

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 800 148**

51 Int. Cl.:

B23K 26/32 (2014.01)

B21C 37/26 (2006.01)

B23K 26/302 (2014.01)

B23K 101/08 (2006.01)

B23K 103/10 (2006.01)

B23K 103/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.04.2017** **E 17000584 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.06.2020** **EP 3243598**

54 Título: **Procedimiento para la producción de un tubo con aletas usando un rayo láser y tubo con aletas correspondiente**

30 Prioridad:

11.07.2016 DE 102016008344

18.04.2016 DE 102016004501

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

28.12.2020

73 Titular/es:

SCHMÖLE GMBH (100.0%)

Ardeyer Straße 15

58730 Fröndenberg, DE

72 Inventor/es:

SCHMIDT, MARTIN;

HÖPPE, ARNOLD;

WAGNER, THOMAS;

KRAMER, FRANK y

FRANKE, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 800 148 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 para la producción de un tubo con aletas usando un rayo láser y tubo con aletas correspondiente

La invención se refiere a un procedimiento para la producción de un tubo con aletas y a un tubo con aletas de acuerdo con el preámbulo de las reivindicaciones 1 y 9 (véase por ejemplo el documento EP 0 819 497 B1).

5

Tales tubos con aletas son suficientemente conocidos por el estado de la técnica. Normalmente, los tubos de acero inoxidable se nervan con una banda de acero inoxidable. El proceso de nervado se lleva a cabo a este respecto mediante una soldadura con ayuda de un láser de CO₂.

10

Sin embargo, hay un esfuerzo constante por mejorar aún más esos tubos. En particular, el documento EP 0 819 497 B1 propone el uso de una aleta de cobre, que se aplica a un tubo de acero inoxidable. La aleta de cobre tiene aquí la ventaja de una alta conductividad térmica. El citado documento del estado de la técnica propone irradiar la superficie del cuerpo base del tubo de acero inoxidable con ayuda del láser de CO₂, fundirlo y después (para fijarlo al cuerpo base del tubo) sumergir la banda de cobre en el "baño" creado en el cuerpo base del tubo. La banda no fundida se sujeta al cuerpo base del tubo mediante el proceso de enfriamiento de la bañera.

15

Aunque este procedimiento ha demostrado ser ventajoso en principio, es sin embargo deseable lograr una aplicación aún más segura de una banda, con alta conductividad térmica, a un cuerpo base del tubo para la producción de un tubo con aletas.

20

La presente invención resuelve este problema con un procedimiento según la reivindicación 1, y se caracteriza por los siguientes pasos de procedimiento:

- puesta a disposición de un cuerpo base del tubo de un primer material y de una banda de un segundo material diferente,
- 25 - ajuste de al menos una propiedad espectral, por ejemplo del coeficiente de absorción, de los dos materiales diferentes,
- selección de un tipo de láser con una longitud de onda adecuada, teniendo en cuenta el ajuste realizado,
- irradiación de un rayo láser generado por un láser del tipo seleccionado en la zona de contacto del cuerpo base del tubo y de la banda, de tal manera que, para la soldadura, tanto el material del cuerpo base del tubo asociado a la zona de contacto como el material de la banda asociado a la zona de contacto son irradiados y fundidos por el rayo láser.

30

En otras palabras, se hace posible seleccionar un tipo de láser de acuerdo al material usado para la banda y el cuerpo base del tubo. Aquí el material de la banda y del cuerpo base del tubo es diferente. Las propiedades espectrales de ambos materiales se comparan en el sentido de que, por ejemplo, se comprueba en qué rango de longitudes de onda el coeficiente de absorción del material es particularmente alto o la suma entre el coeficiente de reflexión y el coeficiente de transmisión es particularmente baja. Esta comprobación se lleva a cabo para ambos materiales y se ajustan después los rangos correspondientes para comprobar qué rango de longitudes de onda es particularmente adecuado, ya que ambos materiales se tienen suficientemente en cuenta. Dependiendo del rango de longitud de onda apropiado, se puede buscar después y utilizar un tipo de láser adecuado. Con este láser se puede llevar a cabo después un proceso de soldadura adecuado, de la manera descrita anteriormente, en el sentido de que se irradia toda la zona de contacto.

35

40

Una configuración ventajosa incluye los siguientes pasos:

- provisión del cuerpo base del tubo, especialmente de cobre o aluminio, y de la banda de cobre o aluminio,
- 45 • empleo de un láser de fibra para generar el rayo láser,
- irradiación de un rayo láser generado por el láser de fibra en la zona de contacto del cuerpo base del tubo y de la banda compuesta por cobre o aluminio, de tal manera que para soldar tanto el material del cuerpo base del tubo asociado a la zona de contacto como el material de la banda asociado a la zona de contacto son irradiados y fundidos por el rayo láser.

50

En otras palabras, la idea de la configuración ventajosa - en contraste con el estado de la técnica citado en último lugar - consiste en que la banda compuesta por cobre/aluminio con alta conductividad térmica no se sumerge simplemente de forma pasiva en un baño de soldadura producido en el cuerpo base del tubo, sino que más bien la banda también se funde. La invención reconoce este respecto que esto sólo es posible con un láser de fibra.

55

Con el láser de CO₂ conocido del estado de la técnica, no es posible fundir una banda de cobre, ya que las propiedades espectrales de este material no se ajustan a la longitud de onda de un láser de CO₂ (de unos 10,6 µm, por ejemplo). En otras palabras, la mayor parte de la radiación del láser de CO₂ no puede penetrar en absoluto en la superficie del cobre, sino que se refleja, por lo que la fusión con un láser de CO₂ tampoco es posible. En particular los láseres de CO₂ tienen

60

incluso espejos de cobre en su interior, ya que el cobre tiene unas propiedades de reflexión particularmente buenas y unas propiedades de absorción particularmente pobres con respecto a la longitud de onda de un láser de CO₂.

5 La solicitante ha reconocido que es posible utilizar un láser de fibra el cual presente una longitud de onda diferente (a saber, una longitud de onda aproximadamente 10 veces menor, por ejemplo 1,06 μm). En este rango de longitudes de onda, el rayo láser de fibra ya no es reflejado por lo tanto por la superficie de cobre de manera perturbadora, sino que puede ser absorbido por el material en gran medida, permitiendo así una fusión (y por lo tanto un proceso de soldadura), incluso en el caso de bandas de cobre o aluminio.

10 Es cierto que el uso de un láser de fibra para soldar un tubo con aletas se conoce en principio de la construcción de centrales eléctricas -por ejemplo, del documento WO 2009/075596 A2. Sin embargo, allí el mismo se utiliza solamente para soldar una banda de acero al carbono convencional a un tubo de acero al carbono (material acero S235GH), obviamente también sólo por su particularmente alta potencia de 10 kW. El citado documento sólo enseña entonces también a fundir aletas y precisamente no el tubo, incluso en el caso de una forma en I de la aleta, mientras que en el caso de una forma de U o L, que también se describe, de todos modos sólo se irradia sobre la cara superior de la aleta (y por lo tanto precisamente no sobre el cuerpo base del tubo). En la construcción de las centrales eléctricas sólo se utilizan, de todos modos, aletas anchas con un grosor mínimo de 0,8 mm (normalmente más).

20 Del documento US 2016/001403 A1, se conoce el uso de un láser de fibra en la soldadura de placas de aluminio y acero superpuestas, y precisamente usando medios de flujo y sustancias de relleno definidas con mucha precisión. El documento US 2014/311181 A1 también revela el uso de los láseres de fibra, y precisamente para unir tubos capilares de aluminio sin aletas a tubos de succión de mayor diámetro, que después pueden ser usados juntos como elementos de intercambio de calor en frigoríficos. Sin embargo, los dos últimos documentos del estado de la técnica no tratan en absoluto las aletas en los tubos. Por el contrario, las aletas de los tubos se conocen del documento WO 00/38854 A1. Sin embargo, en el caso de los tubos con aletas allí descritos no se trata de tubos con aletas con un solo material, ya que un cuerpo base de un tubo de acero está equipado con un revestimiento de aluminio. Sin embargo, no se describe el uso de un láser de fibra.

30 Sólo el presente modo de realización permite, por lo tanto, un procedimiento para poner a disposición un tubo con aletas con - en particular - aletas estrechas de cobre o aluminio, cuya conductividad térmica es particularmente adecuada para su uso en intercambiadores de calor. El cobre tiene una conductividad térmica de 350 a 400 W/mK, el aluminio de unos 200 W/mK, mientras que el acero inoxidable o el acero al carbono, por ejemplo, tiene una conductividad térmica mucho más baja de menos de 65 W/mK o incluso de menos de 50 W/mK.

35 En contraste con el estado de la técnica mencionado al principio, en el que ya se utilizaban bandas de cobre, el presente modo de realización permite un tipo de conexión mucho más resistente, ya que no sólo se crea un "baño de material" en el cuerpo base del tubo, sino más bien un plasma a partir del material del cuerpo base del tubo y de la banda. A este respecto se trata de un proceso de soldadura "real", que no requiere ningún material suplementario, en particular, con el abanico elegido de láser y materiales.

40 De acuerdo con el modo de realización, el rayo láser de fibra es irradiado por lo tanto en la zona de contacto entre el cuerpo base del tubo y la banda compuesta por cobre o aluminio. El mismo irradia tanto partes del cuerpo base del tubo como de la banda (precisamente para la fusión parcial de ambos cuerpos para generar dicho plasma de soldadura). La zona de contacto irradiada formada por la sección del cuerpo base del tubo y la sección de la banda puede tener aquí una forma de L (especialmente con una sección transversal de la banda rectangular).

45 Es ventajoso que el cuerpo base del tubo también esté compuesto por cobre o aluminio. En principio, sin embargo, también es posible soldar una banda de cobre o aluminio correspondiente a un cuerpo base del tubo de otro material, como por ejemplo acero inoxidable (dependiendo de la aplicación). El láser de fibra suele tener la longitud de onda apropiada para fundir también cuerpos base del tubo correspondientes.

El proceso de soldadura descrito permite producir una costura de soldadura continua en la zona de contacto entre el cuerpo base del tubo y la banda.

55 Normalmente, el material de la banda está disponible en una forma sin fin (por ejemplo, un rollo o similar) y se aproxima al cuerpo base del tubo, que normalmente está suspendido de manera rotativa. El cuerpo base del tubo puede así arrastrar la banda durante el proceso de nervado, de tal manera que la banda es esencialmente aplicada helicoidalmente al cuerpo base del tubo, especialmente bajo tracción, y es soldada allí por el láser de fibra.

60 Después de completar la colocación de la costura de soldadura, todo el tubo con aletas puede pasarse entonces a su forma definitiva, por ejemplo a una forma helicoidal o también a una forma de Ω. Esto sólo es posible con el presente procedimiento, ya que se ha comprobado que los procedimientos descritos anteriormente del estado de la técnica dan lugar a que la banda de cobre se fije al cuerpo base del tubo, lo que no es suficiente para un proceso a continuación de flexión o conformación del tubo con aletas.

65 En el presente caso se utiliza un láser de fibra que puede tener la longitud de onda ya mencionada, por ejemplo. En el

5 caso de un láser de fibra se trata de una forma especial del láser de estado sólido, en el que el núcleo dopado de una fibra de vidrio forma el medio activo. Esencialmente se trata a este respecto de un láser de vidrio con propiedades de guía de ondas ópticas. En principio, la radiación láser experimenta una amplificación muy alta debido a la conducción en la fibra activa del láser. Además, las propiedades de la guía de ondas ópticas flexibles son particularmente adecuadas para
 5 reglar el haz del láser de fibra sobre la zona de contacto entre el cuerpo base del tubo y la banda. Los láseres de fibra pueden generalmente ser bombeados ópticamente, por ejemplo acoplando la radiación de los láseres de diodo paralelamente al núcleo de la fibra (en su revestimiento o en el mismo).

10 El láser de fibra puede irradiar la zona de contacto de tal manera, que la banda compuesta por cobre o aluminio se fija y se suelda al cuerpo base del tubo con un lado, en particular con un lado estrecho inferior (en el caso de una sección transversal rectangular). Aquí puede tratarse normalmente de una banda continua y homogénea, ininterrumpida, que se suelda y nerva en particular helicoidalmente sobre el cuerpo base del tubo.

15 En el caso del cuerpo base del tubo se trata esencialmente de un tubo redondo de una longitud deseada, que se presenta normalmente en una forma recta durante el proceso de nervado. Durante el proceso de nervado, el cuerpo base del tubo puede rotar en particular, para lo cual puede ser sujetado en sus extremos o aplicarse a un mandril, por ejemplo. La banda puede acercarse aquí normalmente al cuerpo base del tubo, transversalmente a la dirección de la extensión longitudinal del cuerpo base del tubo (es decir, tangencialmente).

20 El suministro de la banda (por ejemplo, en forma de rollo o plato) puede disponerse aquí ligeramente por debajo del plano de apoyo del cuerpo base del tubo, de modo que la banda no se aproxime horizontalmente al tubo desde abajo, sino en un cierto ángulo con respecto a la horizontal. Esto permite una adaptación particularmente ventajosa de la presión o de la tracción cuando la banda entra en contacto con el cuerpo base del tubo. Normalmente, la banda primero gira con un cierto ángulo junto con el cuerpo base del tubo rotatorio, antes de que la fibra láser suelde la banda al cuerpo base del
 25 tubo.

30 En contraste con el láser de fibra con una potencia de 10 kW conocido del estado de la técnica, la solicitante ha utilizado hasta ahora, en cualquier caso, láseres de fibra con una menor potencia inferior a 5 kW, para evitar una "penetración" demasiado profunda en la zona de contacto entre la banda y el cuerpo base del tubo. Sin embargo, también se puede seleccionar un láser de fibra de mayor potencia si la velocidad de nervado es mayor (es decir, esencialmente la velocidad axial y de rotación del cuerpo base del tubo). En cualquier caso, hay que tener cuidado de evitar una "penetración" demasiado profunda, que haga que el material en la zona de contacto pueda verse atacado, por ejemplo a causa de debilitamiento, corrosión o algo similar.

35 La banda del tubo con aletas utilizada para emplearse en un intercambiador de calor tiene normalmente un espesor de menos de 1 mm, de forma preferida de menos de 0,8 mm y más de forma preferida de menos de 0,5 mm (lo que supone una distinción respecto a las bandas muy gruesas de 1 a 2,5 mm utilizadas en la construcción de centrales eléctricas).

40 La altura de una aleta, y por lo tanto la altura de la banda, puede ser seleccionada particularmente grande con el presente procedimiento. En este sentido son también posibles alturas de aleta de hasta 32 mm, en cualquier caso de 20 mm o en cualquier caso de más de 10 mm, incluso con el material cobre o aluminio. Estas alturas de aleta sólo son posibles con el proceso de soldadura seguro conforme a la invención, con un láser de fibra y una fusión por ambos lados. En casos extremos, la altura de la aleta puede incluso corresponder aproximadamente al diámetro del tubo del cuerpo base del tubo utilizado (por ejemplo, con un diámetro de tubo de 20 mm o similar).
 45

Según la invención, la banda está compuesta por cobre o aluminio. En particular, aquí se trata esencialmente de tubos de cobre o aluminio puro, es decir, no de aleaciones de cobre o aleaciones de aluminio.

50 Lo mismo puede aplicarse a los cuerpos base de tubo utilizados, que también pueden estar compuestos ventajosamente de cobre o aluminio esencialmente puro (es decir, no de aleaciones).

Dependiendo de la aplicación, los cuerpos base de los tubos pueden tener diámetros completamente diferentes, por ejemplo de entre 5 y 150 mm.

55 Según una configuración particularmente ventajosa de la invención, el cuerpo base del tubo y la banda están hechos del mismo material. En otras palabras, el tubo con aletas acabado está configurado con un material uniforme. Como la banda es de cobre o aluminio, conforme a la invención, el tubo con aletas según esto también es por completo de un material uniforme, de cobre o de aluminio. Por consiguiente es la primera vez que son posibles tubos con aletas de un material uniforme, de cobre o de aluminio.
 60

Según otra configuración particularmente ventajosa de la invención, la banda está configurada como una tira, es decir, está presente inicialmente en forma de tira. Asimismo es ventajoso que la sección transversal esté configurada en forma de I, es decir, que presente una sección transversal sustancialmente rectangular. La tira tiene una forma de I en contraposición a una forma en U o en L. Una configuración de una aleta con sección transversal en forma de I ofrece la
 65 ventaja de una conducción térmica óptima y permite el uso de menos material de la aleta.

Según una configuración particularmente ventajosa de la invención, se prevé una irradiación de un haz previo en la zona de contacto entre la aleta o banda y el cuerpo base. Ese haz previo, que está separado del verdadero rayo láser, suele generarse con el mismo dispositivo láser que el verdadero rayo láser. Un haz previo de este tipo puede utilizarse en particular para calentar la zona de contacto y puede irradiar a la sección de la zona de contacto que se está soldando actualmente, en el tiempo antes del verdadero rayo láser. En la práctica, esa solución en dos etapas del proceso de irradiación o de soldadura ha demostrado ser particularmente ventajosa. Con este fin, el láser de fibra puede generar dos haces separados o bien, normal y ventajosamente, como un llamado punto gemelo, en el que tanto el haz previo como el verdadero rayo láser se extraen de un haz básico. Normalmente, el rayo láser y el haz previo inciden esencialmente paralelos sobre la zona de contacto. Este paso del procedimiento permite una preparación especialmente ventajosa de la zona de contacto y hace posible un proceso de soldadura "cuidadoso".

Según la invención puede estar previsto de forma particularmente ventajosa, que se alimente un gas refrigerante a la zona de contacto irradiada. Aunque la alimentación de un gas es suficientemente conocida por el estado de la técnica, dicho gas sirve esencialmente como gas protector en los materiales de banda actuales, como el acero inoxidable convencional, y está destinado a impedir un ataque de corrosión. Sin embargo, según la invención, en el presente caso se utiliza un gas refrigerante, que tiene una enorme importancia para los materiales utilizados, el cobre y el aluminio, debido a su respectiva conductividad térmica particularmente elevada o a su respectivo bajo punto de fusión.

El gas refrigerante puede forzar aquí la convección, especialmente sobre los materiales de la zona de contacto. En el caso del acero convencional, debido a su baja conductividad térmica o a una alta temperatura de fusión, este enfriamiento no es necesario en absoluto.

Además, el gas refrigerante también puede tener un segundo efecto, a saber, un efecto protector, en el sentido de que impide o contrarresta la oxidación o la corrosión.

Es ventajoso que el proceso de soldadura se realice sin material suplementario de soldadura. Un material suplementario de soldadura, como por ejemplo un alambre de soldadura o similar, puede ser superfluo en este caso debido a la acción de soldadura particularmente buena del láser de fibra en relación con los materiales utilizados, especialmente el cobre o el aluminio. Por lo tanto, la soldadura está esencialmente libre de material suplementario.

Adicional o alternativamente se puede producir una costura de soldadura continua entre el cuerpo base del tubo y la banda, es decir, en la zona de contacto. Una costura de soldadura continua - a diferencia de una costura de soldadura solo por puntos o similar - tiene aquí la ventaja de una forma de realización particularmente estable del tubo con aletas resultante.

En el procedimiento conforme a la invención ha resultado ser particularmente ventajoso que la banda esté en contacto con el cuerpo base del tubo, en un cierto ángulo perimétrico, antes de la irradiación mediante el rayo láser. En otras palabras, la banda no se suelda en el momento en que se aproxima al cuerpo base del tubo y entra en contacto con él por primera vez. Más bien, primero la banda puede ser aproximada al cuerpo base del tubo. Para ello puede estar bajo tensión, en particular, por medio de que sea guiada alrededor del cuerpo base del tubo sometida a una fuerza.

Una vez que se alcanza un punto de tracción o presión ideal, el verdadero proceso de soldadura puede tener lugar y el rayo láser puede irradiar en la zona de contacto. Se ha comprobado que un ángulo perimétrico de al menos 30 grados es particularmente adecuado y, más preferiblemente, el mismo debería ser de al menos 70 grados. Según una forma de realización particularmente ventajosa, está previsto un ángulo perimétrico de entre 80 y 100 grados.

Normalmente, sin embargo, tal ángulo perimétrico es menor de 180 grados, especialmente de 100 grados, y aún más especialmente de 90 grados. En este caso está prevista normalmente una configuración, en la que se gira o rota el cuerpo base del tubo. La banda puede discurrir aquí sobre el cuerpo base del tubo a la misma velocidad a la que rota el cuerpo base del tubo, de modo que se crea una zona de contacto cuando dicurre por encima, la cual además ya no se desplaza y puede ser irradiada por el láser (para llevar a cabo el proceso de soldadura) después de girar en el ángulo perimétrico prefijado.

De acuerdo con una forma de realización particularmente ventajosa del procedimiento según la invención, el cuerpo base del tubo con la banda soldada al mismo, es decir, esencialmente el tubo con aletas preparado, es finalmente conformado en una forma final deseada. A este respecto puede tratarse normalmente de una forma helicoidal, lo que lleva por lo tanto a un tubo con aletas en forma helicoidal. Esta forma es particularmente popular para su uso en los intercambiadores de calor.

En un ejemplo de realización alternativo, el tubo con aletas también puede adoptar una forma de Ω , por ejemplo, si se utiliza para la refrigeración de un motor. En este caso, mediante la forma de Ω el mismo puede envolver un lado del motor. En el otro lado del motor unos tubos con aletas opuestos y con la misma forma, pero que están girados en 180 grados, pueden entonces envolver el motor en la dirección opuesta.

Otros ejemplos de realización que no se muestran en los dibujos se presentan como tubos con aletas en forma de horquillas (forma de U estrecha), meandros de tubos con aletas (esencialmente en un plano), tubos con aletas en espiral

(también esencialmente en un plano) o en forma de hélices cónicas. Sin embargo, la invención comprende todas las geometrías 3D imaginables de tubos con aletas.

5 Sin embargo, todas las formas sólo son posibles primero gracias a la ventajosa conformación del procedimiento según la invención, de soldar una banda de cobre o aluminio con la ayuda de un láser de fibra. En los procedimientos conocidos del estado de la técnica, en los que una banda de cobre sólo se sumerge en una masa fundida en el cuerpo base del tubo, tales formas no suelen ser posibles en absoluto, y precisamente por razones de estabilidad.

10 Un tubo con aletas según la reivindicación 9 puede ser producido en especial mediante uno de los procedimientos descritos. Todas las ventajas y formas de realización presentadas hasta ahora en relación con un procedimiento no se repetirán explícitamente para la reivindicación 9, pero se aplicarán igualmente para la misma. Por lo tanto, en el caso del tubo con aletas producido puede tratarse, por ejemplo, de un tubo con aletas en forma helicoidal o en forma de Ω . En particular, la banda puede tener una forma de I y similar.

15 Otras ventajas de la invención resultan de las reivindicaciones dependientes, no citadas, así como de la siguiente descripción de las figuras.

Aquí muestran

20 la Fig. 1 en una vista lateral muy esquemática y parcialmente cortada, un tubo con aletas conforme a la invención en un modo de realización recto o aún no conformado,,

la Fig. 2 una vista fragmentaria igualmente esquemática y ampliada de un tubo con aletas conforme a la invención de una sola aleta,

25 la Fig. 3 la sección según el círculo III de la Fig. 2 en una representación ampliada, añadiendo otra aleta aún no soldada, a la izquierda de la aleta ya fijada representada en la Fig. 2

30 la Fig. 4 ,en una vista inferior muy esquemática y en perspectiva, el proceso de enrollado de una banda sobre un cuerpo base de un tubo,

la Fig. 5, en una vista similar a la flecha V de la Fig. 4, una vista frontal y cortada del cuerpo base del tubo junto a la banda y al láser indicado en una representación muy esquemática,

35 la Fig. 6 una representación también muy esquemática y ampliada de la zona de contacto entre el cuerpo base del tubo y la banda, indicada en la Fig. 5 con la flecha de aumento VI,

40 la Fig. 7 dos representaciones gráficas que muestran las propiedades espectrales de dos materiales diferentes, en donde respectivamente en una representación muy esquemática se ha representado el coeficiente de absorción α con relación a la longitud de onda λ

la Fig. 8 una vista esquemática de un tubo con aletas convertido a una forma helicoidal, y

45 la Fig. 9 una vista esquemática y parcialmente cortada de un motor con unos tubos con aletas que lo rodean, convertidos a una forma de Ω .

La siguiente descripción de las figuras está precedida por el hecho de que partes idénticas o comparables pueden estar provistas dado el caso de idénticos símbolos de referencia, en parte con la adición de letras pequeñas o apóstrofes.

50 La figura 1 muestra primero un tubo con aletas 10 ya terminado, que ha sido fabricado básicamente con dos piezas separadas: de esta manera se ha previsto primero un cuerpo base del tubo 12, que está configurado como un tubo redondo recto. Una banda de cobre 13 (alternativamente una banda de aluminio) se ha enrollado helicoidalmente alrededor del cuerpo base 12 y se ha soldado al cuerpo base del tubo 12. La banda 13 configura de este modo una aleta sin fin 13' (en donde la aleta 13' tiene, realmente, una longitud finita y fija; en otras palabras, la aleta 13 está configurada de forma continua).

60 Como se muestra en la Fig. 1, la banda 13 deja libres los extremos 14 y 15 del cuerpo base del tubo 12 y está soldada a la superficie 16 del cuerpo base del tubo 12. Como ya se ha mencionado y puede verse especialmente en el extremo izquierdo 15 del cuerpo base del tubo en la ilustración parcialmente transparente, el mismo está configurado hueco con un espesor de pared d y un diámetro D . La aleta 13' tiene aquí una altura de aleta h .

65 La distancia media a entre dos secciones de aleta adyacentes puede estar configurada particularmente grande debido a la invención (en cualquier caso en comparación con una soldadura convencional de CO_2 en acero inoxidable). Por ejemplo, se puede alcanzar una distancia media a de hasta seis milímetros (o un paso de menos de cinco aletas/pulgada). En particular, se puede lograr un paso de entre 5 y 13 aletas/pulgada (correspondiente a una distancia media a de unos

2 a 5 mm).

El procedimiento según la invención también puede ser utilizado con un espaciado variable de las secciones de aleta en el tubo (o con un paso variable en un tubo). Para ello, se puede variar la velocidad de avance y/o de rotación del tubo. A este respecto por ejemplo, las secciones más grandes a entre secciones de aleta adyacentes pueden adoptar los valores indicados anteriormente. Sin embargo, en principio, las distancias también pueden ser mucho más pequeñas que las indicadas anteriormente, independientemente de que se prevea o no un espaciado variable.

El procedimiento de fabricación para el tubo con aletas 10 según la invención se explicará a continuación con más detalle en base a las figuras 2 a 6.

Aquí la Fig. 2 muestra en primer lugar en una representación puramente esquemática, parcialmente cortada, la representación individual aumentada de una sección ya soldada 17 de la aleta 13'. La aleta 13' está soldada a la superficie del tubo 16 en la zona representada.

La Fig. 3 muestra en su zona de representación derecha la mencionada sección 17 de la aleta 13' en el estado de ya soldada. La Fig. 3 muestra el baño fundido 18 ya solidificado en la zona de contacto 19 entre el cuerpo base del tubo 12 y la banda 13. El baño fundido 18 se compone proporcionalmente de material tanto del cuerpo base del tubo 12 como de la banda 13 o de la aleta 13' (en la parte inferior).

La aleta 13' está configurada para ello con una sección transversal aproximadamente rectangular.

La sección 17 de la aleta 13' que se muestra en el lado derecho en la Fig. 3 está situada más adelante, en la dirección del nervado B (como sección ya inmovilizada), que una sección 17' también mostrada en la Fig. 3. Esta sección 17' de la aleta 13' o de la banda 13 se suelda en la Fig. 3 precisamente en la zona de contacto 19 (que está configurada esencialmente en forma de L debido a la superficie recta del tubo 16 y a la arista lateral recta 20 de la aleta 13').

Para este propósito, un rayo láser de fibra 21 de un láser de fibra, aún no representado en la Fig. 3, incide sobre la zona de contacto 19 con un ángulo δ , en particular un pequeño ángulo δ . El rayo láser de fibra 21 irradia con ello tanto material de la banda 13 o de la aleta 13', respectivamente de la sección 17', como material del cuerpo base del tubo 12, en particular sobre su superficie 16.

Dado que la sección 17 de la banda 13 se encuentra delante de la sección 17' en la dirección de nervado B, la sección izquierda según la Fig. 3 representa, por así decirlo, el estado de soldadura de una sección de la banda y el lado derecho según la Fig. 3 representa, por lo tanto, el estado acabado y soldado de una sección de la banda. Por supuesto, otras secciones de la banda, especialmente en la dirección B del nervado (y por lo tanto ya soldadas) se conectarían con un paso definido de la aleta.

La Fig. 4 ilustra en una vista en perspectiva, pero también esquemática, el devanado del cuerpo base de la tubería 12 con la banda 13. La Fig. 4 ya muestra a este respecto que la banda 13 converge inicialmente en línea recta, esencialmente a lo largo de una dirección de desenrollado A en el cuerpo base de la tubería 12 y, después, hace contacto tangencialmente con su superficie 16. El cuerpo base del tubo 12 se sujeta en sus extremos 14 y/o 15 - como no se muestra, sin embargo - por los extremos con el fin de impulsarlo de forma giratoria en la dirección de rotación R. Durante este accionamiento, el cuerpo base del tubo 12 puede arrastrar la banda 13 y extraer la misma, por ejemplo de un rodillo de suministro o de un platillo placa o lecho (que tampoco se muestra) en una dirección y bajo una fuerza de tracción y frenado definida. Además de esto, también puede preverse un accionamiento para el rollo de suministro (por ejemplo, un accionamiento de bobina).

Debido a esta fuerza de tracción y a un posible movimiento de avance de la banda 13, la banda 13 se aplica continua y progresivamente a la superficie 16 del cuerpo base del tubo 12. Como se muestra en la Fig. 5, la aplicación comienza aproximadamente en una zona, que está marcada allí con un eje radial 22.

A partir de esta zona, la parte inferior 23 de la banda 13 está en contacto con la parte superior 16 del cuerpo base del tubo 12. Como resultado del movimiento de rotación en la dirección de rotación R, la banda 13 discurre entonces junto con el cuerpo base del tubo 12 dentro de un margen angular ϕ , contactando la superficie 16 del cuerpo base del tubo 12, antes de ser soldado al cuerpo base del tubo 12 mediante un rayo láser 21 en la zona de un eje radial designado con el 24.

En el ejemplo de realización representado, el ángulo ϕ es aproximadamente de 90 grados. Pero puede ser en especial de 30 a 120 grados. El factor decisivo aquí es que la banda 13 es arrastrada en todo caso dentro de un cierto ángulo ϕ , para lograr un momento ideal para la soldadura.

El rayo láser 21 es generado por un láser de fibra 25 que sólo se muestra muy esquemáticamente. Este láser de fibra 25 puede prever a este respecto una alimentación flexible, lo que permite un ajuste ideal a la zona de contacto 19 a irradiar.

En la Fig. 5 también se puede ver que el láser de fibra 25 tiene un cierto desfase angular β con respecto a la línea vertical

central marcada con 26. Este ajuste también permite aquí esencialmente la utilización ideal del momento, como se ha descrito anteriormente. Alternativamente, el láser de fibra también podría trasladarse linealmente, en paralelo a la línea vertical central (26) (es decir, en la forma de un desplazamiento paralelo).

5 Ventajosamente, el láser de fibra 25 puede ser ajustado con respecto a su ángulo de incidencia β . Lo mismo se aplica al ángulo de incidencia δ en el plano lateral, representado en la Fig. 3.

10 Finalmente, la Fig. 5 también muestra que la banda 13 se aproxima desde abajo de una horizontal 32, con un ángulo y normalmente menor de 45 grados, por ejemplo 30 grados, al cuerpo base de la tubería 12. Esto permite que el lecho de la banda o un rollo de banda se almacene en un plano inferior al plano de sujeción del cuerpo base del tubo 12, lo que tiene ventajas en términos de técnica de tracción.

15 La Fig. 6 muestra una representación aumentada de la zona marcada como VI en la Fig. 5, es decir, una representación esencialmente de la zona de contacto 19 entre el cuerpo base del tubo 12 y la aleta 13'.

20 Esta figura pretende ilustrar en particular que el láser de fibra 25 no sólo emite el rayo láser (principal) 21 ya descrito, sino también un segundo rayo láser, que puede describirse como haz previo 27. Este segundo rayo láser 27, que sigue al rayo láser principal 21 en la dirección de rotación R e incide sobre la sección pertinente de la zona de contacto 19 antes del mismo en el tiempo, sirve aquí esencialmente para calentar la zona de contacto 19.

25 Los experimentos llevados a cabo por la solicitante han demostrado a este respecto que la utilización de un haz previo 27 de este tipo, por ejemplo mediante el uso de un láser de doble punto, proporciona mejores resultados en cuanto a una costura de soldadura continua, homogénea y resistente. En particular, los dos rayos 21, 27 pueden ser proporcionados aquí por el mismo láser de fibra 25.

El rayo principal 21 y el haz previo 27 también pueden desplazarse uno respecto al otro en dirección axial (en relación al cuerpo base del tubo).

30 De la Fig. 6 puede deducirse además que al láser de fibra 25 también se le puede asignar su propia óptica 28, la cual permite un ajuste o enfoque más preciso del rayo láser principal 21 y/o del haz previo 27 sobre la zona de contacto 19.

35 Finalmente, de la Fig. 6 puede deducirse una unidad de alimentación de gas refrigerante 29, que allí sólo está indicada. La unidad de alimentación de gas refrigerante 29 puede permitir que un gas refrigerante 30 fluya hacia la zona de contacto 19 (con el fin de desplazar la atmósfera ambiente en la zona de soldadura) y garantizar, de esta manera, unas condiciones de trabajo y de soldadura adecuadas a pesar de la banda de alta conductividad térmica, respectivamente de un punto de fusión bajo, en particular mediante una convección forzada.

40 Básicamente se reivindica un procedimiento según la invención para fijar una banda de un primer material a un cuerpo base de tubo de un segundo material. Según la invención se pretende, para este fin, evaluar primero al menos una (o también varias) características espectrales de estos dos materiales.

45 Esto se ilustra en las figuras 7a (para un primer material ficticio) y 7b (para un segundo material ficticio): mientras que la Fig. 7a muestra el desarrollo del coeficiente de absorción de un primer material base del tubo a lo largo de la longitud de onda, la Fig. 7b muestra esto para cualquier material de banda. Por consiguiente, según la Fig. 7a, el material del cuerpo base del tubo ha alcanzado su máximo con respecto al coeficiente de absorción con una longitud de onda A. Según la Fig. 7b, el material de la banda ha alcanzado su máximo con respecto al coeficiente de absorción α con una longitud de onda B.

50 Sin embargo, para ambos materiales, una longitud de onda M está sin embargo esencialmente en el máximo principal del coeficiente de absorción con respecto a la longitud de onda. En otras palabras, un rayo láser de longitud de onda M parece ser adecuado para en cualquier caso tener un efecto suficiente en ambos materiales, de tal manera que se hace posible un proceso de soldadura.

55 De acuerdo con esto, una comparación de los gráficos según la Fig. 7a y 7b permite determinar que se debe utilizar un tipo de láser que corresponda esencialmente con una longitud de onda M. Por supuesto, las mismas consideraciones son también posibles para otros valores, como por ejemplo el coeficiente de reflexión o de transmisión (sin embargo, aquí deberían evitarse precisamente los máximos). En cualquier caso, se pueden comparar dos materiales diferentes en lo que respecta a sus propiedades espectrales y, en base a la comparación, se puede seleccionar un láser adecuado, que pueda fundir el material de ambos componentes mediante una irradiación en una zona de contacto.

60 Finalmente, las figuras 8 y 9 muestran dos ejemplos normales de formas finales, en las que los tubos con aletas 10 según la invención pueden finalmente conformarse o doblarse.

65 De esta manera la figura 8 muestra una hélice de tubo con aletas 11, como se usa normalmente en los intercambiadores de calor. La Fig. 9, por otro lado, muestra de forma puramente esquemática un motor 31, que está rodeado por dos tubos con aletas 10, ambos de los cuales tienen esencialmente una forma de Ω . Los dos tubos con aletas 10 solo se muestran

en la Fig. 9 a modo de ejemplo. En realidad, el motor 31 estará rodeado por muchos más tubos con aletas en forma de Ω . En este sentido, en el caso de la invención conforme a la Fig. 9 se trata esencialmente por ejemplo de una representación en sección transversal. Según la Fig. 9, por los tubos con aletas 10 puede fluir, en particular, un líquido refrigerante para permitir la refrigeración del motor 31.

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para producir un tubo con aletas (10), en el cual un cuerpo base del tubo (12) se equipa con con aletas en su exterior (16), en particular helicoidalmente, con una banda (13), para lo cual la banda (13) se fija al cuerpo base del tubo (12) mediante el empleo de un rayo láser (21), caracterizado por los pasos:

- 5 - puesta a disposición de un cuerpo base de tubo (12) de un primer material y de una banda (13) de un segundo material diferente,
- ajuste de al menos una propiedad espectral, por ejemplo del coeficiente de absorción (α), de los dos materiales diferentes,
- 10 - selección de un tipo de láser de una longitud de onda adecuada (λ), teniendo en cuenta el ajuste realizado,
- irradiación de un rayo láser (21) generado por un láser del tipo seleccionado en la zona de contacto (19) del cuerpo base del tubo (12) y de la banda (13), de manera que para soldar tanto el material del cuerpo base del tubo asociado a la zona de contacto (19) como el material de la banda asociado a la zona de contacto (19) sean irradiados y fundidos por el rayo láser.

- 15 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado por los pasos:
 - puesta a disposición del cuerpo base del tubo (12), en particular de cobre o aluminio, y de la banda (13) de cobre o aluminio,
 - uso de un láser de fibra (25) para generar el rayo láser (21),
 - 20 - irradiación del rayo láser (21) generado por el láser de fibra (25) en la zona de contacto (19) del cuerpo base del tubo (12) y de la banda (13) compuesta de cobre o aluminio, de tal manera que para soldar tanto el material del cuerpo base del tubo asociado a la zona de contacto (19) como el material de la banda asociado a la zona de contacto (19) son irradiados y fundidos por el rayo láser (21).

25 3.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la banda (13) está configurada a modo de cinta y con una sección transversal en particular continua, rectangular o en forma de l.

30 4.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque está previsto el siguiente paso:

- irradiación de un haz previo (27), en particular también generado por el láser de fibra (25), en la zona de contacto (19), en particular para calentar la zona de contacto (19) antes de la irradiación mediante el rayo láser (21).

35 5.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque está previsto el siguiente paso:

- alimentación de un gas refrigerante (30) a la zona de contacto irradiada (19), especialmente para enfriar el cobre o el aluminio mediante convección forzada.

6.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el proceso de soldadura se lleva a cabo sin un material suplementario de soldadura, como por ejemplo un hilo de soldadura, y/o se genera una costura de soldadura continua entre el cuerpo base del tubo (12) y la banda (13).

40 7.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la banda (13) está en contacto con el cuerpo base del tubo (12), en particular rotatorio, de forma preferida bajo tracción, con un cierto ángulo perimétrico (ϕ), en particular de al menos 30 grados, de forma preferida de al menos 70 grados, antes de la irradiación mediante el rayo láser (21).

45 8.- Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque está previsto finalmente el paso siguiente:

- conformación del cuerpo base del tubo (12) con la banda (13) soldada al mismo, en particular esencialmente hacia una forma helicoidal o una forma de Ω .

50 9.- Tubo con aletas (10), en particular fabricado según una de las reivindicaciones anteriores, que comprende un cuerpo base del tubo (12) que está equipado con aletas en su lado exterior, en particular helicoidalmente, con una banda (13), en donde la banda (13) está compuesta de cobre o aluminio, y en donde el cuerpo base del tubo (12) se compone de otro material, por ejemplo, de acero inoxidable, acero al carbono o similar, caracterizado porque un baño fundido solidificado (18) se encuentra en la zona de contacto (19) entre el cuerpo base del tubo (12) y la banda tira (13), en donde este baño fundido solidificado se compone proporcionalmente de material tanto del cuerpo base del tubo (12) como de la banda (13), en su parte inferior.

Fig. 4

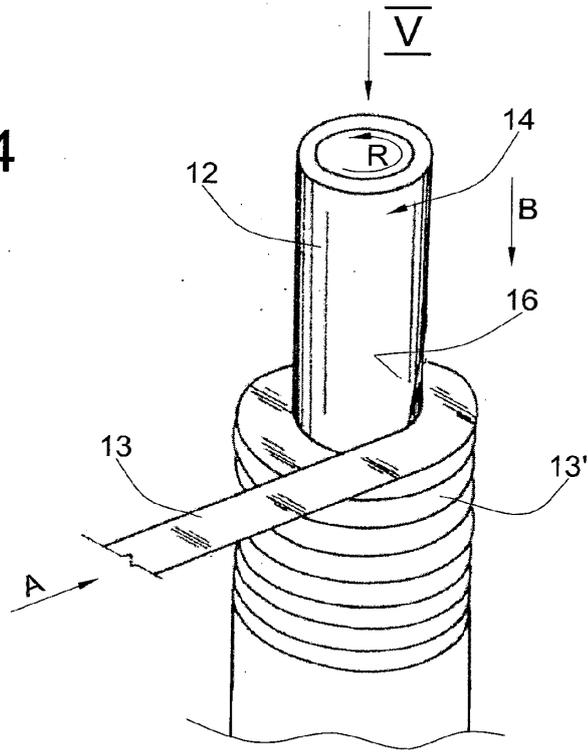
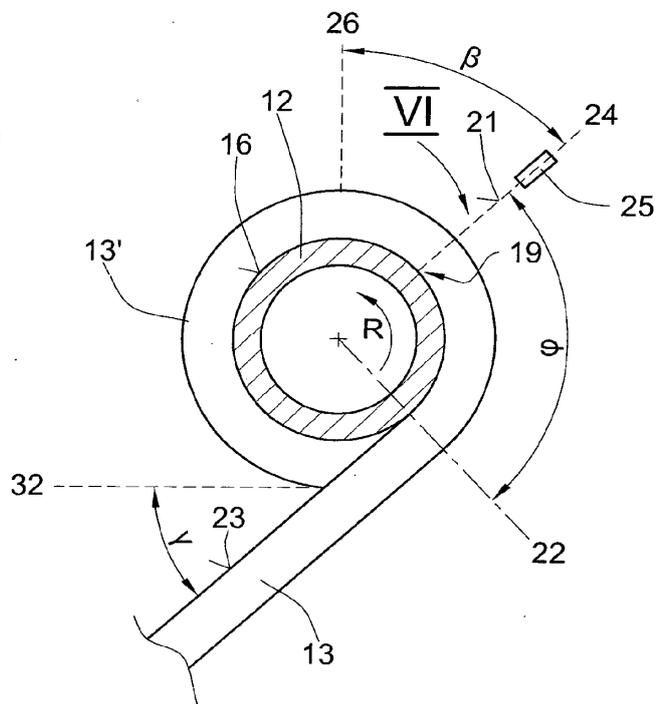


Fig. 5



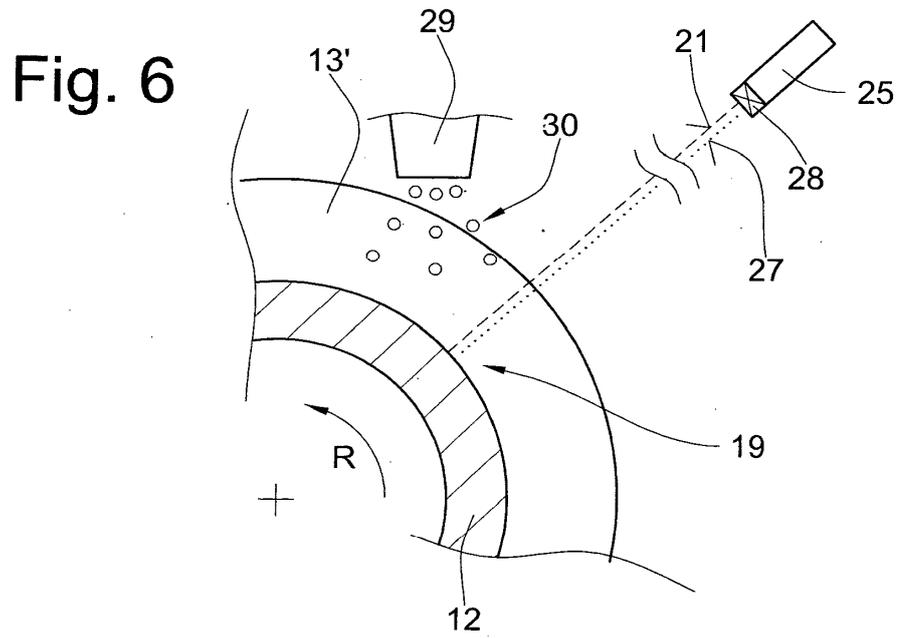


Fig. 7a

Fig. 7b

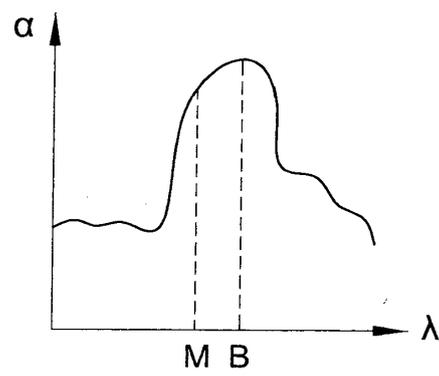
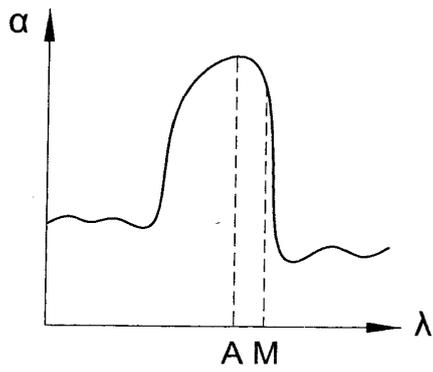


Fig. 8

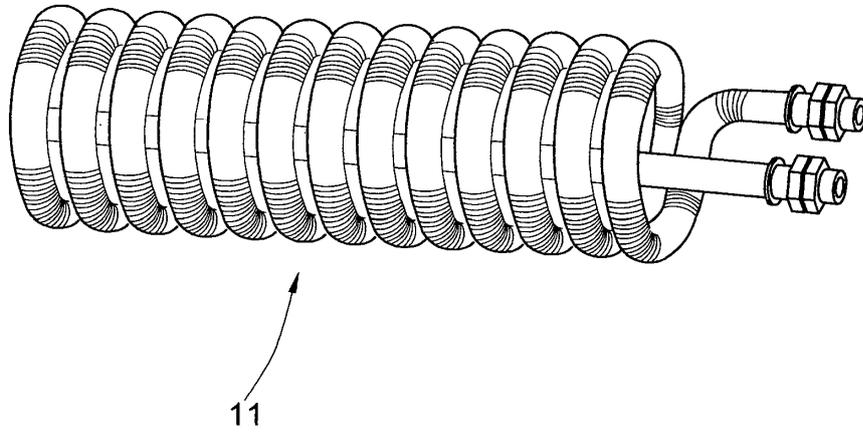


Fig. 9

