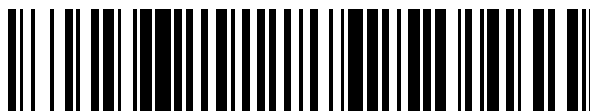


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 400 074**

51 Int. Cl.:

B21D 26/02 (2011.01)

B21D 53/02 (2006.01)

F28F 9/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2009** **E 09783331 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2012** **EP 2349602**

54 Título: **Procedimiento para formar depósitos colectores para intercambiadores de calor de aluminio**

30 Prioridad:

08.10.2008 SE 0802120

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

05.04.2013

73 Titular/es:

SAPA HEAT TRANSFER AB (100.0%)
612 81 Finspång, SE

72 Inventor/es:

WESTERGÅRD, RICHARD y
OLSSON, BJÖRN

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 400 074 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 formar depósitos colectores para intercambiadores de calor de aluminio

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a un procedimiento para producir un depósito colector, también denominado depósito distribuidor, para intercambiadores de calor de aluminio, móviles o estacionarios, con soldadura fuerte y con formas del depósito casi arbitrarias.

Antecedentes de la invención

- 10 Los ingenieros de automoción de hoy en día se enfrentan a dificultades cada vez mayores para encajar y montar todos los componentes de debajo del capó de manera racional. Los motores cada vez son más potentes y se monta una creciente cantidad de diferentes componentes para soportar el motor, y para ofrecer a los pasajeros un nivel en continuo aumento de experiencia de conducción, seguridad y comodidad. Esto supone que el espacio disponible debajo del capó sea un recurso escaso. Los intercambiadores de calor tienen, casi por defecto, una forma rectangular que limita al ingeniero en lo referente a las localizaciones adecuadas para montar el intercambiador de calor en el coche. Muchas de las restricciones de la geometría del intercambiador de calor vienen dadas por la
- 15 viabilidad económica de producir placas y depósitos colectores para formar tales intercambiadores de calor conformados irregularmente o a medida; tales colectores y depósitos generan unos intercambiadores de calor demasiado costosos con los procedimientos de producción actuales.

- Además, la creciente cantidad de componentes de seguridad, comodidad y rendimiento debajo del capó hace que el extremo delantero del vehículo sea progresivamente más pesado que el extremo trasero, lo que resulta indeseable.
- 20 En los vehículos corrientes de pasajeros, los intercambiadores de calor tales como los enfriadores de aire de los turbocompresores (CAC), condensadores, radiadores y enfriadores de gases de escape (EGR) deben situarse cerca del extremo delantero del vehículo para facilitar un rendimiento suficiente de intercambio de calor. La presente invención facilita la reducción del peso de estos componentes al tiempo que reduce el coste y aumenta la flexibilidad geométrica de empaquetado sin sacrificar el rendimiento.

- 25 El procedimiento más comúnmente utilizado de producción de depósitos colectores para intercambiadores de calor consiste en proporcionar una hoja laminada plana, para soldadura fuerte, y formarla de tal modo que se produzca un colector con unas lengüetas para crimpar un depósito de plástico, unas ranuras para insertar los tubos de flujo utilizados para la circulación del fluido de refrigeración, y la forma final del colector formado. Normalmente esto se hace cortando una hoja laminada plana a la dimensión correcta, estampando los lados para hacer un borde de forma
- 30 rectangular en la hoja (para las lengüetas), embutiendo la pieza de hoja para formar una placa de colector y finalmente estampando las ranuras dentro de las cuales se inserta el paquete de tubos/aletas de flujo. A continuación comienza el proceso normal de soldadura fuerte. Tras la soldadura fuerte, el recubrimiento de las superficies del colector se funde y fluye hasta la junta entre el colector y los tubos para hacer un nervio con el tamaño y la forma adecuados. A continuación se coloca y crimpa el depósito.

- 35 Comúnmente el depósito está fabricado con materiales de polímero en el caso de radiadores y colectores, y usualmente está fabricado con aluminio para los CAC. Otra técnica utilizada previamente para formar depósitos colectores es la hidroformación.

- El documento EP 0 930 109 A2 da a conocer un proceso de hidroformación para formar un componente a partir de una pieza tubular en tocos de metal de aluminio deformable. El proceso comprende colocar la pieza en tocos en una
- 40 prensa y sellar los extremos opuestos de la pieza en tocos, calentar la pieza en tocos a una temperatura de deformación, suministrar gas a una presión predeterminada al interior de la pieza tubular en tocos sellada para causar la deformación de la pieza en tocos mediante embutido/estirado del metal.

- Los anteriores procedimientos de fabricación son costosos y requieren un control muy estricto con respecto a la geometría de las herramientas y la lubricación del contacto entre la herramienta y la lámina. También requiere una
- 45 eliminación y una limpieza controladas de los residuos de lubricación y una eliminación de las virutas de metal de p. ej. el estampado en la zona de producción, así como personal, espacio de suelo y una inversión en maquinaria controlada que aumenta los costes. Adicionalmente, dado que el embutido se realiza a temperatura ambiente, se está limitado al uso de aceros de herramientas para trabajo en frío, que son muy difíciles y costosos de maquinar con tolerancias estrechas.

- 50 La fabricación de depósitos plásticos mediante moldeo por inyección es un procedimiento comparativamente lento y costoso que requiere grandes inversiones en maquinaria, herramientas y control. El depósito es una parte multifuncional del intercambiador de calor y se fabrica también con accesorios y localizaciones para montaje de fácil acceso para p. ej. refrigeradores de aceite y equipos detectores internos al depósito. Además, dado que los

materiales de plástico son considerablemente menos rígidos en comparación con el aluminio, el grosor de la pared del depósito es grueso, y el depósito está fabricado con unos armazones externos integrados de rigidización para lograr una rigidez torsional suficientemente elevada. Por lo tanto el depósito resulta pesado aunque se produzca utilizando un material de baja densidad. Sin embargo, es posible aumentar sustancialmente la rigidez con el uso de un refuerzo de triquitas o fibras, pero esto supone un aumento sustancial del coste.

En el caso del CAC la temperatura operativa puede exceder las temperaturas a las cuales los materiales plásticos pierden demasiada resistencia como para tener un uso práctico. Por lo tanto hoy en día los depósitos se fabrican usualmente con aluminio. Muy a menudo tales depósitos se fabrican utilizando tecnología de moldeo a presión que comúnmente restringe el grosor de la pared del depósito a un rango por encima de 1,5 mm, lo que añade peso al intercambiador de calor. Además, el aluminio moldeado no es fácil de crimpar sobre el colector y el procedimiento usual de unión es la soldadura por fusión mediante MIG o TIG. Este tipo de depósito y de procedimiento de unión normalmente ofrece un conjunto resistente. Sin embargo, la soldadura es costosa, requiere tiempo y añade un peso significativo al intercambiador de calor, particularmente porque el depósito está fabricado para que tenga un grosor muy elevado allá donde tendrá lugar la soldadura, y además la placa del colector tiene que ser gruesa para alojar una junta de soldadura exitosa.

Sumario de la invención

Existe por lo tanto una necesidad de un procedimiento eficiente y flexible para producir depósitos colectores.

La presente invención satisface esta necesidad proporcionando un procedimiento de acuerdo con las características de la reivindicación 1.

El grupo de aleaciones comúnmente utilizadas en los depósitos colectores para intercambiadores de calor, el tipo AA3XXX, es difícil de conformar a las formas deseadas mediante los procedimientos normalmente utilizados hasta el momento para fabricar depósitos colectores. En la condición moldeada y laminada estas aleaciones no presentan la formabilidad requerida para el conformado avanzado de depósitos colectores a temperatura ambiente.

Los procedimientos previos no han sido capaces de satisfacer la necesidad largamente anhelada de depósitos colectores que puedan ser sometidos a soldadura fuerte y que puedan conformarse en formas complicadas. De acuerdo con la presente invención se proporciona un procedimiento para fabricar tales depósitos colectores, mediante las etapas expuestas en las reivindicaciones adjuntas.

Para que se produzca con éxito una formación de alta calidad se necesitan invariablemente alargamientos a la rotura superiores al 20%. Para obtener una formabilidad muy buena, en los procesos de la técnica actual se somete el tocho de material de lámina chapada de soldadura fuerte a un tratamiento de homogeneización a alta temperatura. El tratamiento de homogeneización genera una microestructura que tras una laminación en caliente y en frío y un recocido, si se efectúan correctamente, aumenta la formabilidad de la tira de aleación. Durante la homogeneización, la mayor parte del manganeso presente en la aleación se precipita para formar grandes partículas dispersas, por lo que se pierde parte del potencial de resistencia ofrecido por el manganeso en solución sólida. La resistencia a la corrosión de las aleaciones de la serie AA3XXX también puede verse afectada negativamente por el tratamiento de homogeneización. La homogeneización y el recocido también suponen un coste adicional del material si se compara con sólo un precalentamiento antes de la laminación en caliente. Por lo tanto es deseable evitar la homogeneización y el recocido en las aleaciones cuya finalidad sea el uso para depósitos colectores en intercambiadores de calor.

Para obtener un alargamiento elevado en la condición de entrega, se suministra el material en temple O totalmente blando o a veces en temple H112, es decir, en condición recocida. Esta operación también aumenta el coste del material para el intercambiador de calor. Al producir un depósito colector para intercambiador de calor mediante el procedimiento de la presente invención, no es necesario homogeneizar la aleación del tubo, lo que permite una formación eficiente de tubos de aleación de aluminio no homegeneizados. Adicionalmente, no es preciso recocer la pieza en tocos antes de la formación, lo que hace que el procedimiento sea aún más económico.

La presente invención proporciona un procedimiento para producir un depósito colector para intercambiador de calor que comprende las etapas de proporcionar un tubo que tenga un núcleo fabricado con una aleación de aluminio de la serie AA3XXX; precalentar opcionalmente el tubo; insertar el tubo dentro de una herramienta de formación que tenga una cavidad de formación con la forma del depósito colector final; taponar los extremos del tubo; calentar el tubo a la temperatura de formación si no se ha precalentado suficientemente el tubo, y presurizar internamente el tubo mediante el uso de un gas para hacer que se adapte a la forma de la cavidad de la herramienta; y refrigerar el depósito colector. Este procedimiento permite producir eficientemente depósitos colectores fabricados con una aleación de aluminio de la serie AA3XXX.

Al utilizar un material para el tubo que no haya sido homogeneizado, pueden obtenerse mejores propiedades de corrosión y mecánicas. Un tubo que no ha sido recocido contribuye a una reducción del coste y a una carga

ambiental reducida. Por lo tanto, un depósito colector de una aleación de la serie AA3XXX no homogeneizada, producido de acuerdo con el procedimiento de la presente invención, tendrá una mayor resistencia y una resistencia a la corrosión mejorada en comparación con un depósito colector embutido fabricado con la correspondiente aleación de la serie AA3XXX pero homogeneizada.

- 5 El núcleo del tubo puede tener al menos un chapado hecho de una aleación de aluminio, para aumentar la cobresoldabilidad. Tras la formación del depósito colector conformado, pueden efectuarse en el mismo ranuras para tubos o conexiones, para facilitar la fabricación de un intercambiador de calor.

La presión de gas utilizada durante la formación puede ser preferiblemente superior a 85 bar, para obtener una formación eficiente del tubo contra la cavidad de formación de la herramienta.

- 10 Si se desea puede aplicarse una presión axial en los extremos de los tubos durante la formación de los mismos, para introducir material dentro de la cavidad de formación durante la formación.

Adicionalmente, pueden formarse conexiones, roscas o anclajes en el extremo del tubo durante la formación del mismo, para facilitar el montaje del intercambiador de calor.

- 15 Pueden ser necesarias presiones superiores a 200 bar dependiendo de la forma del depósito y del grosor de la pieza en tosco de aluminio.

El tubo a partir del cual se forma el depósito colector puede fabricarse a partir de una pieza en tosco laminada de aleación de aluminio, que se suelda para producir el tubo. De esta manera puede proporcionarse efectivamente el tubo. Es particularmente ventajoso producir el tubo a partir de una pieza en tosco laminada de aluminio chapado de soldadura fuerte, dado que este es un procedimiento eficiente para obtener un tubo chapado de soldadura fuerte.

- 20 Los tubos de lámina de soldadura fuerte son muy costosos y extremadamente difíciles de extruir.

Alternativamente, puede fabricarse el tubo con una aleación de aluminio extruido, lo que resulta ventajoso en algunas situaciones, en particular cuando no se proporciona en el tubo el chapado de soldadura fuerte.

La presente invención proporciona adicionalmente un procedimiento preferido para producir un intercambiador de calor, en el cual se conecta el depósito colector a una pluralidad de tubos y aletas corrugadas insertadas entre los tubos, seguido por la soldadura fuerte de las aletas a los tubos.

- 25

La formación de metal en caliente por gas permite construir depósitos colectores de aluminio con formas casi arbitrarias para intercambiadores de calor a partir de aleaciones de la serie AA3XXX.

Los depósitos colectores para tales intercambiadores de calor tienen poco peso y pueden optimizarse a bajo coste en comparación con la tecnología competidora.

- 30 La eliminación de los depósitos de plástico facilita la recuperación de material. Puede variarse la geometría de la sección transversal del depósito dentro de unos límites mayores que con las técnicas competidoras de formación de aluminio, p. ej., hidroformación o embutido. Las pruebas de tensión efectuadas demuestran que la formabilidad del material para depósito colector aumenta significativamente cuando se aumenta la temperatura durante la formación, lo que significa que puede aumentarse el alargamiento a la rotura hasta un 100% cuando se aumenta la temperatura a 400°C, en comparación con el 20-30% a temperatura ambiente.

- 35

La geometría del depósito colector no está constreñida a la fabricación de intercambiadores de calor rectangulares - las formas irregulares son igualmente posibles. En particular, pueden formarse intercambiadores de calor no rectangulares con una gran flexibilidad en lo referente a la forma.

Los depósitos colectores fabricados con el procedimiento de acuerdo con la presente invención presentan una elasticidad muy elevada del material, que es superior a las técnicas de embutido o hidroformación utilizadas en la actualidad.

- 40

Los depósitos colectores facilitan la producción económica de intercambiadores de calor que permiten a los ingenieros de automoción rellenar más eficientemente el compartimento bajo el capó y al mismo tiempo ofrece posibilidades para optimizar el rendimiento del intercambio de calor.

- 45 Los depósitos colectores fabricados con el procedimiento de acuerdo con la presente invención pueden fabricarse utilizando materiales que tengan resistencias más elevadas y un mejor comportamiento ante la corrosión, y los materiales pueden ser fabricados de acuerdo con una ruta de proceso respetuosa con el medio ambiente con menos operaciones termomecánicas en comparación con la tecnología de la competencia.

Dibujos

A partir de la siguiente descripción detallada, en conjunto con los dibujos adjuntos, se comprenderán fácilmente las realizaciones de la presente invención. Las figuras de los dibujos adjuntos ilustran las realizaciones de la invención a modo de ejemplo y no a modo de limitación.

- 5 La FIG. 1 es una vista de un depósito colector para intercambiador de calor fabricado con el procedimiento de acuerdo con una realización de la presente invención.
- La FIG. 2 es una vista de un depósito colector para intercambiador de calor de la figura 1, girado 90°.
- La FIG. 3 es una selección de formas de sección transversal de tubos para depósitos colectores fabricados con el procedimiento de acuerdo con la presente invención.
- 10 La FIG. 4 muestra un dibujo esquemático de un intercambiador de calor no rectangular que comprende depósitos colectores producidos con el procedimiento de acuerdo con la presente invención.
- La FIG. 5 muestra una vista lateral de un intercambiador de calor en el cual el depósito colector está curvado a través de su eje longitudinal.

Descripción detallada de la invención

- 15 Los depósitos colectores son producidos mediante las siguientes etapas de proceso: i) producción de una lámina de soldadura fuerte de acuerdo con las prácticas estándares de la industria, ii) soldado y posiblemente doblado de los tubos fabricados a partir de la lámina de soldadura fuerte, iii) formación de metal en caliente por gas del tubo en una herramienta cuyo interior está diseñado de acuerdo con el producto de depósito colector, iv) realización de ranuras para tubos de flujo y conexiones al resto del sistema intercambiador de calor.
- 20 Una lámina de soldadura fuerte consiste en un material de núcleo que puede estar chapado por uno o ambos lados superficiales de la lámina. El material de núcleo se elige dentro de la serie AA3XXX con temperaturas de fusión superiores a 610°C, p. ej. AA3003 o AA3005. El chapado de soldadura fuerte normalmente se elige entre las aleaciones hipoeutécticas con baja temperatura de fusión de la serie AA4XXX, p. ej. AA4343 y AA4045.
- 25 Adicionalmente, cualquiera de los lados, o ambos, pueden estar chapados con más de un material, lo que se denomina multichapado. Adicionalmente, en particular en los tubos y tiras para radiadores y calentadores, pero también para otros intercambiadores de calor, el chapado puede estar compuesto por un material que esté equilibrado electroquímicamente de tal modo que sea sacrificial frente al núcleo en ambientes corrosivos. Por lo tanto, el material de núcleo puede estar chapado por uno o ambos lados o por ninguno de los lados. Los chapados pueden tener una única capa o una capa doble en uno o en ambos lados, el chapado puede consistir en un suelda fuerte con una baja temperatura de fusión o en un chapado sacrificial o en un chapado que esté presente entre el suelda fuerte y el núcleo para reducir la interacción entre el suelda fuerte y el núcleo, p. ej. por difusión.
- 30 Los chapados se aplican al núcleo mediante laminación en caliente seguida de laminación en frío y los tratamientos térmicos necesarios para lograr los correctos temple intermedio y final antes del corte a la anchura correcta. Luego los productos fabricados a partir de la lámina de soldadura fuerte pueden soldarse con soldadura fuerte utilizando tanto soldadura fuerte en atmósfera controlada (CAB) o soldadura fuerte en vacío.
- 35 Las aleaciones de la serie 6XXX o 5XXX se utilizan comúnmente para productos que no están ideados para soldadura fuerte (con CAB). Estas aleaciones se utilizan para productos en los cuales se desea una elevada resistencia, tal como p. ej. detalles de construcción. Las aleaciones de la serie 6XXX o 5XXX reciben su resistencia a través del elevado contenido en Mg. La soldadura fuerte CAB de estas aleaciones es difícil debido a la reacción entre el manganeso y el fundente.
- 40 Los fabricantes de radiadores que utilizan la soldadura fuerte en atmósfera controlada (CAB) se enfrentan a dos problemas principales con los materiales de núcleo para colector disponibles previamente, a saber una resistencia mecánica demasiado baja y una resistencia a la corrosión demasiado baja. La AA6063, una aleación termotratable con un contenido en Mg del 0,7 % en peso aproximadamente, no se considera aceptable para la soldadura fuerte con el proceso de CAB. La AA6060, que contiene aproximadamente un 0,4-0,5 % de Mg en peso, puede ser soldada con soldadura fuerte, aunque requiere más fundente, un fundente especial y unas técnicas especiales de aplicación del fundente, y la resistencia tras la soldadura fuerte no es suficiente para algunas aplicaciones.
- 45 En las aleaciones AlMgSi se forman pequeños precipitados de Mg₂Si durante el envejecimiento, causando el aumento de la resistencia. Por lo tanto, la solución trivial para aumentar la resistencia sería aumentar los contenidos en Mg y Si, permitiendo una mayor formación de Mg₂Si. Sin embargo, dado que el Mg reacciona con el fundente durante la soldadura fuerte y esto limita la cantidad de Mg, las aleaciones que tienen un contenido en Mg de más del
- 50

0,4 % son difíciles de soldar con CAB de manera efectiva. Además, la AA6060 y la AA6063 mencionadas anteriormente presentan normalmente una baja resistencia a la perforación por corrosión debido p. ej. a la corrosión intergranular.

5 Las aleaciones de la serie 3XXX con un máximo de 0,4% de Mg aproximadamente pueden ser soldadas con CAB. Con el procedimiento de la presente invención se superan las dificultades para formar aleaciones de la serie 3XXX con la forma deseada. Por lo tanto el procedimiento de la presente invención permite elegir aleaciones de la serie 3XXX para los depósitos colectores, lo que resulta en la posibilidad de soldar con CAB el depósito colector en una etapa posterior.

10 De acuerdo con la presente invención uno de los productos intermedios en la producción de un depósito colector es un tubo. Para poder hacer un tubo a partir de una lámina de soldadura fuerte, chapada o no chapada, es necesario fabricar un tubo soldado a partir de la misma. El procedimiento de soldeo en sí puede ser una soldadura por inducción, MIG, TIG, soldadura mediante batido por fricción o cualquier otro procedimiento adecuado de soldadura.

15 El tubo puede tener una geometría circular, elíptica, cuadrada, rectangular, triangular o cualquier otra geometría de sección transversal simétrica o asimétrica adecuada. Puede fabricarse el tubo con una geometría y dimensión de la sección transversal tanto constante como variable a lo largo del mismo, dependiendo de las exigencias del cliente. Es recomendable, aunque no siempre necesario, elegir una sección transversal para evitar unos requisitos de deformación excesivos en el subsiguiente procesamiento. Además, si se suelda el tubo de tal modo que la geometría de la sección transversal sea constante a todo lo largo, la elasticidad del material es teóricamente del 100% en la operación de soldadura que es seguida por una operación de corte a la medida.

20 Los intercambiadores de calor utilizados en la industria automovilística normalmente tienen un forma rectangular. Esto ha resultado en una limitación en lo referente a las posiciones adecuadas para el montaje del intercambiador de calor en el coche. En algunas situaciones un intercambiador de calor con forma circular, doblada o escalonada, o incluso con forma irregular, sería ideal para el montaje en el espacio disponible bajo el capó, o para utilizar el espacio disponible bajo el capó de la mejor manera posible para optimizar el rendimiento del intercambiador de calor.

25 En tales situaciones puede ser deseable proporcionar un intercambiador de calor que tenga una forma que se adapte al espacio disponible en el coche, o que se adapte a un patrón de flujo deseado. Tal intercambiador de calor precisará un depósito colector a la medida. El procedimiento de la presente invención permite formar depósitos colectores de cualquier forma deseada en las tres dimensiones. Algunas formas concebibles son por ejemplo forma de anillo, forma de S, forma de L o forma de C. El depósito colector puede estar curvado o doblado a lo largo de su eje longitudinal y/o a través de su eje longitudinal. Los tubos de flujo han de ser sujetados en una línea a lo largo del depósito colector, lo que significa que todo el intercambiador de calor debe adoptar una forma de sección transversal que se corresponda con la forma del depósito colector.

30 Por lo tanto, puede darse la necesidad de un intercambiador de calor con forma no rectangular, p. ej. circular, por razones de colocación bajo el capó, rendimiento del intercambio de calor o simplemente por personalizar un producto. Esta necesidad puede cubrirse doblando el tubo soldado, fabricado a partir de lámina chapada de soldadura fuerte, a una forma con un radio de curvatura adecuado. Alternativamente, puede necesitarse un depósito colector con forma de S, de trapecio, o irregular.

35 Cuando hay que producir un depósito doblado o curvado, puede doblarse el tubo a una forma previa adecuada antes de la formación en caliente por gas. El doblado del tubo puede llevarse a cabo utilizando cualquier procedimiento de doblado que sea adecuado para la forma particular a producir. El doblado puede efectuarse a temperatura ambiente o elevada para ajustarse a las necesidades de la forma particular requerida para el depósito colector final.

40 El tubo, soldado y doblado de acuerdo a la demanda del cliente, se calienta opcionalmente mediante cualquier procedimiento adecuado, p. ej. horno, llama o inducción o utilizando una herramienta calentada. El calentamiento por inducción o por llama tiene la ventaja de que la aplicación térmica puede estar localizada en regiones seleccionadas del tubo. Esto puede emplearse como medio para variar las propiedades mecánicas en regiones seleccionadas, ya que es sabido que la temperatura del material es decisiva a la hora de afectar a propiedades tales como el límite elástico, la carga última de rotura, el alargamiento a la rotura y la formabilidad. Dependiendo del tipo de aleación, temple, grosor de la lámina y de la deformación necesaria para fabricar el depósito colector, la temperatura de formación deseada puede variar entre 250°C y 550°C.

45 Se coloca el tubo dentro de una herramienta de formación, de tal modo que las superficies internas de la herramienta se correspondan con la geometría externa del depósito colector final. La herramienta puede estar fría (p. ej. a temperatura ambiente), en cuyo caso debe precalentarse el tubo, pero preferiblemente se calienta la herramienta a una temperatura elevada adecuada, ya sea antes o durante la formación. La elección de la temperatura de la herramienta y del tubo se determina según las propiedades mecánicas y de formabilidad del material del tubo y de la geometría final del depósito colector.

Subsiguientemente, se taponan los extremos del tubo y se conecta el tubo a un sistema de gas a alta presión. Durante la formación el tubo está a una temperatura de entre 250°C y 550°C. Esta temperatura de formación puede lograrse precalentando el tubo a esta temperatura antes de insertarlo dentro de la cavidad de formación, o precalentando la herramienta antes de insertar el tubo en la misma, o calentando la herramienta durante la formación, p.ej. por inducción. La presión de gas aumenta dentro del tubo, el cual responde al aumento de presión deformándose. Se aumenta la presión hasta que el tubo se ha adaptado a las superficies de la herramienta. La presión final concreta y la velocidad de aumento de la presión de gas quedan determinados por, entre otras cosas, las propiedades mecánicas de la aleación del tubo a esa temperatura, el grosor de la pared del tubo, la forma final del depósito colector y el grado de deformación que precise el tubo para obtener la forma deseada.

Tras la formación, puede ventilarse el gas a alta presión y retirarse de la herramienta el producto conformado. El gas puede ser aire, nitrógeno, gases inertes u otra sustancia gaseosa adecuada. La presión durante la formación es bastante baja, mucho más baja que la empleada, p. ej., durante la hidroformación. Un límite superior aproximado de 250 bar debería ser suficiente para formar el material de aleación de aluminio con fines de intercambiador de calor a la forma deseada. Debido a la presión limitada durante la formación del depósito, la herramienta de formación utilizada en la producción de depósitos colectores puede estar fabricada con materiales distintos a los que se usan en las herramientas utilizadas en los procedimientos de formación previos. Una vez que la formación ha finalizado, puede enfriarse el producto formado ya sea con aire o con agua.

También es posible introducir material dentro de la herramienta aplicando una presión axial en los extremos del tubo durante la formación. Esto puede ser beneficioso para conseguir una menor variación del grosor de la pared del tubo tras la formación o para evitar la rotura del tubo en aquellas formas de tubo muy exigentes que requieran grandes deformaciones locales, p. ej. cerca de un radio o esquina agudos.

Para evitar que el tubo se pegue a las superficies de la herramienta puede ser necesario aplicar un agente de desmoldeo o un lubricante de alta temperatura. La aplicación puede llevarse a cabo tanto sobre el tubo como sobre las superficies de la herramienta y puede aplicarse antes de formar cada nuevo tubo, o en forma de un recubrimiento que no precise ser repuesto salvo en raras ocasiones.

Existen diversas maneras de producir las ranuras necesarias para la inserción de los tubos, las conexiones y las sujeciones. Un modo es procesar el producto formado mediante gas caliente punzonando las ranuras ya sea individualmente o varias o todas en un punzonado. También pueden fresarse o taladrarse los agujeros y las ranuras o formarlos mediante el uso de cualquier técnica adecuada sobre el producto formado por gas caliente. Alternativamente, los agujeros pueden ser punzonados durante etapas posteriores del proceso de formación mediante gas caliente, cuando se ha obtenido la forma final del tubo y cuando la presión del gas caliente puede proporcionar apoyo desde el interior del tubo para evitar un colapso como resultado de la acción de punzonado. Pueden fijarse unas sujeciones al producto formado mediante gas caliente a través de cualquier medio adecuado, p. ej. remachado, soldadura fuerte, soldadura o pegado. La elección del procedimiento de fijación depende de las necesidades del cliente, los costes permitidos, el rendimiento, y si la fijación debe llevarse a cabo antes o después de la soldadura fuerte. Puede formarse el depósito colector con indentaciones para facilitar la formación de ranuras en el depósito colector, de lo cual se muestra un ejemplo en la Fig. 2.

Para proporcionar la entrada de gas en el tubo durante la formación por gas caliente, al menos uno de los tapones en el extremo del tubo tiene una abertura unida al sistema de gas a presión. Antes de utilizar el depósito en una aplicación de intercambiador de calor debe cerrarse la abertura. Esto puede hacerse de varias maneras. En primer lugar, puede taponarse un extremo abierto del tubo sujetando las conexiones de entrada y de salida para el medio de intercambio de calor, tanto si es líquido como gaseoso. En segundo lugar, puede cerrarse mediante un sello que puede cobresoldarse, soldarse o pegarse en esa posición o sujetarse por cualquier otro medio adecuado. Alternativamente, se puede apretar y cerrar el extremo y llenar los huecos y hendiduras que queden con un material de relleno metálico o polimérico adecuado para asegurar un cierre libre de fugas. La aplicación de tales sellantes se lleva a cabo utilizando cualquier procedimiento adecuado.

Para facilitar una fácil conexión de tuberías o manguitos es concebible formar roscas sobre el extremo de un tubo en el cual puede enroscarse la tubería. Alternativamente pueden formarse anclajes para la sujeción de manguitos mediante abrazaderas.

Descripción de una realización preferida

Para una mejor comprensión de la invención, a continuación se ofrece un ejemplo de cómo llevar a cabo la invención.

Se suelda una lámina de aluminio de 3 mm de grosor, formada por una aleación AA3003 chapada con AA4343, para formar un tubo de 40 mm de diámetro. Se predobla el tubo a la forma de acuerdo con la figura Y, y se pone dentro de una herramienta de forma similar precalentada a 500°C. La herramienta ha sido lubricada con un lubricante sólido

- 5 capaz de soportar la temperatura de formación sin descomponerse. Se taponan los extremos del tubo y se aplica una fuerza mediante cilindros hidráulicos para evitar que las dos partes de la herramienta se separen. Se aplica un gas al interior del tubo a través de uno de los tapones y se aumenta la presión de 0 a 200 bar. Tras unos segundos a máxima presión, se libera la presión, se retira de la herramienta el tubo formado y se refrigera pulverizando agua sobre el mismo. Se punzonan ranuras en donde se requieran las conexiones.

Ahora el tubo ya tiene la forma final del depósito colector con ranuras y protuberancias preformadas. A continuación pueden montarse en el depósito las aletas y los tubos de flujo del intercambiador de calor y se sueldan con soldadura fuerte para formar un intercambiador de calor.

REIVINDICACIONES

- 1.- Un procedimiento para producir un depósito colector para un intercambiador de calor, que comprende las etapas de:
 - a) proporcionar un tubo que tenga un núcleo fabricado con una aleación de aluminio del tipo AA3XXX;
 - 5 b) opcionalmente precalentar el tubo;
 - c) insertar el tubo dentro de una herramienta de formación que tenga una cavidad de formación con la forma del depósito colector final;
 - d) taponar los extremos del tubo;
 - 10 e) calentar el tubo a la temperatura de formación, si no se ha precalentado suficientemente el tubo, y presurizar internamente el tubo mediante el uso de gas de tal modo que se adapte a la forma de la cavidad de la herramienta, obteniendo así el depósito colector final;
 - f) retirar el depósito colector de la herramienta;
 - g) refrigerar el depósito colector.
- 15 2.- Procedimiento para producir un depósito colector para un intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual el material utilizado para el tubo no ha sido homogeneizado.
- 3.- Procedimiento para producir un depósito colector para un intercambiador de calor de acuerdo con las reivindicaciones 1 ó 2, en el cual el tubo no ha sido recocido.
- 4.- Procedimiento para producir un depósito colector para un intercambiador de calor de acuerdo con la reivindicación 2, en el cual el núcleo del tubo tiene al menos un chapado hecho de una aleación de aluminio.
- 20 5.- Procedimiento para producir un depósito colector para un intercambiador de calor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el cual se efectúan unas ranuras para tubos o conexiones en el depósito colector conformado, durante la formación, o subsiguientemente a la formación.
- 6.- Procedimiento para producir un depósito colector para un intercambiador de calor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el cual la presión de gas utilizada es superior a 85 bar.
- 25 7.- Procedimiento para producir un depósito colector para un intercambiador de calor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el cual se aplica una presión axial a los extremos del tubo durante la formación del mismo.
- 8.- Procedimiento para producir un depósito colector para un intercambiador de calor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el cual se forman roscas o anclajes en el extremo del tubo durante la formación del mismo.
- 30 9.- Procedimiento para producir un depósito colector para un intercambiador de calor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, en el cual en la etapa a) se proporciona un tubo fabricado a partir de una pieza en tocos soldada.
- 10.- Procedimiento para producir un depósito colector para un intercambiador de calor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones previas, teniendo el intercambiador de calor una forma no rectangular.
- 35 11.- Un procedimiento para producir un intercambiador de calor, que comprende las etapas de:
 - producir un depósito colector por medio del procedimiento de las reivindicaciones 1-10
 - proporcionar aberturas para tubos de flujo en el depósito colector
 - conectar una pluralidad de tubos de flujo al depósito colector en las aberturas
 - 40 insertar aletas entre los tubos de flujo
 - soldar las aletas a los tubos de flujo con soldadura fuerte.

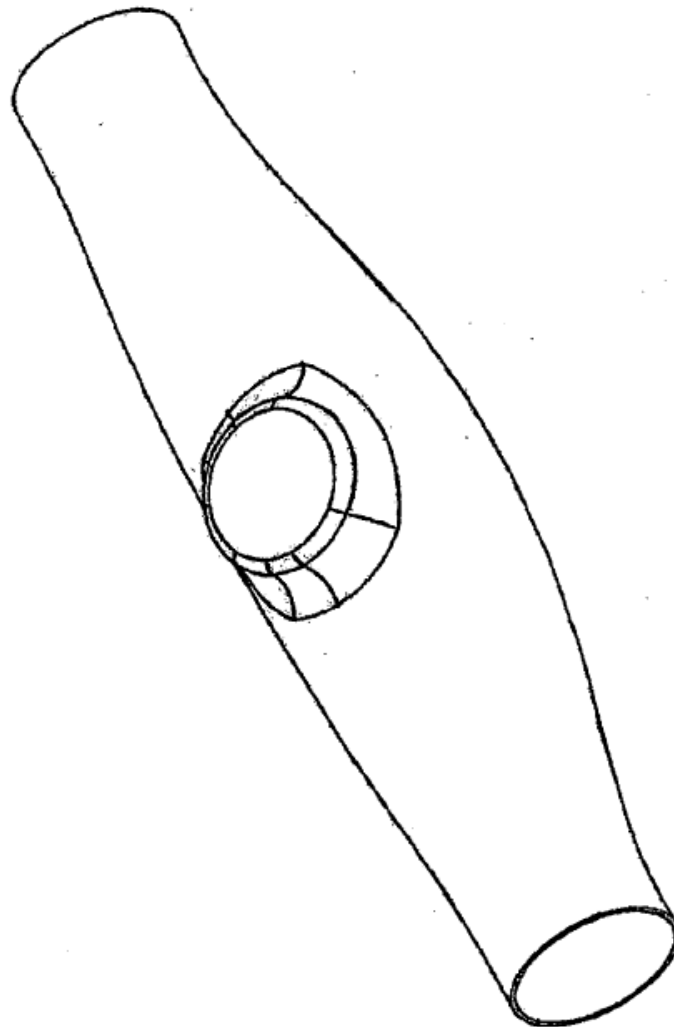


Fig. 1

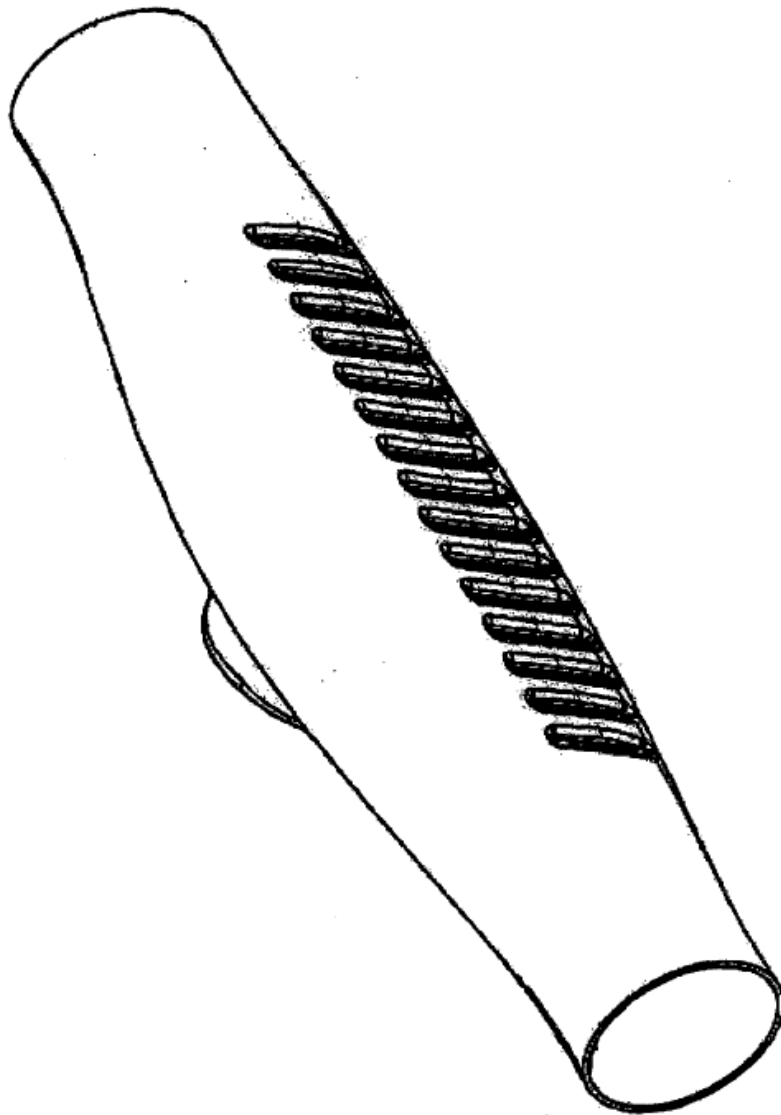


Fig. 2

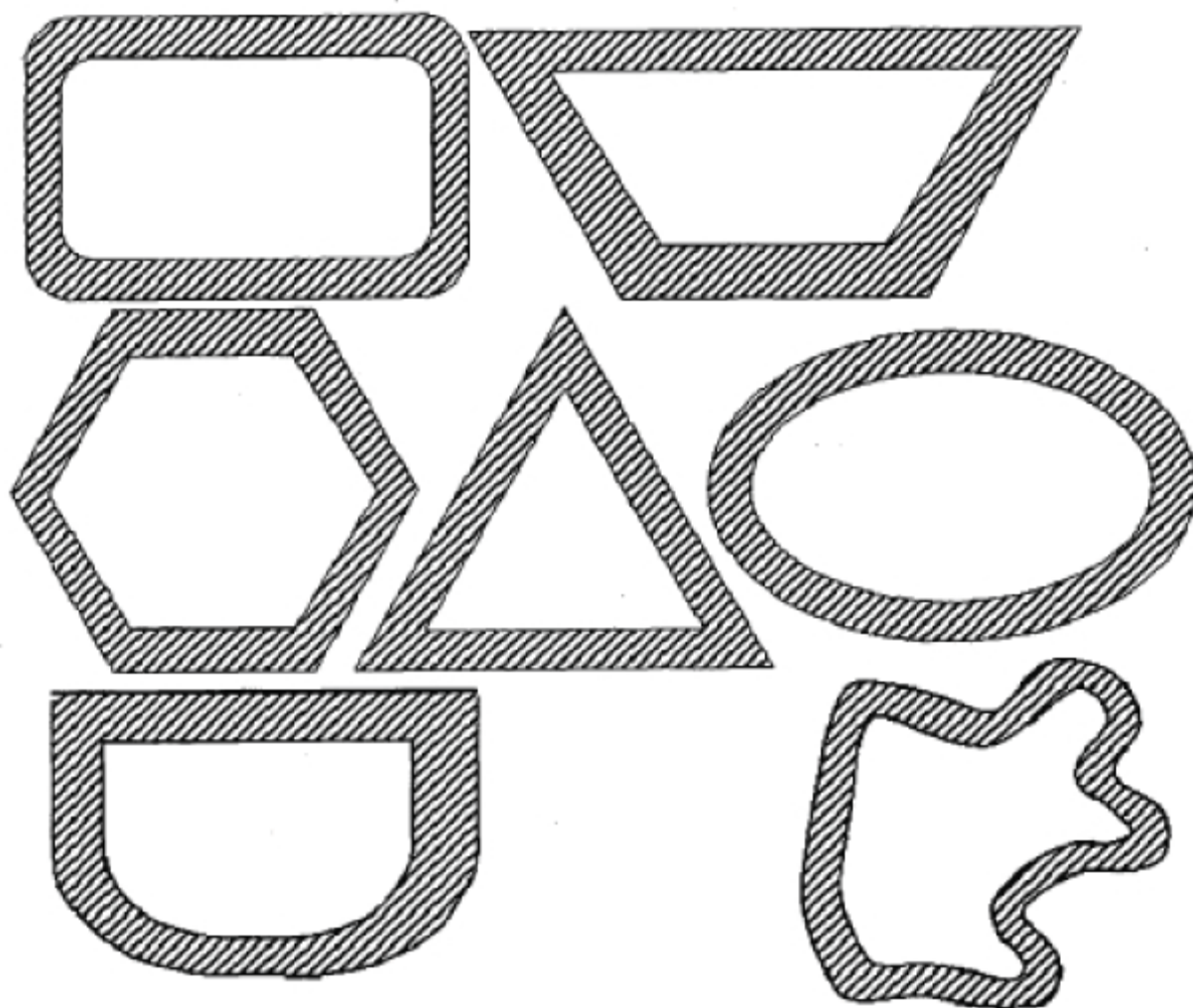


Figura 3

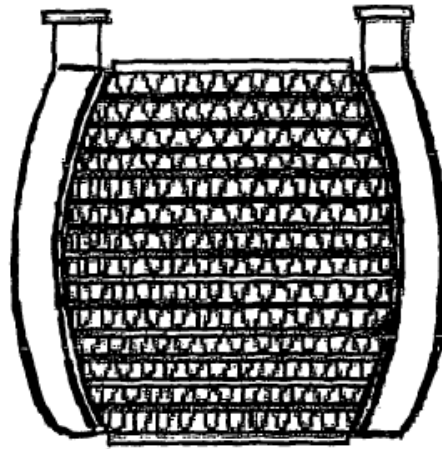


Fig. 4



Fig. 5