

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 187**

51 Int. Cl.:

B23K 1/00 (2006.01)
B23K 1/005 (2006.01)
B23K 26/06 (2014.01)
B23K 26/08 (2014.01)
B23K 26/10 (2006.01)
B23K 1/19 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.12.2015 E 15199433 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.11.2017 EP 3034224**

54 Título: **Procedimiento y sistema de soldadura para componentes metálicos**

30 Prioridad:

12.12.2014 IT PD20140338

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

01.03.2018

73 Titular/es:

**CEPPI & PARTNERS S.R.L. (100.0%)
Via A. Meucci, 11
31053 Pieve di Soligo (TV), IT**

72 Inventor/es:

**MAROBIN, MARIO;
LEDER, MATTEO y
CEPPI, UGO**

74 Agente/Representante:

CONTRERAS PÉREZ, Yahel

ES 2 657 187 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 y sistema de soldadura para componentes metálicos

5 Campo de aplicación

La presente invención se refiere a un método de soldadura de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 (véase, por ejemplo, JP2000079463 A), y un sistema para realizar soldadura de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 13 (véase, por ejemplo, DE202011000456). El método y el sistema, objeto de la presente invención, se encuentran dentro del ámbito del trabajo y el montaje de componentes realizados de materiales metálicos, en particular cobre, por lo menos uno de los cuales tiene forma tubular y aprovecha en particular la radiación láser como fuente de energía para realizar soldaduras de uniones entre dichos elementos.

Más detalladamente, el método y el sistema de acuerdo con la invención se han desarrollado para el montaje de intercambiadores de calor con paquete aleteado con particular referencia a la unión de los elementos curvos de cierre del circuito hidráulico a los extremos de los tubos del intercambiador y, por lo tanto, están destinados a utilizarse ventajosamente en los campos industriales de climatización, de refrigeración y de tratamiento de bebidas y alimentos; sin embargo, también pueden utilizarse en diferentes campos industriales.

20 Estado de la técnica

Tal como es sabido, la soldadura es la técnica más comúnmente empleada para la unión de componentes realizados en materiales metálicos, sin fundirlos. La soldadura se utiliza generalmente cuando es adecuado limitar el suministro de calor a los componentes a unir, cuando el aspecto estético de la unión es importante o cuando es importante asegurar el sellado hermético o el sellado a presión de la unión.

El proceso de soldadura prevé el suministro de una aleación específica, generalmente indicada como material de aleación o relleno en la jerga técnica del campo, que tiene una temperatura de fusión inferior a la temperatura de fusión de los materiales que constituyen los componentes a unir; dicha aleación de relleno, que se introduce en la fase líquida, se difunde por capilaridad en la ranura de unión definida entre los componentes a unir.

Convencionalmente, la fusión de la aleación de relleno se realiza por medio del uso de una llama derivada de la combustión de oxígeno con hidrocarburos.

Con referencia específica al campo técnico de producción y montaje de intercambiadores de calor con paquete aleteado, la soldadura se emplea generalmente para unir diferentes componentes del circuito hidráulico de los intercambiadores, tal como se describirá mejor a continuación, y debe garantizar un sellado hidráulico a presión óptimo, así como una resistencia óptima a la deformación de los componentes sometidos a ciclos térmicos y generalmente a tensiones mecánicas.

Más en detalle, tal como es sabido, un intercambiador de calor con paquete aleteado comprende una pluralidad de aletas, realizadas normalmente de aluminio o cobre, apiladas para definir un paquete y compactadas entre sí con placas terminales, y uno o más circuitos hidráulicos a modo de bobinas definidas por una pluralidad de tubos, generalmente realizados de cobre, montados en el paquete e insertados a través de unos orificios formados en las aletas. En particular, los circuitos hidráulicos se realizan en la etapa de montaje de los intercambiadores mediante la inserción de las denominadas horquillas pequeñas, es decir, tubos curvos en forma de U que se extienden una longitud mayor que la del paquete aleteado en los orificios pasantes de las aletas, la posterior expansión mecánica de las horquillas para encajarlas con las aletas, y el cierre de los extremos abiertos de las horquillas pequeñas mediante la conexión de estas últimas con los denominados elementos curvos de retorno, es decir, secciones de tubo doblado en forma de C, para crear uno o más circuitos a modo de bobinas para el paso del fluido. Además, el intercambiador de calor se completa por medio de uno o más colectores para el suministro y la descarga del fluido, que conectan los distintos circuitos hidráulicos fuera del paquete aleteado y que se unen en los extremos libres de las horquillas pequeñas que han quedado desacopladas. Las uniones entre las horquillas pequeñas y elementos curvos y entre horquillas pequeñas, tubos y colectores normalmente se realizan por medio de soldadura, tal como se ha especificado anteriormente.

El sellado del circuito hidráulico así obtenido se verifica posteriormente insuflando aire o gas en su interior y sumergiendo el intercambiador en agua para verificar la presencia de posibles fugas, o realizando una inspección del circuito por medio de un gas de rastreo. En el proceso típico de fabricación de los intercambiadores de calor con paquete aleteado, las pequeñas uniones curvas de horquilla y las conexiones hidráulicas con los colectores se normalmente se realizan con un método de soldadura manual por medio de un soplete de gas líquido. El material de relleno, en tal caso, lo suministra manualmente el operario junto con la llama de soldadura, o se monta previamente en forma de anillo manualmente alrededor de los elementos curvos antes del procedimiento de soldadura. El método

en tal caso permite, de este modo, que el operario dirija manualmente la llama cubriendo la zona de unión, para provocar la fusión del material de relleno, de manera que este último penetre por capilaridad en los intersticios de unión entre horquillas pequeñas y elementos curvos o entre tubos y horquillas pequeñas y colectores, garantizando el sellado mecánico y el sellado hidráulico a presión del circuito.

5 Un primer inconveniente de dicho método de soldadura convencional consiste en su escasa fiabilidad. De hecho, la calidad de la soldadura realizada depende en gran medida de la capacidad del operario; además, dicho operario no puede garantizar unos rendimientos constantes y prolongados a lo largo del tiempo. Un segundo inconveniente radica en la obvia lentitud del método manual. Un tercer inconveniente es la poca seguridad de este método, dado
10 que el operario está expuesto fácilmente a lesiones. Finalmente, un cuarto inconveniente radica en los límites físicos de la llama empleada en dicho método, que no es capaz de alcanzar temperaturas superiores a un valor límite que depende del combustible específico empleado para generar la llama y, por lo tanto, no permite realizar una soldadura con cualquier material de relleno deseado.

15 Para reducir los tiempos de trabajo y mejorar la fiabilidad del método de soldadura, se ha implementado un método de soldadura por inducción que prevé la generación de un campo magnético alterno intenso cerca de la zona de unión, de manera que las corrientes eléctricas que se generan en los componentes a unir y en la aleación de relleno, debido al campo magnético oscilante, calientan esta última hasta que se provoca la fusión de la aleación de relleno.

20 También este último método de soldadura ha demostrado en la práctica que no está carente de inconvenientes. Los principales inconvenientes de dicho método consisten en las restricciones de forma y tamaño del dispositivo de generación de campo magnético, que sólo lo hacen adecuado para realizar uniones soldadas que tengan características de forma y tamaño precisas, y de la dificultad de alcanzar de manera óptima, con el dispositivo de generación de campo magnético, las zonas de unión en particular de las horquillas pequeñas y de los elementos
25 curvos, sobre todo para disposiciones muy estrechas de las propias horquillas pequeñas.

Otro método de soldadura empleado en la producción de intercambiadores de calor con paquete aleteado prevé la inserción del intercambiador dispuesto en posición vertical y con los elementos curvos previamente montados en los extremos libres de las horquillas pequeñas en un horno adecuado provisto de una pluralidad de boquillas de combustión, cada una de las cuales es susceptible de dirigir una llama hacia las zonas de unión de los elementos
30 curvos a las horquillas pequeñas.

Dicho método, incluso aunque permite un mínimo grado de automatización, tiene el considerable inconveniente de ser poco versátil, ya que la disposición de las boquillas de combustión en el horno está adaptada para realizar la soldadura de las uniones de elemento curvo y horquilla pequeña sólo para disposiciones específicas de esta última en el paquete aleteado. Además, el método descrito anteriormente no está adaptado para utilizarse para cualquier intercambiador de calor deseado, ya que no todos los intercambiadores de calor tienen un tamaño que permite la inserción del mismo en el horno, o no todos pueden disponerse fácilmente en posición vertical.

40 Otro inconveniente considerable del método descrito anteriormente consiste en el hecho de que dicho método requiere una configuración del sistema y, por lo tanto, resulta ventajoso respecto a la soldadura de antorcha manual convencional sólo si se monta un número elevado de intercambiadores de calor que presenten, en particular, la misma geometría de circuito hidráulico.

45 Finalmente, son conocidos en la técnica métodos de soldadura que emplean radiación láser como fuente de energía para provocar la fusión del material de relleno. Tales métodos se utilizan, en particular, en la industria del automóvil donde se solicitan uniones apreciables desde el punto de vista estético. Dichas uniones deben tener unas características de resistencia mecánica adecuadas, pero no tienen que garantizar una resistencia a los ciclos térmicos o garantizar un sellado hermético a presión, con presiones que pueden incluso alcanzar varios cientos de bares - requisitos que deben presentar, en cambio, las uniones que se disponen en los intercambiadores de calor descritos anteriormente. Por lo tanto, las uniones obtenidas por el método de soldadura en el campo de la automoción pueden soportar la presencia de poros o defectos que, de otro modo, serían inaceptables para las uniones soldadas que se forman previamente en el montaje de intercambiadores de calor con paquete aleteado.

55 La patente EP 1 920 864 describe un método y un dispositivo para soldadura por medio de láser destinado a reducir el número de poros y defectos presentes en el material de relleno al final de la soldadura. Dicho método prevé la disposición previa de un cordón de material de relleno a lo largo de la línea de unión entre dos componentes, una primera irradiación de dicho cordón con un primer rayo láser, que provoca la fusión del mismo para obtener la unión entre los dos componentes, y una segunda irradiación del cordón fundido y preferiblemente re-solidificado con un
60 segundo rayo láser adaptado para realizar un post-tratamiento térmico sobre el cordón de unión, con el fin de reducir la presencia de defectos y poros en este último. El dispositivo para soldadura mediante láser que se describe aquí comprende un cabezal operativo provisto de un primer y un segundo medio de emisión respectivamente del primer y el segundo rayo láser alineados, que están dispuestos ventajosamente a una distancia suficiente para permitir por lo

menos la solidificación parcial del cordón fundido por el primer rayo láser antes de que el segundo rayo láser lo irradie.

5 El método y el dispositivo descritos en la patente EP 1 920 864, sin embargo, en la medida en que permiten reducir los defectos presentes en el material de relleno al final de la soldadura, no pueden garantizar las características de sellado bajo presión y las características de resistencia a la fatiga térmica de la unión necesarias en el caso de uniones preestablecidas en intercambiadores de calor con paquete aleteado. La irradiación de sólo el cordón y su recocido de hecho facilita la incorporación de escoria en el propio cordón de unión, por lo que se reduce considerablemente la resistencia a la fatiga térmica de la unión.

10 Además, el dispositivo brevemente descrito anteriormente no sería adecuado para realizar uniones por soldadura entre los elementos curvos y las horquillas pequeñas de un intercambiador de calor con paquete aleteado, ya que la curvatura del perfil de unión entre este último y el posible limitado tamaño de las secciones transversales de las horquillas pequeñas y de los elementos curvos a unir no permitirían que el primer y el segundo medio de emisión del cabezal operativo del dispositivo descrito en la patente EP 1 920 864 irradian simultáneamente el cordón de material de relleno.

15 La patente JP 2008000814 describe un aparato y un método de tipo conocido empleados en el campo del automóvil para realizar una soldadura entre dos placas metálicas de acero, por medio de irradiación con láser.

20 Más en detalle, el aparato de tipo conocido mencionado anteriormente comprende un cabezal operativo provisto de un dispositivo emisor adaptado para emitir un rayo láser a lo largo de una ranura de unión rectilínea entre las dos placas a unir.

25 El aparato también comprende un dispositivo de inyección adaptado para depositar un polvo de material de relleno en la ranura de unión.

30 En funcionamiento, el dispositivo emisor del aparato sólo emite el rayo láser sobre el polvo de material de relleno para fundirlo, de manera que el material de relleno penetra en la ranura de unión, sin que el rayo láser irradie las áreas de las placas no cubiertas con polvo de material de relleno, para evitar dañar las placas.

La patente DE 10032975 describe un aparato y un método de tipo conocido adaptados para realizar soldadura, por medio de irradiación láser, entre dos componentes metálicos de aluminio, de los cuales uno tiene forma tubular.

35 Más en detalle, el método de tipo conocido mencionado anteriormente prevé irradiar, con un rayo láser, una pasta de un material de relleno a base de aluminio que se deposita a lo largo de la ranura de unión entre los dos componentes, de manera que dicha pasta se derrite para hacer que penetre en la propia ranura de unión.

40 En particular, el método completo se produce en una atmósfera de gas inerte para evitar que el aluminio de la pasta de material de relleno, al calentarse, reaccione con oxígeno y genere grandes cantidades de alúmina que, tal como es sabido, no está sometida a fusión y, por lo tanto, no permite hacer una unión de soldadura apropiada.

45 Los aparatos y métodos de tipo conocido descritos en los documentos mencionados anteriormente JP 2008 000814 y DE 10032975 no son particularmente adecuados para hacer uniones soldadas con sellado hidráulico a presión, ya que el rayo láser que incide directamente en el polvo o pasta de material de relleno provoca la sublimación parcial del material de relleno, lo que implica, por lo tanto, la penetración de una reducida cantidad de material de relleno en la ranura de unión. En consecuencia, el material de relleno puede no llenar completa y uniformemente la ranura de unión, dejando zonas vacías, lo cual afecta negativamente al sellado hidráulico a presión entre los dos componentes unidos.

50 Los documentos DE 102007025461 y DE 202011000456 describen dos dispositivos de tipo conocido adaptados para realizar la soldadura de dos componentes metálicos por medio de rayos láser. Además, el documento DE 202011051161 describe un dispositivo de tipo conocido provisto de múltiples cabezales operativos adaptadas para emitir rayos láser para cortar tubos metálicos.

55 Por lo tanto, los dispositivos de tipo conocido descritos en los documentos mencionados anteriormente DE 102007025461, DE 202011000456 y DE 202011051161 no son en absoluto adecuados para realizar juntas de soldadura entre componentes metálicos (en particular, entre componentes para intercambiadores de calor), garantizando simultáneamente la integridad estructural y la ausencia de pérdidas hidráulicas bajo presión, tal como se requiere especialmente entre componentes para intercambiadores de calor.

60 El documento JP 2000 079463 describe un dispositivo del tipo conocido para unir dos componentes metálicos de un intercambiador de calor por medio de un horno provisto de lámparas de infrarrojos que inciden directamente en el

polvo o pasta de material de relleno para la soldadura. El dispositivo descrito no es adecuado para superar el problema mencionado anteriormente de pérdidas hidráulicas bajo presión debido a la sublimación parcial del material de relleno durante el proceso de soldadura.

5 El documento JP 2012 255846 describe un método para fijar una fibra óptica en una capa metalizada, que prevé disponer una preforma de soldadura en la capa metalizada y dirigir un rayo láser hacia un soporte de fibra óptica, que sirve como amortiguador térmico y sobre el cual está montada la capa metalizada. El método que se describe no es adecuado para realizar juntas de soldadura entre componentes metálicos (en particular para intercambiadores de calor), ya que no puede garantizar la integridad estructural y la ausencia de pérdidas hidráulicas bajo presión. El documento DE 20 2011 000456 describe un dispositivo de soldadura para fijar componentes huecos a un componente inferior por medio de un rayo láser. El dispositivo que se describe no es adecuado para realizar una junta de soldadura entre dos componentes metálicos.

15 Presentación de la invención

El problema que subyace de la presente invención es, por lo tanto, superar los inconvenientes manifestados por las soluciones de tipo conocido descritas anteriormente, proporcionando un método y un sistema para realizar soldadura, que sean capaces de garantizar la obtención de uniones soldadas selladas, que sean selladas incluso bajo presión y presenten una resistencia mecánica óptima y una resistencia a la fatiga térmica óptima.

20 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método de soldadura que sea completamente fiable y no dependa de la capacidad de un operario.

25 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método de soldadura que sea versátil. Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método de soldadura que sea simple, económico y rápido de alcanzar, en particular que no requiera la disposición previa de componentes a soldar previamente oxidados.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método de soldadura que se realice de una manera completamente segura.

30 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método de soldadura que permita realizar uniones entre componentes realizados de cualquier material deseado y emplear cualquier aleación de relleno deseada.

35 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema para realizar soldadura que pueda utilizarse para realizar uniones soldadas en intercambiadores de calor de paquetes con aletas de cualquier tamaño deseado y que tenga los extremos libres de las horquillas pequeñas para unirse con los elementos curvos dispuestos de acuerdo a cualquier geometría deseada, sin requerir una configuración previa.

40 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema para realizar una soldadura que sea capaz de llegar fácilmente a la zona de unión, incluso si esta última se encuentra dispuesta en una posición que no permita un buen espacio de maniobra.

45 En las reivindicaciones 1 y 13 se define, respectivamente, un método de soldadura para unir dos componentes metálicos y un sistema para realizar una soldadura de acuerdo con la presente invención.

45 Breve descripción de los dibujos

50 Las características técnicas de la invención, de acuerdo con los objetivos mencionados anteriormente, pueden apreciarse claramente en el contenido de las reivindicaciones que se dan a continuación y sus ventajas serán más claras a partir de la siguiente descripción detallada, que se da con referencia a los dibujos adjuntos, los cuales representan una realización meramente de ejemplo y no limitativa de la invención, en los cuales:

55 - la figura 1 muestra un ejemplo simplificado de un intercambiador de calor con paquete aleteado provisto de horquillas pequeñas y elementos curvos susceptibles de unirse entre sí por medio del método de soldadura de acuerdo con la presente invención;

- la figura 2 muestra una vista en perspectiva desde arriba del sistema para realizar una soldadura de acuerdo con la presente invención;

- la figura 3 muestra un detalle del sistema de acuerdo con la presente invención respecto a un cabezal operativo de acuerdo con una primera realización del mismo, durante la unión entre cabezales de dos componentes tubulares;

60 - la figura 4 muestra el cabezal operativo de la figura 3, durante la unión en forma de T de dos componentes tubulares;

- la figura 5 muestra una vista en sección de un detalle del cabezal operativo del sistema de acuerdo con la presente invención respecto a un dispositivo emisor provisto de acuerdo con una primera realización del mismo;

- la figura 6 muestra una vista en sección de un dispositivo emisor del cabezal operativo de acuerdo con una segunda realización del mismo;
- la figura 7 muestra el cabezal operativo del sistema de acuerdo con la presente invención de acuerdo con una segunda realización del mismo provisto de un dispositivo emisor de acuerdo con la primera realización de este último;
- la figura 8 muestra la segunda realización del cabezal operativo del sistema de acuerdo con la presente invención provisto de un dispositivo emisor de acuerdo con la segunda realización de este último.

Descripción detallada

Con referencia a los dibujos adjuntos, el número de referencia 1 indica, en general, un sistema de acuerdo con la presente invención para realizar una soldadura, en particular por medio de un método, también objeto de la presente invención.

El presente sistema 1 y el método se han desarrollado en particular para emplearse en el montaje de intercambiadores de calor con paquete aleteado, tal como el intercambiador 10 ilustrado meramente a modo de ejemplo en la figura 1 adjunta.

Más generalmente, el sistema 1 y el método están adaptados para utilizarse para unir componentes metálicos, por lo menos uno de los cuales tiene forma tubular, es decir, están adaptados para realizar una soldadura a lo largo de perfiles de unión cerrados y, en particular, de perfiles de unión sustancialmente circulares.

Tal como es conocido, los intercambiadores de calor con paquete aleteado comprenden una pluralidad de aletas 2, realizadas generalmente de aluminio o cobre, apiladas para definir un paquete y empaquetadas entre sí con unas placas terminales 3, y uno o más circuitos hidráulicos en forma de bobina definidos por una pluralidad de tubos, preferiblemente de cobre, montados en el paquete e insertados en unos orificios pasantes 4 adecuados formados en las aletas 2. En particular, tal como se ha especificado anteriormente, los circuitos hidráulicos son susceptibles de realizarse en la etapa de montaje de los intercambiadores 10 por medio de la inserción de las horquillas pequeñas 5 en los orificios pasantes 4 de las aletas 2 y la fijación, en los extremos libres 5' de las horquillas pequeñas 5, de unos elementos curvos de retorno 6, para crear uno o más circuitos en forma de bobina para el paso del fluido. Además, el intercambiador de calor 10 se completa habitualmente por medio de uno o más colectores 7 para el suministro y la descarga del fluido que conectan entre sí los distintos circuitos hidráulicos fuera del paquete aleteado y que están unidos entre sí en los extremos libres 5' de las horquillas pequeñas 5 que permanecían desacopladas, mediante unos conectores tubulares.

Las horquillas pequeñas 5, los elementos curvos de retorno 6 y los conectores tubulares tienen una sección transversal de diámetro exterior generalmente comprendido entre aproximadamente 5 mm y aproximadamente 30 mm y unas paredes que tienen un grosor comprendido normalmente entre 0,4 mm y 1 mm. Los colectores 7 tienen una sección transversal con un diámetro exterior normalmente igual a por lo menos 15 mm.

El sistema 1 y el método de acuerdo con la presente invención están adaptados en particular para realizar una soldadura para realizar la unión entre los elementos curvos de retorno 6 del circuito hidráulico y los extremos libres 5' de las horquillas pequeñas 5 del intercambiador 10, la unión entre los colectores 7 y los conectores tubulares, así como la unión entre los extremos libres 5' de las horquillas pequeñas 5 y los conectores tubulares, pudiendo garantizar unas propiedades de sellado óptimas, incluso bajo presión, así como una resistencia mecánica óptima y una resistencia a la fatiga térmica para las propias uniones, tal como se explica mejor a continuación. Dichas características de unión son esenciales en el contexto de aplicación especificado anteriormente.

Es evidente que el sistema 1 y el método de acuerdo con la presente invención pueden emplearse para realizar una soldadura de unión entre componentes hidráulicos y mecánicos que también sean diferentes de los mencionados anteriormente y que también pertenezcan a campos de la técnica diferentes, sin apartarse del alcance de protección definido por la presente patente. El sistema 1 y el método pueden emplearse ventajosamente, en particular, si es necesario realizar uniones que tengan las características de resistencia y sellado óptimas mencionadas anteriormente. De acuerdo con la idea que subyace a la presente invención, el método de soldadura para unir dos componentes metálicos comprende las etapas operativas que se describen a continuación. En primer lugar, se prevé una etapa de disponer previamente un primer componente metálico 8, que presenta un extremo de conexión 8' de forma tubular, y un segundo componente metálico 9 que presenta una parte de conexión 9'. También, el último componente 9 puede tener forma tubular, tal como se ilustra en las figuras adjuntas. De otro modo, el segundo componente 9 puede tener una forma diferente, tal como una forma plana o a modo de caja.

Si el presente método se emplea en el montaje de intercambiadores de calor con paquete aleteado, el segundo componente 9 tiene una forma tubular y es susceptible de ser conectado al primer componente 8 de acuerdo con una unión cabezal con cabezal, como en el caso de las uniones de las horquillas pequeñas 5 con los elementos

curvos de retorno 6 y tal como se ilustra en las figuras 3 y 5-8, o según una unión en forma de T, como en el caso de las uniones entre los conectores tubulares y los colectores 7 y tal como se ilustra en figura 4.

5 Ventajosamente, el primer componente 8 y el segundo componente 9 están realizados de un material metálico que comprende cobre y, preferiblemente, están realizados de un material constituido sustancialmente en su totalidad por cobre, en particular cobre no oxidado.

De otro modo, uno o ambos componentes 8, 9 pueden estar realizados de acero inoxidable.

10 El método comprende entonces una etapa de disponer el primer componente 8 de forma tubular con su extremo de conexión 8' frente a la parte de conexión 9' del segundo componente 9, definiendo con este último una ranura de unión 21. En particular, si obtiene una unión de cabezal con cabezal entre los dos componentes 8 y 9, durante la última etapa, el primer componente 8 puede disponerse con una primera cara extrema del mismo apoyada contra una segunda cara extrema del segundo componente 9 y la ranura de unión 21 puede definirse entre los dos caras extremas de los dos componentes 8 y 9. Más convenientemente, el extremo de conexión 8' del primer componente 8 y la parte de conexión 9' del segundo componente 9 pueden ser susceptibles de un acoplamiento de forma, tal como se ilustra en las figuras 5-8 adjuntas, en el que la parte de conexión 9' está adaptada para ser insertada coaxialmente en el extremo de conexión 8'. En este último caso, la ranura de unión 21 está definida entre las superficies laterales enfrentadas de la parte de conexión 9' y del extremo de conexión 8'.

20 Si, en su lugar, se forma una unión en forma de T, la ranura de unión 21 está definida entre la primera cara extrema del primer componente 8 y la superficie lateral de la parte de conexión 9' del segundo componente 9 que se encuentra frente a la misma.

25 Adicionalmente, se prevé una etapa de disponer previamente un cordón 11 de material de relleno en la boca de la ranura de unión 21. Más en detalle, el cordón 11 puede asociarse ventajosamente a uno de los dos componentes 8 o 9 antes de que estos se acoplen o éste puede depositarse posteriormente en la boca de la ranura de unión 21.

30 Ventajosamente, el material de relleno del cordón 11 está realizado de aleaciones para soldadura a base de cobre.

El presente método de soldadura comprende una etapa de irradiación, con por lo menos un rayo láser 12, definiendo por lo menos una fracción del extremo de conexión 8' del primer componente 8 y/o por lo menos una fracción de la parte de conexión 9' del segundo componente 9 un área de incidencia 13 del rayo láser 12.

35 El cordón 11 queda posicionado fuera de la zona de incidencia 13 mencionada anteriormente (y, en particular, completamente fuera del área de incidencia 13), de manera que el rayo láser 12 no incide directamente en el propio cordón 11, implicando las ventajas que se describen en detalle a continuación. Ventajosamente, el área de incidencia 13 mencionada anteriormente está definida en el extremo de conexión 8' del primer componente 8, de acuerdo con las realizaciones ilustradas en las figuras 5-8.

40 De acuerdo con una realización diferente, no ilustrada en las figuras adjuntas, el área de incidencia 13 está definida en la parte de conexión 9' del segundo componente 9.

45 De acuerdo con otra realización diferente, el área de incidencia 13 está definida tanto en el extremo de conexión 8' del primer componente 8 como en la parte de conexión 9' del segundo componente 9, evidentemente sin incluir el cordón 11 en su interior, por ejemplo, por medio de la emisión de dos rayos láser distintos, uno incidiendo en el extremo de conexión 8' y el otro incidiendo en la parte de conexión 9', definiéndose dos partes correspondientes del área de incidencia 13 separadas entre sí por un área no irradiada (en la que no inciden los rayos láser) donde se extiende el cordón 11.

50 A continuación, por motivos de simplicidad se hará referencia a un solo rayo láser 12, aunque se pretende que la etapa de irradiación también pueda realizarse por medio de múltiples rayos láser 12, tal como se ha indicado anteriormente, sin apartarse del alcance de protección definido por la presente patente.

55 Durante la etapa de irradiación, el rayo láser 12 transmite energía térmica sobre el área de incidencia 13, calentándola (y, por lo tanto, calentando el primer componente 8 y/o el segundo componente 9 sobre el cual está definida la propia área de incidencia 13).

60 El presente método de soldadura comprende entonces una etapa de transmisión, por conducción, de la energía térmica desde el área de incidencia 13 al cordón 11 para calentar este último.

Se prevé entonces una etapa de fusión del material de relleno, en la que la energía térmica, transmitida por conducción al cordón 11, funde por lo menos parcialmente el material de relleno del propio cordón 11, de manera que el material de relleno fundido penetra por capilaridad en dicha ranura de unión 21.

- 5 Dicho material de relleno penetrado en la ranura de unión 21, una vez ha solidificado, determina el sellado de la propia ranura de unión 21.

De esta manera, el método de soldadura de acuerdo con la presente invención determina la fusión del material de relleno y la penetración de este último en la ranura de unión 21 sin que el rayo láser 12 incida en el cordón 11 (encontrándose este último fuera del área de incidencia 13 del rayo láser 12). Esto, en particular, permite fundir el material de relleno sin que parte de este último sublime (se transforme en vapor), tal como sucede, en cambio, en las soluciones de la técnica anterior en las que el rayo láser incide directamente en el material de relleno. En consecuencia, el presente método permite poner en estado fundido sustancialmente todo el material de relleno del cordón 11 sin pérdidas sustanciales, asegurando, de este modo, un relleno completo de la ranura de unión 21 (sin dejar orificios dentro de esta última) y, por lo tanto, garantizando el sellado mecánico e hidráulico a presión de la unión entre los dos componentes 8, 9.

De acuerdo con la presente invención, el rayo láser 12 tiene una densidad de potencia en el área de incidencia 13 comprendida entre 5 W/mm^2 y 400 W/mm^2 y preferiblemente comprendida entre 50 W/mm^2 y 200 W/mm^2 , si funciona en régimen continuo, o tiene una densidad de potencia en el área de incidencia 13 comprendida entre 100 W/mm^2 y 1000 W/mm^2 y preferiblemente comprendida entre 100 W/mm^2 y 400 W/mm^2 , si funciona en régimen pulsado.

La densidad de potencia del rayo láser 12, que incide en el área de incidencia 13 y que está comprendida en el intervalo indicado anteriormente, permite calentar el material metálico del primer componente 8 y/o del segundo componente 9 en la zona de unión en bastante poco tiempo, sin embargo, sin dañar dichos componentes 8, 9, es decir, en particular sin perforarlos. De hecho, valores más elevados de la densidad de potencia podrían implicar la eliminación de material en el área de incidencia 13. Tal eliminación de material está completamente en el método de acuerdo con la presente invención, en el que el rayo láser 12 se utiliza como fuente de energía que tiene el único objeto de calentar el componente 8 y/o 9.

Por otra parte, valores más bajos de densidad de potencia no garantizarían un suministro de energía suficiente al área de incidencia 13 para calentarlo de manera eficiente en tiempos industrialmente adecuados, es decir, del orden de varios segundos o decenas de segundos en función del tamaño de los componentes 8 y 9 a unir.

Tal como se ha indicado anteriormente, si el láser se emplea en régimen continuo, la densidad de potencia del rayo láser 12 en el área de incidencia 13 es, en promedio, menor que la densidad de potencia proporcionada si el rayo láser 12 se emplea en régimen pulsado, dado que, en este último caso, la energía suministrada por el rayo láser 12 al área de incidencia 13 se disipa parcialmente en el intervalo de tiempo entre un pulso y el siguiente.

Ventajosamente, el láser empleado en el método de acuerdo con la presente invención tiene una longitud de onda comprendida entre $0,3 \mu\text{m}$ y $11 \mu\text{m}$ (y preferiblemente entre $0,3 \mu\text{m}$ y $5 \mu\text{m}$) para que sea transportable por medio de fibra óptica, con las ventajas que se obtienen tal como se describe a continuación. En particular, el láser empleado tiene preferiblemente una longitud de onda de aproximadamente $1,07 \mu\text{m}$. En particular, el láser empleado en el presente método puede seleccionarse adecuadamente como una función, por ejemplo, de la eficacia de la fuente, de la eficacia de la interacción entre la luz y la materia, de los costes o de otros parámetros que se consideren más pertinentes para la aplicación específica.

Los valores de densidad de potencia indicados anteriormente pueden obtenerse ventajosamente empleando un láser que tenga una potencia comprendida entre $0,1 \text{ kW}$ y 10 kW y preferiblemente de aproximadamente 2 kW .

Para distribuir la energía térmica suministrada por el rayo láser 12, y así poder desarrollar en el primer componente 8 y/o en el segundo componente 9 una cantidad de calor suficiente para provocar la fusión del cordón 11 del material de relleno, el área de incidencia 13 tiene unas dimensiones lineales elevadas respecto a las dimensiones convencionales de los láseres de punto y, en particular, comprendidas entre 2 mm y 40 mm y preferiblemente comprendidas entre 6 mm y 20 mm . Normalmente, el área de incidencia 13 tiene forma circular y un diámetro comprendido en el intervalo indicado anteriormente.

Un área de incidencia 13 que tiene el tamaño indicado anteriormente, de hecho, es capaz de garantizar un área superficial de intercambio térmico suficiente.

Ventajosamente, el área de incidencia 13 se encuentra dispuesta cerca del cordón 11 (dado que este último está fuera de la propia área de incidencia 13) preferiblemente a una distancia de varios milímetros como máximo del cordón 11.

5 Ventajosamente, para obtener unos valores de la densidad de potencia comprendidos en los intervalos indicados anteriormente y un área de incidencia 13 que presente las características de tamaño especificadas anteriormente, cada rayo láser 12 no es enfocado por lo menos sobre el área de incidencia 13.

10 Más en detalle, de acuerdo con una primera realización posible del método de acuerdo con la presente invención ilustrada particularmente en las figuras 5 y 7 adjuntas, cada rayo láser 12 es enfocado en un plano focal específico del mismo e intercepta el área de incidencia 13 en una posición que se encuentra separada respecto a dicho plano focal. Más en detalle, la distancia media del área de incidencia 13 desde el foco F del rayo láser enfocado 12 (que se prevé como una distancia media entre la denominada "cintura" del rayo láser enfocado 12 y cada punto del área de incidencia 13) está comprendida ventajosamente, en tal caso, entre 5 y 200 mm y preferiblemente está comprendida entre 60 y 100 mm.

15 De otro modo, de acuerdo con una segunda realización posible del método de acuerdo con la presente invención, cada rayo láser 12 es colimado y no enfocado, tal como se ilustra, por ejemplo, en las figuras 6 y 8 adjuntas. Esto permite simplificar la óptica requerida en el dispositivo para emitir el rayo láser 12, tal como se explica mejor a continuación. Ventajosamente, durante la etapa de irradiación, el método comprende una etapa de oxidación superficial del área de incidencia 13. En dicha etapa de oxidación, la energía térmica transmitida por el rayo láser 12 al área de incidencia 13 provoca la formación de una capa de óxido metálico sobre la propia área de incidencia 13, y dicha capa de óxido tiene mayor emisividad que el material metálico que constituye el primer componente 8 y/o el segundo componente 9. La formación de dicha capa de óxido metálico determina, por lo tanto, un aumento de la radiación absorbida por el área de incidencia 13 y, por lo tanto, un aumento de la energía térmica que es transmitida por el rayo láser 12 a la propia área de incidencia 13 y que, en la etapa de transmisión, se transmite por conducción al cordón 11 del material de relleno.

20 Ventajosamente, si el primer componente 8 y/o el segundo componente 9, sobre los cuales se define el área de incidencia 13, está(n) realizado(s) de cobre, en la etapa de oxidación mencionada anteriormente, el rayo láser 12 provoca la formación de óxido cúprico (CuO) y/u óxido cuproso (Cu₂O) en el área de incidencia 13.

25 En particular, en base a cálculos teóricos y estudios experimentales, se estableció que, en las condiciones de emisión del rayo láser 12 de acuerdo con la invención, la emisividad del cobre metálico (del primer componente 8 y/o del segundo componente 9) es de aproximadamente 0,1 (es decir, sólo aproximadamente un 10% de la radiación del rayo láser 12 se absorbe mientras que el 90% restante se refleja y, por lo tanto, no transmite energía térmica al área de incidencia 13).

30 También se estima que el óxido de cobre, que se genera en el área de incidencia en la etapa de oxidación, tiene una emisividad comprendida entre aproximadamente 0,70 y 0,85, determinando en consecuencia una absorción de un 70-85% de la radiación del rayo láser 12 por el área de incidencia 13, permitiendo, por lo tanto, que el rayo láser 12 transmita, al primer componente 8 y/o al segundo componente 9, una cantidad de energía térmica mucho mayor que el cobre metálico sin capa de óxido.

35 Ventajosamente, la generación de una capa de óxido metálico sobre el área de incidencia 13, y el consiguiente aumento de la emisividad del material del primer componente 8 y/o del segundo componente 9 (sobre el cual está definida el área de incidencia 13), permite transmitir más rápidamente una mayor cantidad de energía térmica al primer componente 8 y/o al segundo componente 9 y, por lo tanto, permite transmitir una mayor energía térmica al cordón metálico 11. Dada la misma potencia del rayo láser 12, esto permite fundir el material de relleno del cordón 11 en menos tiempo, con el consiguiente ahorro de energía.

40 Además, la actuación de la etapa de oxidación del presente método permite realizar la soldadura sin tener que emplear componentes 8, 9 de material pre-oxidado.

45 Preferiblemente, en la etapa de oxidación, el rayo láser 12 se ajusta con una frecuencia y/o modulación de potencia tal que genera la formación de una capa coherente de óxido metálico. Esta formación de la capa coherente de óxido metálico evita el agrietamiento en virutas por choque térmico del propio óxido y, por lo tanto, evita la formación de grietas de aire, lo que reduciría la transmisión de la energía térmica.

50 Ventajosamente, la etapa de oxidación se realiza en un intervalo inicial de la etapa de irradiación.

En particular, la etapa de oxidación tiene una duración no superior a aproximadamente diez segundos y preferiblemente no superior a aproximadamente 6-7 segundos.

Adecuadamente, la etapa de oxidación dura hasta que la capa de óxido metálico alcanza un grosor máximo (por ejemplo, de aproximadamente 20-50 nm), más allá del cual ya no hay migración de oxígeno al metal.

5 Preferiblemente, la etapa de oxidación se produce en una atmósfera que contiene oxígeno y, en particular, que contiene aire.

10 Ventajosamente, la etapa de fundir el material de relleno del cordón 11 comienza después del inicio de la etapa de irradiación y, en particular, después del inicio de la etapa de oxidación, después de lo cual la cantidad de energía térmica, transferida por conducción desde el área de incidencia 13 al cordón 11, es suficiente para que la temperatura del material de relleno del propio cordón 11 esté por encima de la temperatura de fusión.

15 Ventajosamente, al final de la etapa de oxidación, se obtiene la etapa de fusión en una atmósfera inerte con el fin de evitar la formación de poros o inclusiones no metálicas en la unión soldada, lo que comprometería la resistencia mecánica y la resistencia a la fatiga térmica de la propia unión. Para tal fin, al final de la etapa de oxidación, se insufla un gas inerte por lo menos en el cordón 11, para evacuar el oxígeno del aire, en presencia del cual se alcanza la etapa de oxidación.

20 Preferiblemente, durante la etapa de oxidación, el rayo láser 12 se emite en régimen pulsado.

Ventajosamente, durante la etapa de irradiación, al final de la etapa de oxidación, la potencia del rayo láser 12 aumenta para aumentar consecuentemente la transmisión de energía térmica al área de incidencia 13 y después al cordón 11, para que el material de relleno del propio cordón 11 se funda en el menor tiempo posible.

25 Preferiblemente, durante la etapa de irradiación, al final de la etapa de oxidación, el rayo láser 12 se emite en régimen continuo.

30 La duración de la etapa de irradiación se establece ventajosamente como una función del tipo de material con el cual están realizados los componentes 8, 9 a unir, es decir, en función de la capacidad específica de estos últimos para absorber la energía térmica suministrada por el rayo láser 12. La etapa de irradiación se extiende en cualquier caso durante un tiempo suficiente para que los componentes 8, 9 a unir absorban la cantidad de energía térmica del rayo láser 12 necesaria para provocar un calentamiento adecuado de los mismos y se provoque la consecuente fusión del material de relleno del cordón 11.

35 Ventajosamente, el método de acuerdo con la presente invención está adaptado para emplearse para realizar uniones, por medio de componentes de soldadura realizados de material metálico, en particular metales y aleaciones altamente reflectantes, tales como preferiblemente cobre y acero inoxidable. En particular, si por lo menos uno entre el primer componente 8 y el segundo componente 9 (en el cual se define el área de incidencia 13) está realizado de un material altamente reflectante, la etapa de oxidación se extiende ventajosamente durante un intervalo de tiempo mayor que el intervalo de tiempo necesario para que se oxide la capa superficial del material altamente reflectante en el área de incidencia 13 irradiada por el rayo láser 12, de acuerdo con la etapa de oxidación ventajosa descrita anteriormente.

45 De hecho, tal como se ha descrito anteriormente, siempre que el material altamente reflectante no esté cubierto por una capa superficial oxidada, éste se caracteriza por una mayor potencia de reflexión del rayo láser 12 respecto a la potencia de absorción, de modo que es incapaz de absorber una cantidad de energía suficiente para asegurar el desarrollo del calor necesario para fundir el cordón 11. Tras la formación de una capa de óxido en su superficie, la potencia de absorción del material altamente reflectante aumenta, afectando negativamente a su poder de reflexión, y, por lo tanto, se desarrolla una cantidad de calor suficiente para permitir la fusión del cordón 11. Ventajosamente, el método de acuerdo con la presente invención está adaptado para emplearse para realizar uniones por medio de componentes de soldadura realizados de metales y aleaciones poco reflectantes, tales como metales provistos de una capa superficial de óxido. En particular, en el caso de metales provistos de una capa superficial de óxido, no se realiza la etapa de oxidación mencionada anteriormente. Preferiblemente, si por lo menos uno entre el primer componente 8 y el segundo componente 9 (sobre el cual se define el área de incidencia 13) está realizado de un material de baja reflexión, tal como un material de metal provisto de una capa superficial de óxido, la etapa de irradiación puede extenderse en un intervalo de tiempo más corto que el intervalo de tiempo de irradiación requerido si uno o más de los componentes está realizado de un material altamente reflectante, dada la mayor capacidad de los materiales de baja reflexión para absorber la energía suministrada por el rayo láser y, por lo tanto, su mayor velocidad de calentamiento.

60 De acuerdo con una realización preferida del método de acuerdo con la presente invención, el rayo láser 12 tiene una distribución de potencia sobre el área de su sección transversal que se aproxima a la denominada huella de "sombbrero de copa".

5 Para calentar el área de incidencia 13 de la manera más uniforme posible, de hecho, es preferible que la distribución de potencia del rayo láser 12 sea lo más uniforme posible en toda el área de incidencia 13. La huella de "sombrero de copa" se caracteriza por un perfil con una intensidad sustancialmente uniforme y por unas regiones de transición bruscas y, por lo tanto, es capaz de garantizar una buena uniformidad de la densidad de potencia del rayo sobre toda la superficie afectada por el punto de luz.

10 Por lo tanto, un perfil que se aproxime lo máximo posible a un perfil de sombrero de copa es preferiblemente un perfil que se aproxima a un perfil de Gauss, sin excluir, sin embargo, que pueda emplearse un perfil de este último tipo para llevar a cabo el método de acuerdo con la invención.

El calentamiento óptimo del área de incidencia 13, garantizado por la irradiación con un rayo láser 12 que tiene las características especificadas anteriormente, es indispensable para garantizar la excelencia de la unión de soldadura.

15 El método de acuerdo con la presente invención permite, por lo tanto, calentar coherentemente la unión y consecuentemente obtener una soldadura que sustancialmente carece de inclusiones, poros o defectos en general y, por lo tanto, que presenta unas características de sellado óptimas, incluso bajo presión, y unas características de resistencia a fatiga térmica óptimas. Tal como se ha especificado anteriormente, tales características de las uniones soldadas son indispensables en algunos contextos de aplicación y, por ejemplo, en el caso de uniones en el circuito hidráulico de intercambiadores de calor con paquete aleteado.

20 El presente método, por ejemplo, permite realizar una soldadura entre componentes de cobre, o una soldadura de cobre sobre acero inoxidable, o una soldadura entre componentes de acero inoxidable. Es también un objetivo de la presente invención un sistema 1 para realizar la soldadura en particular por medio de un método del tipo descrito anteriormente, respecto al cual se mantendrán, a continuación, los mismos números de referencia.

30 El sistema 1 de acuerdo con la presente invención comprende por lo menos un robot 14 provisto de uno o más brazos de movimiento 15, comprendiendo cada uno una pluralidad de elementos 15', denominados conexiones en la jerga técnica del campo, conectados entre sí por medio de unas juntas cinéticas 15'', denominadas articulaciones en la jerga técnica del campo. El robot 14 también está provisto de uno o más cabezales operativos 16, cada uno comprendiendo uno o más dispositivos emisores 20 de un rayo láser 12, soportados por un brazo de movimiento 15 correspondiente y, de este modo, móvil.

35 De acuerdo con la realización preferida ilustrada en las figuras adjuntas, el sistema 1 comprende un robot 14, provisto con solo un brazo de movimiento 15 y con un único cabezal operativo 16 conectado al mismo.

40 Ventajosamente, el robot 14 puede estar provisto de cualquier combinación de articulaciones principales para el posicionamiento espacial preciso, respecto a la zona de trabajo, del cabezal operativo 16. Además, el robot 14 puede estar provisto de una o más articulaciones secundarias para la orientación espacial precisa, respecto a la zona de trabajo, del cabezal operativo 16, lo que permite realizar movimientos de viraje, balanceo y cabeceo del cabezal 16.

45 El robot 14 es susceptible de colocar el cabezal operativo 16 en los puntos de trabajo preseleccionados para dirigir la energía del láser a los puntos a soldar. El robot 14 es esencial para la automatización del método de soldadura, por ejemplo, de un intercambiador completo, así como para la soldadura de los elementos curvos únicos 6 de conexión a las horquillas pequeñas 5. La orientación del cabezal operativo 16 en trayectorias adecuadas, de hecho, es esencial para permitir la realización de dicho método de soldadura. Para este fin, el robot 14 ventajosamente está interpolado en múltiples ejes con por lo menos tres articulaciones principales para el posicionamiento espacial del cabezal operativo 16 y tres articulaciones secundarias para su orientación. Además de los robots antropomórficos, los distintos tipos de robots industriales, tales como los robots cartesianos, cilíndricos, esféricos y SCARA, son adecuados para la tarea siempre que se completen con una muñeca de orientación (articulaciones secundarias).

50 El sistema 1 también comprende una o más fuentes de láser 17 y preferiblemente una única fuente de láser 17, conectada al cabezal operativo 16 por medio de una o más fibras ópticas de transporte 18 para suministrar al dispositivo emisor 20 (o dispositivos emisores 20) del cabezal operativo 16 por lo menos un rayo láser 12. La fuente láser 17 puede ser de cualquier tipo deseado, siempre que esté adaptada para permitir la emisión, a través del dispositivo emisor 20, de un rayo láser 12 que tenga las características previamente especificadas.

60 El transporte del rayo láser por medio de la fibra óptica 18 permite mantener la fuente láser 17 separada y, por lo tanto, protegida, de la zona de trabajo, y aun así disponer el punto de emisión del rayo láser 12 muy cerca de la zona de trabajo.

Ventajosamente, la fibra óptica 18 que conecta la fuente 17 - preferiblemente dispuesta en una posición fija - con el cabezal operativo 16 tiene una longitud suficientemente larga para garantizar una movilidad de trabajo del cabezal operativo 16 adecuada.

5 El sistema está provisto ventajosamente, en su cabezal operativo 16, de una primera zona operativa en la que el extremo de conexión 8' del primer componente 8 y/o la parte de conexión 9' del segundo componente 9 está destinado a quedar dispuesto, con el extremo de conexión 8' orientado hacia la parte de conexión 9', definiendo con este último la ranura de unión 21.

10 Además, el sistema está provisto de una segunda zona operativa extendida completamente fuera de dicha primera zona de trabajo y ventajosamente contigua a esta última. En la segunda zona operativa mencionada anteriormente, el cordón 11 de material de relleno está destinado a quedar colocado, dispuesto previamente en la boca de la ranura de unión 21.

15 El sistema 1 también está provisto de una unidad de control programable 19 que está conectada al robot 14 para controlar por lo menos el movimiento del cabezal operativo 16, y también está conectado operativamente al dispositivo emisor 20 (o a los dispositivos emisores 20) para realizar la emisión del rayo láser 12.

20 Ventajosamente, la unidad de control programable 19 también se dispone previamente para gestionar el rayo láser 12, modificando los parámetros de proceso del mismo.

De acuerdo con la invención, la unidad de control programable 19 se dispone previamente para accionar el dispositivo emisor 20 para irradiar, con el rayo láser 12, el extremo de conexión 8' del primer componente metálico 8 y/o la parte de conexión 9' del segundo componente metálico 9 en un área de incidencia 13 que se extiende dentro de la primera zona operativa mencionada anteriormente y fuera de la segunda zona operativa mencionada anteriormente en la que está previsto que esté dispuesto el cordón 11, de manera que el rayo láser 12 no incida directamente en el propio cordón 11. Ventajosamente, la unidad de control programable 19 está configurada para garantizar que el robot 14 complete un ciclo de soldadura deseado, por ejemplo, moviendo el cabezal operativo 16 respecto a los componentes 8 y 9 para realizar la soldadura de unión entre los mismo y/o, por ejemplo, moviendo espacialmente el cabezal operativo 16 de manera que este último llegue a otros componentes a unir.

El sistema 1 de acuerdo con la presente invención es, por lo tanto, extremadamente versátil, ya que permite realizar la soldadura de uniones entre componentes con tamaños muy diferentes entre sí y dispuestos espacialmente de acuerdo con cualquier geometría deseada, dado que para tal fin bastará con programar la unidad de control 19.

De acuerdo con la presente invención, la unidad de control programable 19 se dispone previamente para accionar el dispositivo emisor 20 del cabezal operativo 16 del sistema 1 para que emita el rayo láser 12 con una densidad de potencia, en el área de incidencia 13, comprendida entre 5 W/mm^2 y 400 W/mm^2 funcionando en régimen continuo o comprendida entre 100 W/mm^2 y 1000 W/mm^2 funcionando en régimen pulsado.

40 Cada dispositivo emisor 20 comprende, en particular, los dispositivos ópticos necesarios para adaptar el rayo láser 12 de acuerdo con las características deseadas.

Más en detalle, de acuerdo con una primera realización del mismo, ilustrada en las figuras 5 y 7 adjuntas, el dispositivo emisor 20 comprende por lo menos una lente de colimación 22 y por lo menos una lente de enfoque 23 y es susceptible de posicionarse y moverse, solidariamente con el cabezal operativo 16, por medio del robot 14 a una distancia de los componentes 8 y 9 a unir para permitir la definición del área de incidencia 13 en por lo menos uno de estos, con las características de la densidad de potencia del rayo láser 12 y de la distancia desde el foco F del rayo 12 tal como se ha especificado anteriormente.

De acuerdo con una segunda realización del mismo, ilustrada en las figuras 6 y 8 adjuntas, el dispositivo emisor 20 sólo comprende una colimación 22, es decir, no comprende lentes de enfoque y es susceptible de emitir un rayo láser no enfocado 12.

55 El dispositivo emisor 20 puede comprender ventajosamente, en ambas realizaciones indicadas anteriormente, también un dispositivo óptico de conformación del rayo 29, denominado "modelador del rayo", para obtener una distribución de potencia en el área de la sección transversal del rayo 12 que se aproxima a una huella de "sombrero de copa".

60 Más en detalle, dicho dispositivo óptico de conformación del rayo 29 puede interponerse entre la lente de colimación 22 y un elemento de protección 30, realizado de vidrio o policarbonato, por ejemplo, colocado para cerrar la carcasa del dispositivo emisor 20 que recibe en su interior los dispositivos ópticos para conformar el rayo láser, para protegerlo de agentes externos. Si el dispositivo emisor 20 también comprende una o más lentes de enfoque 23,

como en la primera realización ilustrada en las figuras 5 y 7 adjuntas, el dispositivo óptico de conformación del rayo 29 puede quedar interpuesto ventajosamente entre la lente de colimación 22 y la lente de enfoque 23.

5 Las figuras 3 y 4 ilustran esquemáticamente una primera realización posible del cabezal operativo 16, que también se ilustra en la figura 1. De acuerdo con dicha realización, el cabezal operativo 16 comprende una pluralidad de dispositivos emisores 20 de un rayo láser 12 dispuestos separados entre sí alrededor un eje de rotación Y del propio cabezal operativo 16.

10 Tal configuración del cabezal operativo 16 permite irradiar el área de incidencia 13 de una manera más uniforme, para facilitar, por lo tanto, el calentamiento sustancialmente uniforme del mismo.

De hecho, se verificó que irradiando simultáneamente el área de incidencia 13 desde múltiples ángulos se facilita la absorción de energía térmica y, por lo tanto, el calor de desarrollo.

15 Los dispositivos de emisión 20 pueden estar conectados todos a una misma fuente de láser 17, o cada uno de ellos puede estar conectado a una correspondiente fuente de láser 17 del mismo.

20 Los dispositivos emisores 20 pueden disponerse equidistantes entre sí, tal como se ilustra en las figuras adjuntas, o pueden definir de otro modo diferentes ángulos entre ellos si esto ayuda a llegar mejor a la zona de unión entre las articulaciones, también en función de la accesibilidad de las mismas.

25 La posición angular mutua de los dispositivos emisores 20 también puede ser regulable y puede controlarse ventajosamente por medio de la unidad de control programable 19. Ventajosamente, el cabezal operativo 16 puede ser susceptible de oscilar alrededor del eje Y en sentidos de giro contrarios. De hecho, esto permitiría incidir fácilmente en toda el área de incidencia 13 con el rayo láser 12.

30 Por ejemplo, si el cabezal operativo 16 está provisto de tres dispositivos emisores 20 tal como se ilustra en las figuras adjuntas, éste puede controlarse para girar alrededor del eje Y un ángulo de 60° de manera alternada en los dos sentidos de giro, de modo que los rayos láser 12 emitidos por los tres dispositivos 20 podrían irradiar toda el área de incidencia 13. El cabezal operativo 16 puede oscilar incluso si comprende un único dispositivo emisor 20.

35 De acuerdo con una segunda posible realización del mismo que se ilustra en las figuras 7 y 8, el cabezal operativo 16 es un cabezal galvanométrico. Este último comprende un único dispositivo emisor 20 y una estructura a modo de caja 25 para mover el rayo láser 12 en la cual se aloja una pluralidad de espejos de reflexión 24. Estos últimos son susceptibles de moverse con la estructura a modo de caja 25 con baja inercia y con alta dinámica alrededor de un eje Y', lo que permite un movimiento espacial rápido del rayo 12. Debido al cabezal galvanométrico, es posible, por ejemplo, mover rápidamente el rayo 12 alrededor de toda el área de incidencia 13, facilitando un calentamiento uniforme de esta última.

40 Ventajosamente, el sistema 1 también comprende uno o más conductos 26 para suministrar un gas inerte, tal como nitrógeno, al cabezal operativo 16 y, más en detalle, a cada uno de los dispositivos emisores 20. Dichos conductos de suministro 26 están conectados cada uno, en particular, en un extremo distal del mismo, a una boquilla insufladora 27 asociada a un dispositivo emisor 20 correspondiente y son susceptibles de conectarse en el extremo proximal del mismo a un depósito 28 del gas inerte mencionado anteriormente.

45 La invención así concebida alcanza, por lo tanto, los objetivos preestablecidos.

REIVINDICACIONES

1. Método de soldadura para unir dos componentes metálicos, comprendiendo dicho método las siguientes etapas operativas:

- 5 - una etapa de disponer previamente un primer componente metálico (8) que presenta un extremo de conexión (8') y un segundo componente metálico (9) que presenta una parte de conexión (9'), presentado por lo menos dicho primer componente (8) una forma tubular;
- 10 - una etapa de disponer dicho primer componente (8) de forma tubular con dicho extremo de conexión (8') frente a la parte de conexión (9') de dicho segundo componente (9) definiendo con este último una ranura de unión (21);
- una etapa de disponer previamente un cordón (11) de material de relleno en la boca de dicha ranura de unión (21);
- 15 estando caracterizado dicho método de soldadura por el hecho de que comprende, además:

- una etapa de irradiar, con por lo menos un rayo láser (12), por lo menos una fracción del extremo de conexión (8') de dicho primer componente (8) y/o por lo menos una fracción de la parte de conexión (9') de dicho segundo componente (9), definiéndose un área de incidencia (13) de dicho por lo menos un rayo láser (12), transmitiendo dicho rayo láser (12) energía térmica sobre dicha área de incidencia (13);
- 20 presentando dicho por lo menos un rayo láser (12) una densidad de potencia en dicha área de incidencia (13) entre 5 W/mm^2 y 400 W/mm^2 funcionando en régimen continuo, o entre 100 W/mm^2 y 1000 W/mm^2 funcionando en régimen pulsado;
- 25 encontrándose dicho cordón (11), en la citada etapa de irradiación, fuera de dicha área de incidencia (13);

- una etapa de transmitir, por conducción, dicha energía térmica desde dicha área de incidencia (13) al citado cordón (11);

- una etapa de fundir dicho material de relleno, y en la citada etapa de fusión dicha energía térmica, transmitida por conducción al citado cordón (11), funde por lo menos parcialmente el material de relleno de dicho cordón (11), penetrando por capilaridad dicho material de relleno fundido en la citada ranura de unión (21).

2. Método de soldadura de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que, durante dicha etapa de irradiación, dicho método comprende una etapa de oxidación superficial de la citada área de incidencia (13), y en dicha etapa de oxidación la energía térmica transmitida por dicho rayo láser (12) a la citada área de incidencia (13) provoca la formación de una capa de óxido metálico sobre la citada área de incidencia (13).

3. Método de soldadura de acuerdo con la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que dicha etapa de oxidación se produce en una primera atmósfera que contiene oxígeno.

4. Método de soldadura de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de que al final de dicha etapa de oxidación, dicha etapa de fusión se produce en una segunda atmósfera inerte.

5. Método de soldadura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores de 2 a 4, caracterizado por el hecho de que dicha etapa de oxidación tiene una duración no superior a aproximadamente diez segundos.

6. Método de soldadura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores de 2 a 5, caracterizado por el hecho de que, durante dicha etapa de oxidación, el citado rayo láser (12) se emite en régimen pulsado.

7. Método de soldadura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que dicho primer componente (8) y/o dicho segundo componente (9) está(n) realizado(s) de cobre no oxidado.

8. Método de soldadura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que dicha área de incidencia (13) tiene unas dimensiones lineales comprendidas entre 2 mm y 40 mm.

9. Método de soldadura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que dicho por lo menos un rayo láser (12) es no enfocado por lo menos en dicha área de incidencia (13).

10. Método de soldadura de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por el hecho de que dicho por lo menos un rayo láser (12) es colimado y no enfocado.

11. Método de soldadura de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizado por el hecho de que dicho por lo menos un rayo láser (12) es enfocado y la distancia media de dicha área de incidencia (13) desde el foco (F) de dicho por lo menos un rayo láser enfocado (12) es entre 5 mm y 200 mm.
- 5 12. Método de soldadura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por el hecho de que dicho por lo menos un rayo láser (12) tiene una distribución de potencia en el área de su sección transversal que se aproxima a una huella de "sombbrero de copa".
- 10 13. Sistema para realizar soldadura, comprendiendo dicho sistema un primer componente (8) y un segundo componente (9) para unirse al primer componente (8), y
- por lo menos un robot (14) provisto de por lo menos un brazo de movimiento (15) y de por lo menos un cabezal operativo (16), que comprende por lo menos un dispositivo (20) para emitir un rayo láser (12), está soportado por dicho brazo de movimiento (15) y, de este modo, es móvil;
 - 15 - por lo menos una fuente láser (17) conectada a dicho cabezal operativo (16) por medio de por lo menos una fibra óptica de transporte (18) para suministrar por lo menos un rayo láser (12) a dicho por lo menos un dispositivo emisor (20) del citado cabezal operativo (16);
 - una primera zona operativa donde está destinado a disponerse un extremo de conexión (8') del primer componente (8) y/o una parte de conexión (9') del segundo componente (9), quedando dicho extremo de conexión (8') frente a la citada parte de conexión (9'), definiendo con esta última una ranura de unión (21);
 - 20 - por lo menos una unidad de control programable (19) conectada a dicho por lo menos un robot (14) para controlar por lo menos el movimiento de dicho cabezal operativo (16) y conectada operativamente a dicho dispositivo emisor (20) para realizar la emisión de dicho rayo láser (12);
- 25 estando caracterizado dicho sistema por el hecho de que comprende, además:
- una segunda zona operativa extendida completamente fuera de dicha primera zona operativa y en la que se pretende colocar un cordón (11) de material de relleno, dispuesto previamente en la boca de dicha hendidura de unión (21);
 - 30 estando dispuesta previamente dicha unidad de control programable (19) para accionar dicho dispositivo emisor (20) para irradiar, con dicho rayo láser (12), el extremo de conexión (8') de dicho primer componente metálico (8) y/o la parte de conexión (9') de dicho segundo componente metálico (9) en un área de incidencia (13) extendida dentro de dicha primera zona operativa y fuera de dicha segunda zona operativa en la que el citado cordón (11) está destinado a disponerse;
 - 35 estando dispuesta previamente dicha unidad de control programable (19) para accionar el citado dispositivo emisor (20) para emitir dicho rayo láser (12) con una densidad de potencia, en dicha área de incidencia (13), entre 5 W/mm² y 400 W/mm² en régimen continuo o entre 100 W/mm² y 1000 W/mm² en régimen pulsado.
- 40 14. Sistema para realizar soldadura de acuerdo con la reivindicación 13, caracterizado por el hecho de que dicho cabezal operativo (16) comprende una pluralidad de dispositivos (20) para emitir un rayo láser dispuestos separados entre sí alrededor de un eje de rotación (Y) de dicho cabezal operativo (16) y alrededor de dicha primera zona operativa.
- 45 15. Sistema para realizar soldadura de acuerdo con la reivindicación 14, caracterizado por el hecho de que dicho cabezal operativo (16) es susceptible de oscilar alrededor de dicho eje (Y) en sentidos de giro contrarios.

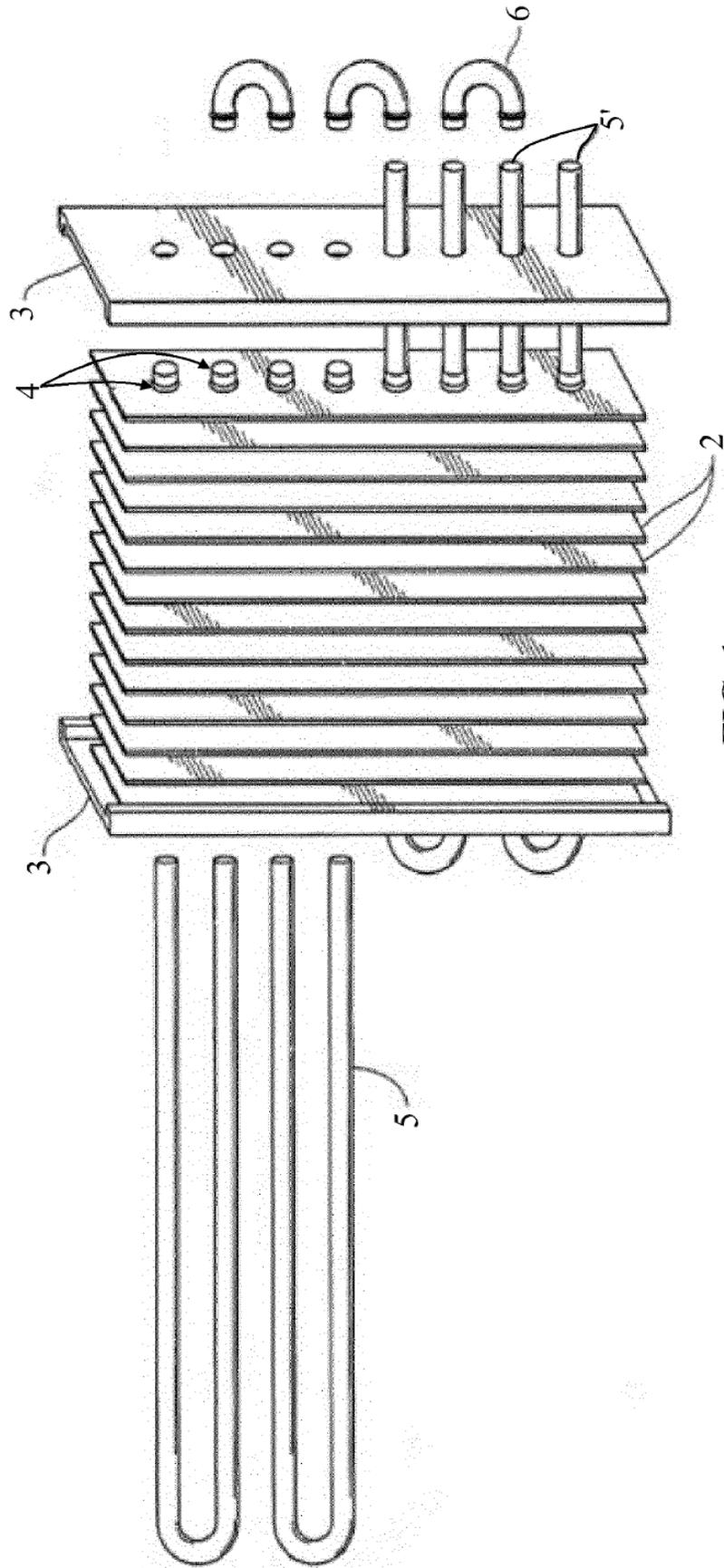
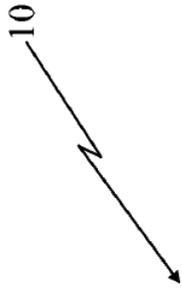


FIG. 1

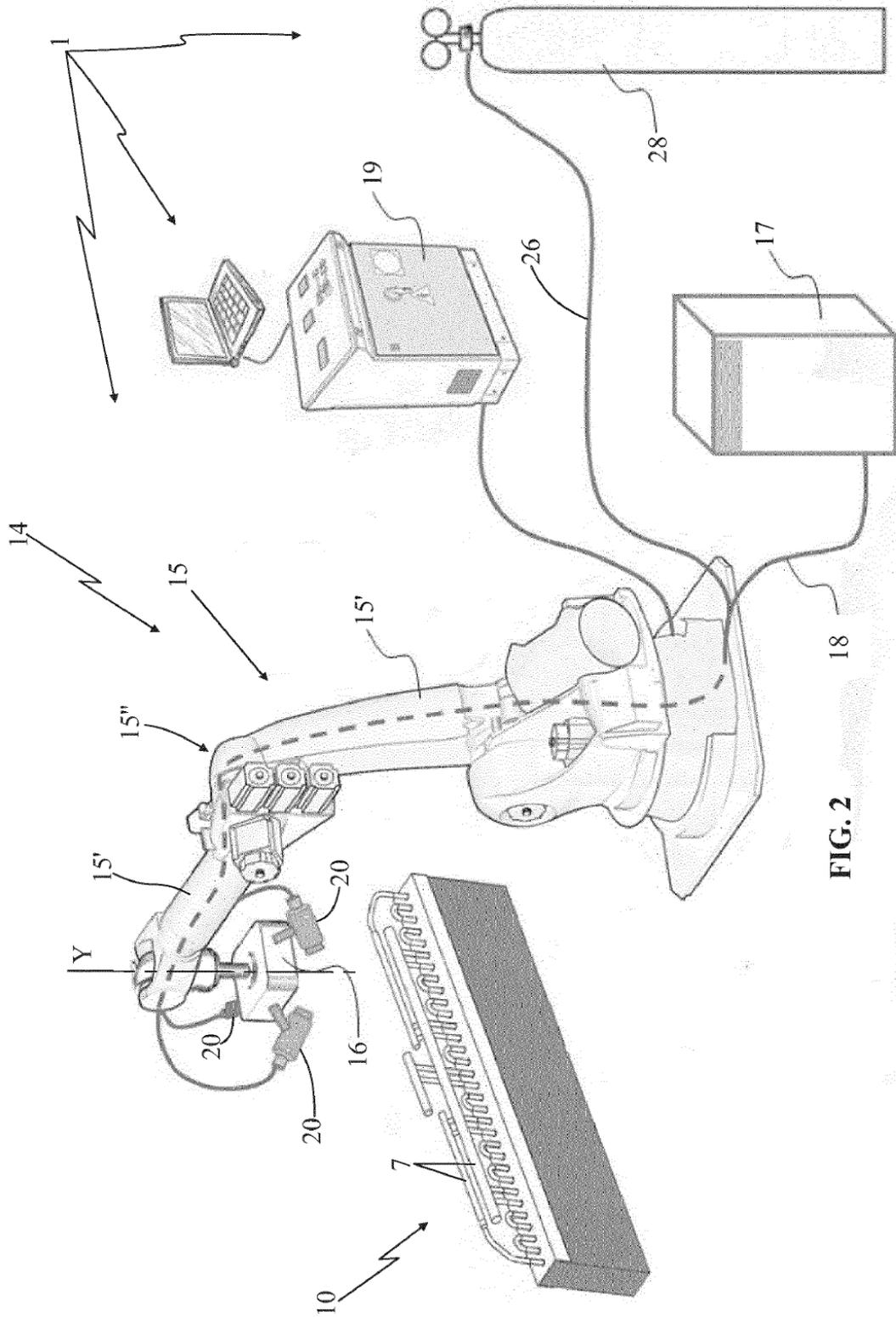


FIG. 2

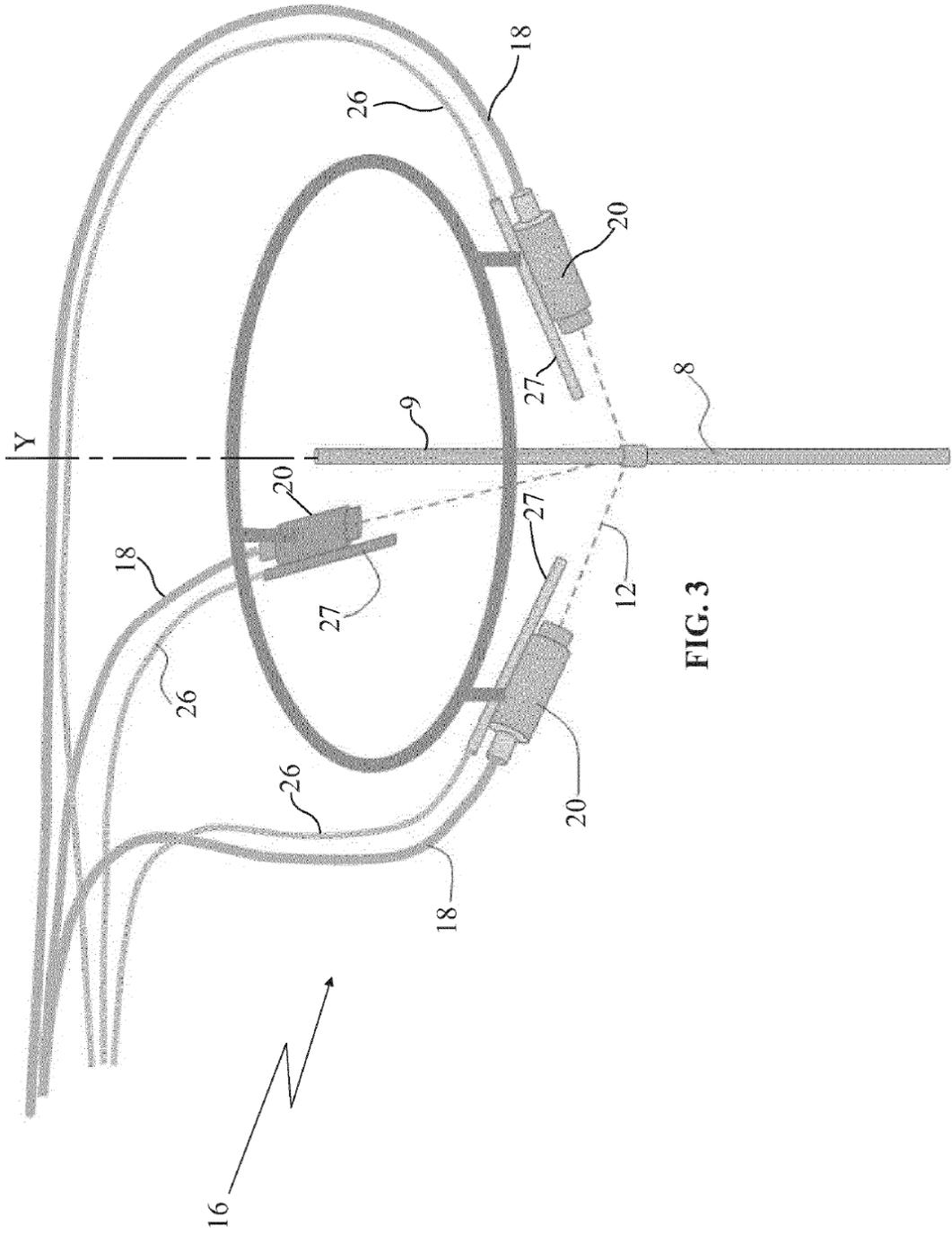


FIG. 3

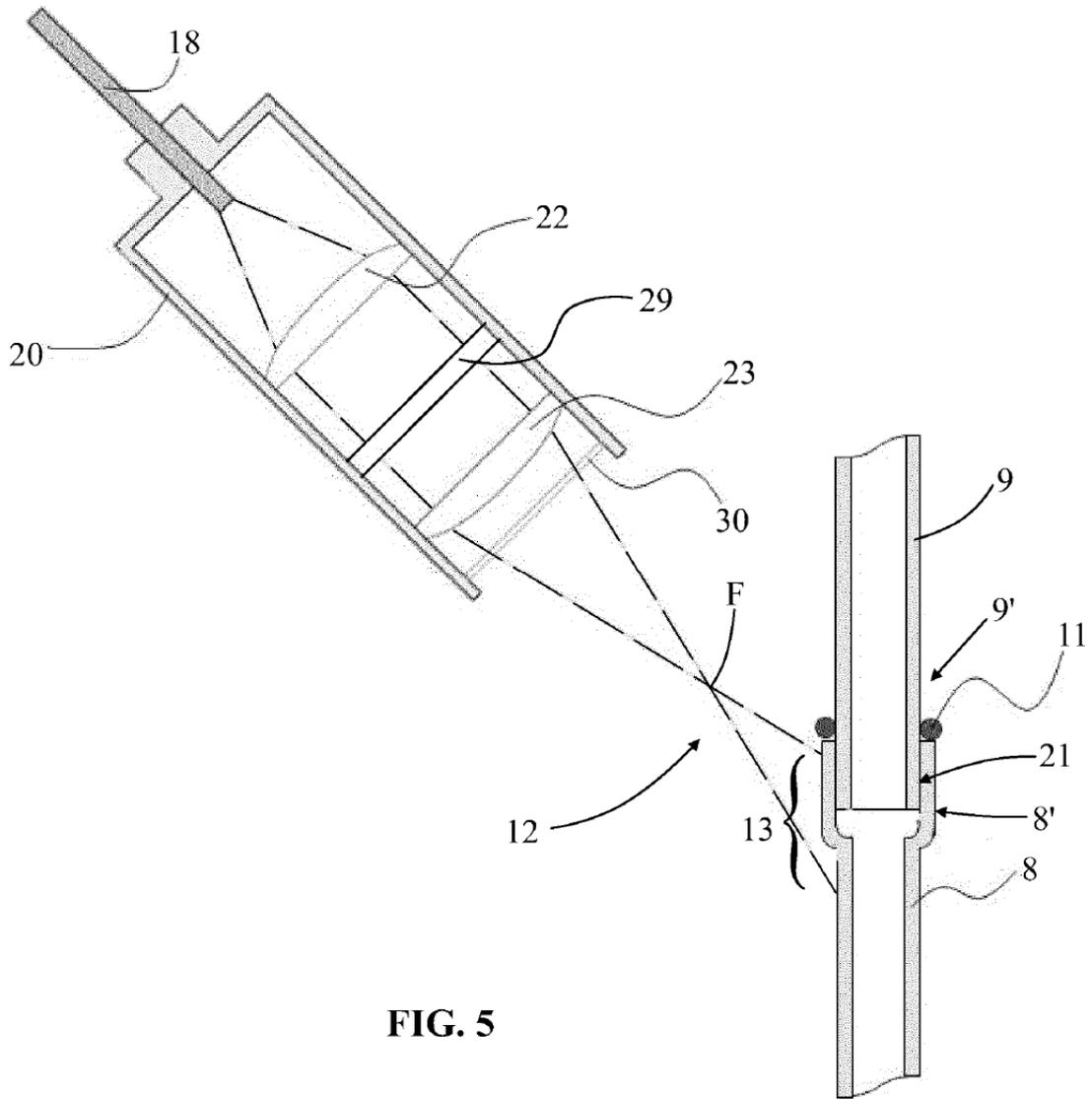


FIG. 5

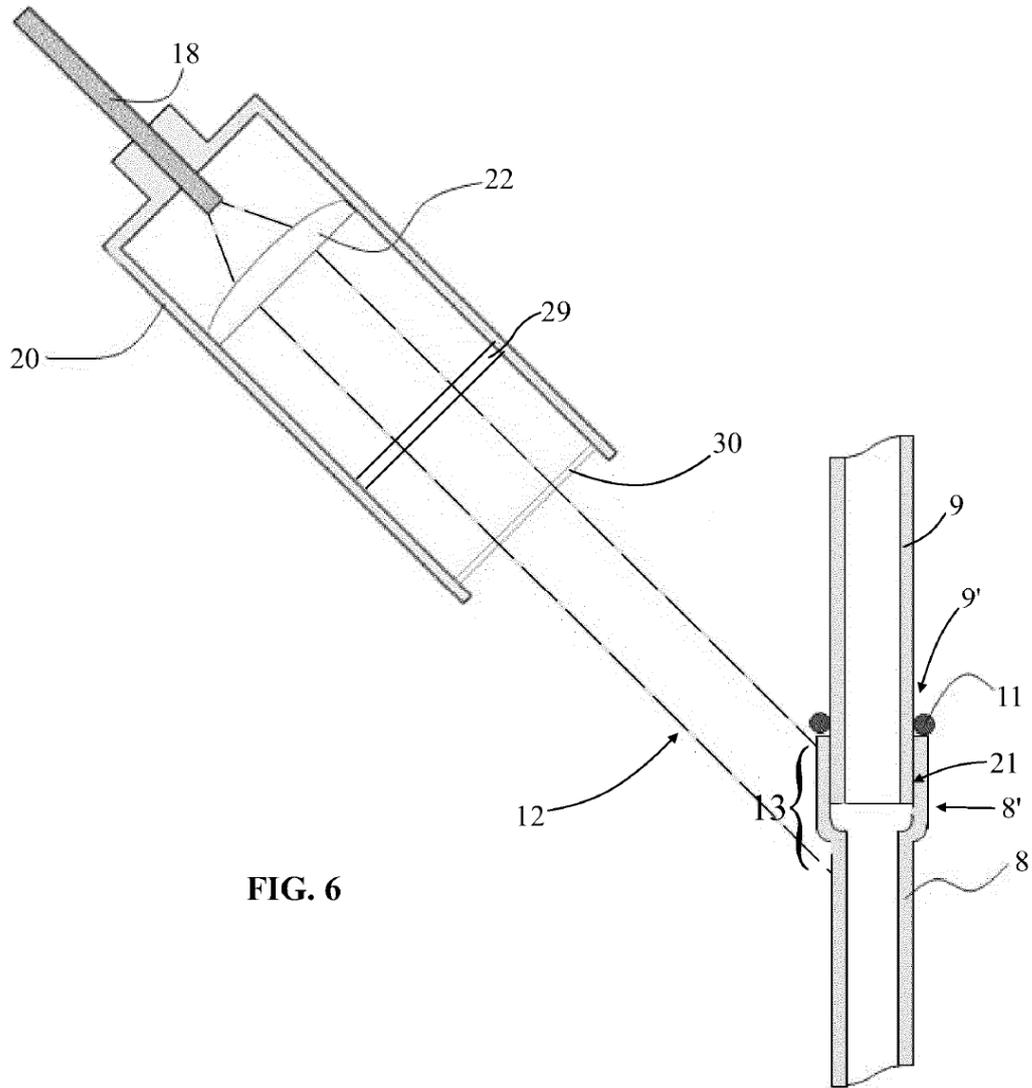


FIG. 6

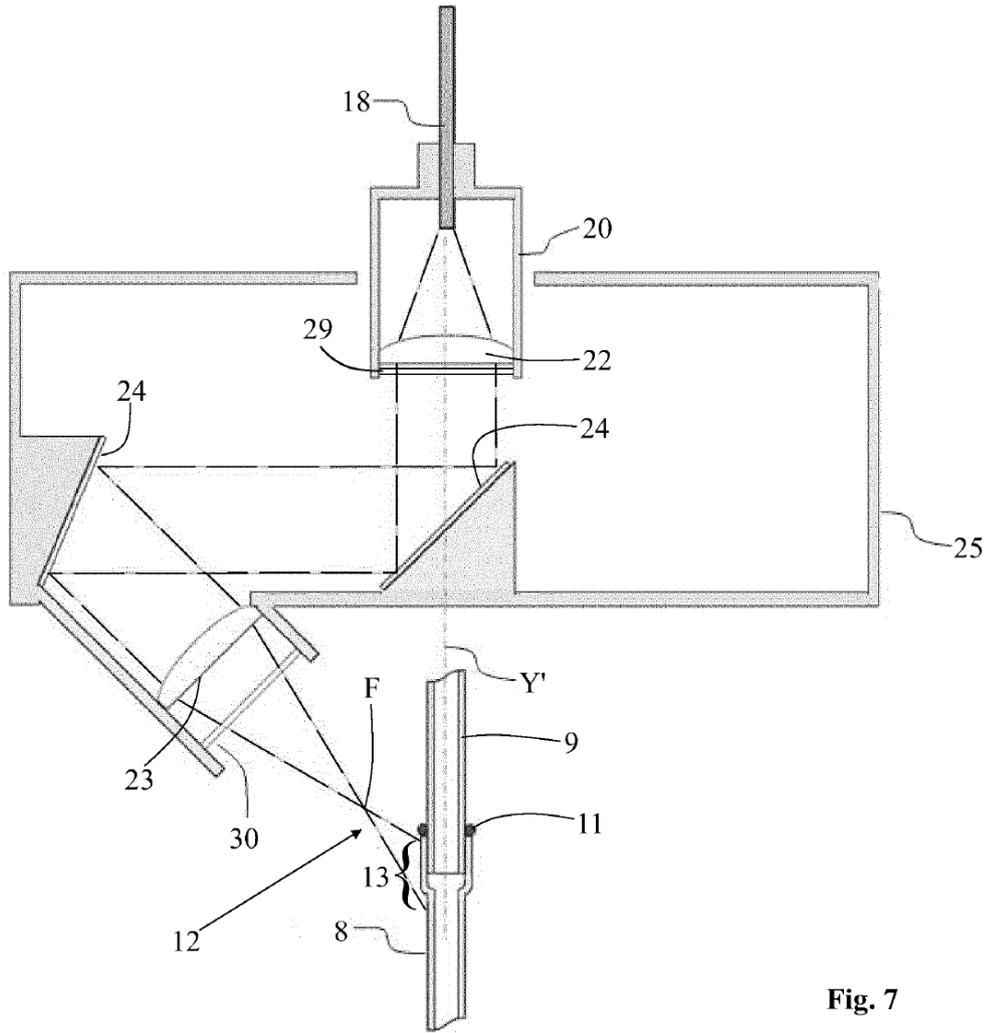


Fig. 7

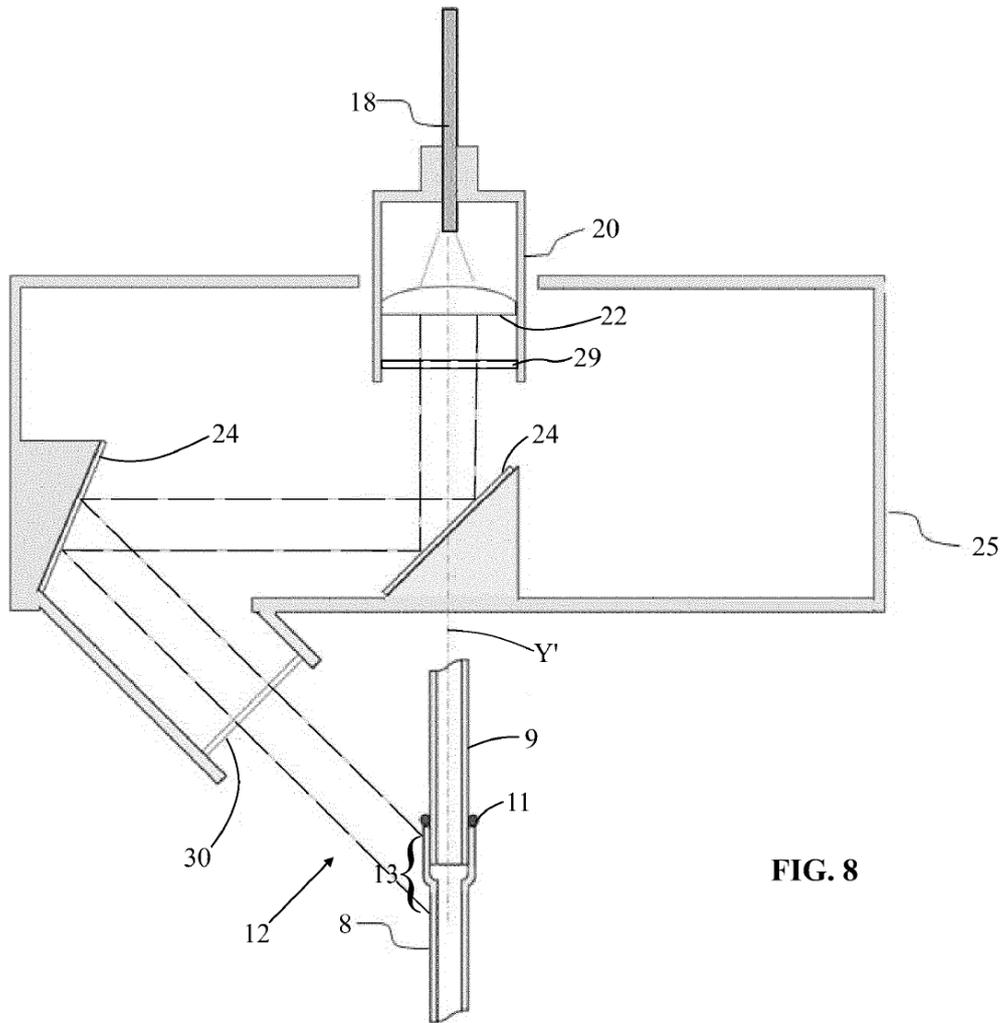


FIG. 8

