria de los rayos láser de observación 20' incide sobre el segundo axikon 21 y es conducida a través de un espejo 22 y una lente de enfoque 23 hacia una cámara digital 24. Allí se representa la trayectoria de rayos láser de observación en virtud del segundo Axikon 21 de la misma manera en forma de anillo circular. Para el enfoque óptimo, la cámara digital 24 está dispuesta de forma regulable en dirección axial (direcciones de la flecha F).

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Dispositivo de soldadura por rayo láser (1) para la soldadura mutua de piezas de trabajo (12), con una fuente de rayo láser (2) y una instalación óptica (5) dispuesta en la trayectoria de rayos láser (20'), en el que la instalación óptica (5) está configurada de manera que convierte un rayo láser (3) generado por la fuente de rayos láser (2) en un rayo láser (3'') con área de la sección transversal en forma de anillo, caracterizado porque la zona de la boca de una guía de ondas de luz (4), que está dirigida hacia la instalación óptica (5) está dispuesta en posición variable para la alimentación del rayo láser (3) generado por la fuente de rayo láser (2) a la instalación óptica (5) perpendicular y horizontalmente a la dirección axial del rayo láser (3''), porque la instalación óptica (5) presenta medios de desviación para la desviación del rayo láser (3'') con área de la sección transversal en forma de anillo para la generación de una costura de soldadura circunferencial, porque el medio de desviación está configurado como espejo cónico (15), y porque el espejo cónico (15) está dispuesto de forma variable de la posición en la dirección axial del rayo láser (3'').
- 10 2.- Dispositivo de soldadura por rayo láser (1) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la instalación óptica (5) presenta un axikon (9), dispuesto especialmente en posición variable, para la conversión del rayo láser (3) generado por la fuente de rayo láser (2) en el rayo láser (3'') con área de la sección transversal en forma de anillo.
- 15 3.- Dispositivo de soldadura por rayo láser (1) de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado porque la instalación óptica (5) presenta delante del axikon (9), un colimador (8) dispuestos especialmente en posición variable, para la generación de una trayectoria paralela de los rayos.
- 20 4.- Dispositivo de soldadura por rayo láser (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la instalación óptica (5) presenta al menos una instalación de enfoque (14) dispuesta especialmente en posición variable.
- 25 5.- Dispositivo de soldadura por rayo láser (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la fuente de rayos láser (2) está configurada para generar un rayo láser de impulsos (3).
- 30 6.- Dispositivo de soldadura por rayo láser (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque está prevista una instalación de observación del proceso con al menos una cámara (24), que está dispuesta para registrar una trayectoria de rayos láser de observación (20') que se ramifica desde la trayectoria de rayos láser a través de un divisor de rayos.
- 35 7.- Procedimiento de soldadura por rayo láser (1) utilizando un dispositivo de soldadura por rayo láser (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque un rayo láser (3) es convertido en un rayo láser (3'') con área de la sección transversal en forma de anillo.
- 8.- Procedimiento de soldadura por rayo láser (1) de acuerdo con la reivindicación 7, caracterizado porque el rayo láser (3, 3', 3'') se desvía con área de la sección transversal en forma de anillo para la generación de una costura de soldadura radial.
- 9.- Procedimiento de soldadura por rayo láser (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 u 8, caracterizado porque las piezas de trabajo (12) se sueldan, respectivamente, entre sí con una sección cilíndrica.
- 10.- Procedimiento de soldadura por rayo láser (1) de acuerdo con una de las reivindicaciones 7 ó 9, caracterizado porque la fuente de rayo láser (2) y las piezas de trabajo (12) a soldar están dispuestas de forma libre de rotación durante el proceso de soldadura.

