

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 982 491**

51 Int. Cl.:

<b>B23K 9/00</b>	(2006.01)
<b>B23K 9/028</b>	(2006.01)
<b>B23K 31/02</b>	(2006.01)
<b>B23K 33/00</b>	(2006.01)
<b>B23K 37/053</b>	(2006.01)
<b>F28D 7/16</b>	(2006.01)
<b>F28F 9/18</b>	(2006.01)
<b>B23K 101/06</b>	(2006.01)
<b>B23K 101/14</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.02.2021 PCT/EP2021/000014**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **16.09.2021 WO21180355**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.02.2021 E 21705880 (9)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.04.2024 EP 4117849**

54 Título: **Procedimiento de producción para uniones soldadas entre tubos interiores y placas de soporte de tubos de un haz de tubos para un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto mediante un dispositivo auxiliar y dispositivo auxiliar para un procedimiento de producción de este tipo**

30 Prioridad:  
**11.03.2020 DE 102020001599**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**16.10.2024**

73 Titular/es:  
**GEA TDS GMBH (100.0%)  
Voss Strasse 11-13  
31157 Sarstedt, DE**

72 Inventor/es:  
**WINKING, KEVIN;  
HILLER, CARSTEN;  
JÄCKERING, WOLFGANG;  
SPEEMANN, RALF;  
SCHMIED, ANDREAS y  
TACKE, LUDGER**

74 Agente/Representante:  
**ROEB DÍAZ-ÁLVAREZ, María**

ES 2 982 491 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

5 Procedimiento de producción para uniones soldadas entre tubos interiores y placas de soporte de tubos de un haz de tubos para un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto mediante un dispositivo auxiliar y dispositivo auxiliar para un procedimiento de producción de este tipo

## Campo técnico

10 La invención se refiere a un procedimiento de producción para uniones soldadas entre tubos interiores y placas de soporte de tubos de un haz de tubos para un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto mediante un dispositivo auxiliar (véase la reivindicación 1), en donde la placa de soporte de tubos respectiva se suelda con su cara frontal dirigida a los tubos interiores. El procedimiento de producción se lleva a cabo de manera en sí conocida con las siguientes etapas: (i) orientar los tubos interiores con los orificios interiores del lado de placa asociados, dispuestos en la placa de soporte de tubos de tal manera que los tubos interiores y los orificios interiores del lado de  
15 placa quedan alineados entre sí; (ii) bloquear entre sí el tubo interior respectivo y la placa de soporte de tubos en una posición inicial no soldada con un arrastre de forma que es efectivo radialmente y en direcciones opuestas, en donde se predetermina más de un orificio interior del lado de placa y, con ello, se establece un patrón de ocupación de tubo patrón está determinado por la placa de soporte de tubos para tubos interiores asociados, dispuestos en paralelo entre sí; (iii) bloquear de manera inamovible un número necesario en cada caso de tubos interiores en su totalidad  
20 correspondientemente al patrón de ocupación de tubos entre sí y en el arrastre de forma respectivo con la placa de soporte de tubos por medio del dispositivo auxiliar.

25 La invención se refiere además a un dispositivo auxiliar para un procedimiento de producción de este tipo, un haz de tubos soldado con un procedimiento de producción de este tipo y un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto con al menos un haz de tubos de este tipo, véanse las reivindicaciones 3, 8 y 11.

## Estado de la técnica

30 En la industria de los alimentos y las bebidas se utilizan lo más diversos tipos de intercambiadores de calor para tratar térmicamente los productos alimenticios. La elección respectiva, por ejemplo intercambiadores de calor de placas o de tubos en sus más diversas formas de realización, depende del producto alimenticio que se va a tratar. El intercambiador de calor de tubos es adecuado para productos de baja viscosidad tal como leche y otros productos lácteos, bebidas y zumos, así como para productos de viscosidad media a alta tal como concentrados, sopas o postres y además para productos de este tipo que incluyen además fibras y/o pulpa. Por regla general, para el tratamiento  
35 térmico el producto fluye a través de los llamados tubos interiores y alrededor de estos tubos interiores fluye un medio portador de calor, por ejemplo vapor o agua, preferentemente en contracorriente, desde el exterior en una carcasa que rodea los tubos interiores, preferentemente un tubo envolvente.

40 Una forma de realización especialmente eficiente desde el punto de vista energético de los intercambiadores de calor de tubos conocidos es el denominado intercambiador de calor de haz de tubos (véase la **figura 1**). Este se compone de una pluralidad de haces de tubos (**figuras 2a, 2b, 3**), cada uno de los cuales presenta varios tubos interiores conectados en paralelo con una entrada común y una salida común para el producto. El grupo respectivo de tubos interiores o un denominado conjunto de tubos interiores está rodeado por el tubo envolvente, que en sus extremos está provisto en cada caso de una pieza de conexión para un medio caloportador que desemboca radialmente dentro  
45 o fuera de este tubo envolvente. El medio portador de calor fluye a través del tubo envolvente, preferentemente en contracorriente con respecto al flujo del tubo en los tubos interiores, un flujo de producto.

50 Los tubos interiores penetran por ambos lados y en cada caso en el lado de extremo en un orificio interior del lado de placa en una denominada placa de soporte de tubos (**figura 3**) y están unidos en cada caso por su extremo de tubo con la placa de soporte de tubos, concretamente en la cara frontal alejada de los tubos interiores (lado delantero de la placa de soporte de tubos), preferentemente mediante una costura de soldadura circular circunferencial. En lugar de una unión soldada también son posibles otras uniones con arrastre de materia con o sin material adicional. Por lo tanto, entre el lado exterior del tubo interior y el correspondiente orificio interior del lado de placa en la placa de soporte de tubos existe una ranura anular circunferencial, que se extiende desde el punto de conexión cohesivo circunferencial  
55 entre el tubo interior y la placa de soporte de tubos a través del soporte de tubos. La placa se extiende hacia un espacio interior para el haz de tubos o el tubo sobre el que actúa el medio caloportador. Este espacio anular circunferencial no es crítico siempre que el medio de transferencia de calor siga siendo exclusivamente un medio de transferencia de calor tal como agua o vapor y no sea sustituido por un producto alimenticio.

60 No obstante, si en un intercambiador de calor de haz de tubos debe tener lugar una denominada transferencia de calor de producto a producto, por razones de una eficiencia de transferencia de calor mejorada, entonces la hendidura anular circunferencial mencionada anteriormente se vuelve crítica, ya que en este caso el producto puede atascarse. En el mejor de los casos, este producto sólo puede limpiarse mediante una limpieza por sobredosificación especialmente intensiva y duradera en el flujo, la llamada limpieza CIP (CIP: limpieza in situ), con el objetivo de  
65 convertir la ranura anular circunferencial en una limpieza microbiológicamente estado no crítico para el posterior viaje del producto.

Particularmente en sistemas de transferencia de calor operados de forma regenerativa, en los que, por ejemplo, el calor generado durante el enfriamiento de un producto final se utiliza para precalentar un producto que aún debe ser tratado, se sabe que la transferencia de calor de un producto a otro (P-P) da como resultado la transferencia de calor de un producto a otro. El medio de transferencia de calor a producto (P-W-P) logra una mayor eficiencia energética o rentabilidad porque la transferencia de calor se mejora mediante una mayor diferencia de temperatura logarítmica, así como mayores velocidades de flujo de las corrientes de producto ( mayor número de Reynolds) y de este modo se pueden reducir las superficies de intercambio de calor. Los números de Reynolds más altos también permiten crear haces de tubos con longitudes de tubo más largas, lo que resulta en reducciones de costos.

En la forma conocida, los intercambiadores de calor de haz de tubos sólo son adecuados para el intercambio de calor de producto a producto desde un punto de vista sanitario o incluso aséptico, a costa de una limpieza excesiva. Por lo tanto, se propuso (documento **JP 2020 117 121**), en el lado posterior de la placa de soporte de tubos, es decir, en la cara frontal de la placa de soporte de tubos dirigida a los tubos interiores, para realizar una soldadura de costura circular adicional para cerrar el espacio anular crítico contra la penetración del producto. Una desventaja de una respectiva costura de soldadura circular circunferencial en la parte delantera y también en la parte posterior de la placa de soporte de tubos es que entre las dos costuras de soldadura circulares o las otras dos uniones unidas se forma un espacio anular cerrado o una ranura anular, lo que representa un riesgo. para la seguridad alimentaria si las soldaduras circulares o las uniones cohesivas no están exentas de defectos o poros. Un control a este respecto es difícil o imposible en absoluto. Entonces existe el riesgo de que en el espacio anular cerrado se depositen microorganismos que puedan volver a contaminar un producto posterior.

Por el documento **DE 23 41 808 A1** (que divulga características y etapas de los preámbulos de las reivindicaciones 1, 3, 8 y 11) se conoce un intercambiador de calor con placas de cabeza opuestas con orificios, en donde los orificios unen los tubos interiores asociados de manera congruente entre sí. El diámetro del tubo interior es el mismo que el diámetro de las placas de cabeza respectivas. La placa de cabeza está configurada en forma de saliente en la zona periférica del orificio y hacia el tubo interior. El saliente y el tubo interior están unidos entre sí mediante una soldadura a tope a lo largo de todo el espesor de pared de tubo interior, realizándose la soldadura a tope como soldadura orbital desde el interior del tubo interior. El tubo interior se bloquea con respecto a la placa de cabeza durante el proceso de soldadura mediante medios de retención adecuados.

En el documento **US 2 996 600 A**, en el marco de un intercambiador de calor de tubos se describe una unión soldada entre un tubo y una placa de soporte de tubos. El tubo tiene un diámetro interior que corresponde al diámetro de un orificio asignado al tubo en la placa de soporte de tubos. El tubo y la placa de soporte de tubos se sueldan entre sí de tal manera que el diámetro interior del tubo y el diámetro del orificio estén alineados. La alineación y centrado necesarios a este respecto del tubo en la placa de soporte de tubos se consigue mediante un rebaje en la placa de soporte de tubos, en el que encaja el tubo. También se describe una inversión de este principio, en la que en el extremo de tubo que se va a conectar está previsto un rebaje que encierra un estrechamiento que rodea desde el exterior el orificio de la placa de soporte de tubos. La respectiva zona de arrastre de forma entre el tubo y la placa de soporte de tubos se suelda en una sola capa y de forma continua desde el interior radial hasta el exterior radial utilizando una herramienta de soldadura que gira orbitalmente, comenzando desde el interior del diámetro interior del tubo y el orificio de la placa de soporte de tubos.

Por el documento **FR 2 349 395 A** se conoce un dispositivo para sujetar un tubo en una base de tubos mediante la llamada soldadura de orificio interno, en donde el tubo se inserta en un orificio en la base de tubo a una distancia determinada y se inserta un electrodo de soldadura dentro del orificio y del tubo, que se implementa con respecto al borde del tubo y el orificio un movimiento giratorio en el tubo. El resultado es una costura de soldadura que conecta todo el espesor de pared de tubo con un área de esquina de la placa tubular sólida que mira hacia la tubería.

En el documento **WO 2014 060 425 A1** o el documento **US 2015/267 973 A1** se divulgan una amplia variedad de sugerencias sobre cómo se puede diseñar la unión en cuestión entre un tubo interior y una placa de soporte de tubos de un haz de tubos de un intercambiador de calor de haz de tubos evitando al mismo tiempo un espacio anular circunferencial entre el lado exterior del tubo interior y el orificio de la placa de soporte de tubos.

En el documento **DE 15 01 463 A** se divulga un dispositivo para el montaje horizontal de intercambiadores de calor, en el que un haz de tubos sostenido entre sí mediante soportes, cuyos tubos desembocan con sus extremos de tubo en orificios asociados en de una base de tubos, se insertan en una camisa del intercambiador de calor que está abierta por ambos lados. Obviamente, los soportes permanecen sobre y dentro del haz de tubos, incluso después del montaje y funcionamiento del intercambiador de calor.

No se describen las características para empotrar los tubos del haz de tubos en la placa de tubos ni la conexión (por ejemplo, uniones soldadas) con la misma. Se puede partir de que los tubos individuales del haz de tubos son empujados a través de orificios asignados en la placa tubular y están unidos por los extremos abiertos de los tubos con la cara frontal opuesta a los tubos de la placa tubular. Como ya se ha comentado anteriormente, las uniones soldadas crean a este respecto una ranura anular crítica entre el diámetro exterior del tubo respectivo y el diámetro interior del orificio de alojamiento en la placa tubular.

Las características del estado de la técnica mencionadas anteriormente están dentro del contexto de la configuración de una unión soldada entre tubo interior y placa de soporte de tubos (documento **US 2 996 600**) así como un soporte o dispositivo auxiliar con el que se mantienen unidos los tubos de un haz de tubos (documento **DE 15 01 463 A**), en combinación entre sí, son genéricos para el objeto de la presente invención.

Partiendo del estado de la técnica mencionado anteriormente, el objetivo de la presente invención es crear un procedimiento de producción de tipo genérico que, mediante un dispositivo auxiliar, asegura una unión soldada entre los tubos interiores y la placa de soporte de tubos de un haz de tubos para un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto, segura, dimensionalmente precisa y de alta calidad reproducible desde un punto de vista higiénico y sanitario. Además, el objetivo de la invención es proporcionar un dispositivo auxiliar para llevar a cabo el procedimiento de producción de acuerdo con la invención.

### Sumario de la invención

Este objetivo se consigue mediante un procedimiento de producción con las características de la reivindicación 1. Una configuración ventajosa del procedimiento de producción de acuerdo con la invención es objeto de la reivindicación dependiente asociada. Un dispositivo auxiliar de acuerdo con la invención para un procedimiento de producción de este tipo es objeto de la reivindicación independiente 3. Formas de realización ventajosas del dispositivo auxiliar se describen en las reivindicaciones dependientes asociadas. Un haz de tubos de acuerdo con la invención es objeto de la reivindicación dependiente 8. Configuraciones ventajosas del haz de tubos se reivindican en las reivindicaciones dependientes asociadas. Un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto de acuerdo con la invención con al menos un haz de tubos de este tipo es objeto de la reivindicación dependiente 11.

Desde el punto de vista de la técnica de procedimientos, la invención se basa en un procedimiento de producción de uniones soldadas entre tubos interiores y placas de soporte de tubos de un haz de tubos para un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto mediante un dispositivo auxiliar, en donde la placa de soporte de tubos respectiva se suelda con su cara frontal dirigida a los tubos interiores, llevado a cabo con las siguientes etapas (i) a (iii) en sí conocidas:

- (i) orientar los tubos interiores con los orificios interiores del lado de placa asociados, dispuestos en la placa de soporte de tubos de tal manera que los tubos interiores y los orificios interiores del lado de placa quedan alineados entre sí, es decir, sus ejes de rotación discurren coaxialmente.
- (ii) Bloquear entre sí el tubo interior respectivo y la placa de soporte de tubos en una posición inicial no soldada con un arrastre de forma que es efectivo radialmente y en direcciones opuestas, en donde se predetermina más de un orificio interior del lado de placa y, con ello, se establece un patrón de ocupación de tubo patrón está determinado por la placa de soporte de tubos para tubos interiores asociados, dispuestos en paralelo entre sí.  
El bloqueo radial funciona en ambas direcciones, el bloqueo axial se limita a que el tubo interior se apoya en la placa de soporte de tubos en una dirección y se puede soltar de ella en la dirección opuesta.
- (iii) Bloquear de manera inamovible un número  $n$  necesario en cada caso de tubos interiores en su totalidad correspondientemente al patrón de ocupación de tubos entre sí y en el arrastre de forma respectivo con la placa de soporte de tubos por medio del dispositivo auxiliar.  
Al especificar más de un orificio interior, la placa de soporte de tubos determina un patrón de ocupación de tubos para la disposición de tubos interiores asignadas dispuestas paralelas entre sí. El número  $n$  de tubos interiores posibles es dos o más, prefiriéndose una disposición con  $n = 7$  tubos interiores, de los cuales uno está dispuesto centralmente en la placa de soporte de tubos y los otros están distribuidos uniformemente en un único círculo primitivo que discurre concéntricamente hacia el centro de la placa de soporte de tubos. El dispositivo auxiliar sirve para bloquear de manera inamovible los tubos interiores entre sí.

La idea inventiva básica en el procedimiento de producción de acuerdo con la invención es proporcionar una solución no sólo para un único tubo interior, como se divulga en el estado de la técnica, en el sentido del planteamiento del objetivo, sino también una solución para un grupo o un conjunto de tubos interiores que discurren paralelos entre sí para proponer un procedimiento de soldadura continuo que recorre uno tras otro todos los tubos interiores del conjunto.

El objetivo en el que se basa la invención se consigue según el procedimiento de producción mediante las siguientes etapas adicionales (iv) a (viii).

- (iv) presionar la cara frontal de la placa de soporte de tubos en la dirección de los ejes longitudinales de tubo interior de los tubos interiores contra la cara frontal de los tubos interiores durante la duración de las soldaduras para todos los tubos interiores con un primer arrastre de forma, que es efectivo radial así como axialmente y en direcciones opuestas en cada caso que, en donde el orificio interno del lado de placa y un orificio interior del lado de tubo del tubo interior presentan diámetros interiores de igual tamaño. Mediante la presión se evita o minimiza la formación de hendiduras no deseadas entre las caras frontales de los tubos interiores y la placa de soporte de tubos, que pueden ser provocadas por el aporte de calor durante la soldadura.
- (v) Bloquear de manera inamovible el número  $n$  necesario respectivo de tubos interiores en su totalidad

correspondientemente al patrón de ocupación de tubos entre sí por medio de un segundo arrastre de forma del dispositivo auxiliar, que está diseñado de manera separable.

El segundo arrastre de forma prescinde preferentemente de un componente de arrastre de fuerza, en donde esta configuración comprende también un tubo interior central, dado el caso presente.

- 5 (vi) Realizar una costura de soldadura circular circunferencial de manera orbital, partiendo del orificio interior del lado de placa y del lado de tubo, en una sola capa y de manera continua desde el interior radialmente hasta el exterior radialmente, en donde al menos una profundidad de arrastre de forma axial del primer arrastre de forma se cubre por una anchura de costura de soldadura de la costura de soldadura circular circunferencial.
- 10 La soldadura se realiza preferentemente sin material adicional y bajo una atmósfera de gas protector adecuada a los materiales a unir. La profundidad de encaje axial se adapta al ancho de costura de soldadura resultante de las condiciones de soldadura y espesor de pared dadas. La profundidad del encaje axial no debe exceder un posible ancho de costura de soldadura. Una costura de soldadura circular circunferencial es una costura de soldadura autónoma, es decir, sin interrupciones locales.
- 15 (vii) Soldar los tubos interiores con la placa de soporte de tubos uno por uno.  
Una vez alcanzada la posición de disposición de los tubos interiores, que queda fijada de manera inamovible mediante el dispositivo auxiliar, se realizan todas las uniones soldadas pertinentes.
- (viii) Separar y retirar el dispositivo auxiliar de la disposición de tubos soldada.

20 Para minimizar las tensiones del material durante el proceso de soldadura en todas las uniones soldadas, se proporciona una secuencia de soldadura tal que, si está presente, primero un tubo interior dispuesto centralmente en la placa de soporte de tubos y a continuación los tubos interiores externos dispuestos en un paso. circule alrededor del tubo interior central, cada uno en direcciones opuestas. Secuencia a la que se suelda la placa de soporte de tubos.

25 En términos de tecnología de dispositivos, la invención se basa en un dispositivo auxiliar para un procedimiento de producción de uniones soldadas entre tubos interiores y placas de soporte de tubos de un haz de tubos para un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto, estando diseñada la unión soldada en de una manera en sí conocida de la siguiente manera:

- 30 • El tubo interior con su orificio interior del lado de tubo está unido en un plano en perpendicular al eje longitudinal de tubo interior con una cara frontal de la placa de soporte de tubos en forma de disco dirigida a los tubos interiores, que presenta un orificio interior del lado de placa.
- El orificio interior del lado de tubo y el orificio interior del lado de placa presentan diámetros interiores de igual tamaño y están alineados entre sí.
- 35 • En una posición inicial no soldada, el tubo interior y la placa de soporte de tubos están bloqueados mutuamente entre sí mediante un primer arrastre de forma de forma que es efectivo radial así como axialmente y en cada caso en direcciones opuestas.
- Una costura de soldadura circular circunferencial está realizada de manera orbital, partiendo del orificio interior en el lado de tubo, en una sola capa y de manera continua desde el interior radialmente hasta el exterior radialmente.
- 40 • Una anchura de costura de soldadura de la costura de soldadura circular circunferencial cubre al menos una profundidad de arrastre de forma axial del primer arrastre de forma.

El objetivo en el que se basa la invención se consigue con un dispositivo auxiliar de acuerdo con la invención para el procedimiento de producción de acuerdo con la invención mediante las siguientes características.

- 45 • En el marco del dispositivo auxiliar están previstas una primera y una segunda mitad de anillo de retención, que forman un anillo cerrado.
- Las mitades de anillo de retención se tocan en un plano de separación que pasa por un centro del dispositivo auxiliar, y en el plano de separación las mitades de anillo de retención forman una segunda forma fija entre sí.
- 50 • Al especificar más de un orificio interior la placa de soporte de tubos previsto en la misma determina un patrón de ocupación de tubos para la disposición de tubos interiores dispuestas paralelas entre sí.
- El patrón de ocupación de los tubos se reproduce en las mitades de anillo de retención de tal manera que tubos interiores dispuestos uniformemente distribuidos en un único círculo primitivo están encerrados en cada caso como máximo en la mitad por las mitades de anillo de retención, en donde la abertura está dirigida al contorno circundante hacia el centro de las mitades de anillo de retención. Estas condiciones se cumplen dimensionando apropiadamente un diámetro interior de las mitades de anillo de retención cerradas formando un anillo, dependiendo el dimensionamiento del número de tubos interiores situados en el círculo primitivo.
- 55 • El plano de separación discurre también por al menos un eje longitudinal de tubo interior que se encuentra sobre el círculo primitivo. Esto asegura que las mitades de anillo de retención puedan encerrar y asegurar completamente todos los tubos interiores y que después de que todos los tubos interiores hayan sido soldados a la placa de soporte de tubos, sea posible aflojar y retirar las mitades de anillo de retención de la disposición de tubería soldada.
- 60 • Están previstos medios de retención, que encajan de manera desplazable en las mitades de anillo de retención en cada caso en el perímetro de las mitades de anillo de retención están orientados en forma de estrella hacia el centro.
- Los medios de retención son tangentes a ambos lados en cada caso a tubos interiores adyacentes, dispuestos en el círculo primitivo.
- 65 • Los medios de retención con su cara frontal respectiva dirigida al centro bloquean, en caso necesario, un tubo

interior dispuesto en el centro y quedan bloqueados en esta posición en sí en cada caso de manera separable.

Un dispositivo auxiliar de acuerdo con la invención diseñado de acuerdo con las características anteriores es adecuado para alojar, de acuerdo con lo previsto, disposiciones de tubos con al menos dos tubos interiores.

5 Es suficiente que el segundo arrastre de forma fije la primera y la segunda mitad de anillo de retención entre sí en dirección radial. Las mitades de los anillos de retención se fijan adecuadamente en la dirección axial una respecto de la otra mediante las mitades primera y segunda de los anillos de retención que están unidas entre sí de forma desmontable por un medio de conexión dispuesto en la circunferencia de las mitades primera y segunda de los anillos de retención, por ejemplo un tornillo de conexión, que están dispuestos diametralmente uno respecto del otro.

10 Si el dispositivo auxiliar está en posición cerrada y en esta posición fija un número determinado de tubos interiores para que puedan soldarse a la placa de soporte de tubos asignada de acuerdo con el procedimiento de producción de acuerdo con la invención, entonces los medios de retención que fijan los tubos interiores en el segundo arrastre de forma están fijados cada uno de ellos a través de un medio de bloqueo, por ejemplo un tornillo de bloqueo, que a su vez está fijado de manera inamovible en la mitad de anillo de retención asociada.

20 Una distribución de ocupación de tubos especialmente ventajosa se caracteriza porque están previstos siete tubos interiores, estando dispuesto un tubo interior coaxialmente en el centro del dispositivo auxiliar y seis tubos interiores distribuidos uniformemente en el círculo primitivo y porque el plano de separación discurre además a través de dos tubos interiores dispuestos diametralmente entre sí. En esta disposición, los ejes longitudinales de los tubos interiores de tres tubos interiores contiguos forman las esquinas de un triángulo equilátero, por lo que la distancia radial de todos los tubos interiores contiguos es la misma, ya que por regla general todos los tubos interiores tienen el mismo diámetro exterior. Bajo estas condiciones límite, la transferencia de calor y las condiciones de transferencia de calor son aproximadamente las mismas para todos los tubos interiores, aparte de las condiciones especiales de flujo alrededor del tubo interior central en comparación con los otros tubos interiores situados en el círculo primitivo.

25 Un desplazamiento parcial o total de la costura de soldadura circular circunferencial en la placa de soporte de tubos da como resultado, de manera conocida, un recorrido inestable de las secciones transversales de conexión desde la sección transversal de conexión relativamente pequeña del tubo interior hasta la sección transversal maciza del soporte de tubo. lámina. Un rumbo así es desfavorable en términos de fuerza.

30 Con el procedimiento de producción de acuerdo con la invención y el dispositivo auxiliar de acuerdo con la invención para uniones soldadas entre tubos interiores y placas de soporte de tubos se consigue la producción de un haz de tubos, que se compone de una pluralidad de tubos interiores, para un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto de acuerdo con el planteamiento de objetivos de acuerdo con la invención es posible y también puede evitarse el recorrido desfavorable de la sección transversal comentado anteriormente. Esto se consigue porque la unión soldada está configurada como una costura de soldadura circular circunferencial y la placa de soporte de tubos, separada radialmente exteriormente de la costura de soldadura circular circunferencial, presenta del lado de placa una escotadura anular en forma de ranura circular que se extiende circunferencialmente, que está diseñado de tal manera que la escotadura a soldar con la costura de soldadura circular circunferencial el espesor de pared de la placa de soporte de tubos adopta un valor que se encuentra entre una y dos veces el espesor de la pared del tubo.

35 La presente invención prevé que el procedimiento de producción de uniones soldadas entre tubos interiores y placas de soporte de tubos se lleve a cabo con un dispositivo auxiliar de acuerdo con la invención con sus formas de realización propuestas.

40 El procedimiento de producción de acuerdo con la invención y el dispositivo auxiliar de acuerdo con la invención se basan en la unión soldada de acuerdo con la invención entre tubos interiores y placas de soporte de tubos del haz de tubos para un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto. Esta unión soldada garantiza que se evite el espacio anular circunferencial entre el diámetro exterior del tubo interior y el diámetro interior del correspondiente orificio interior del lado de placa, que se analizó anteriormente y que es crítico desde un punto de vista higiénico y sanitario.

45 La presente invención pretende además optimizar en el marco de otra configuración el haz de tubos de acuerdo con la invención producido con la unión soldada de acuerdo con la invención. Esta configuración se caracteriza fundamentalmente por

- 50 • que el tubo interior con su orificio interior del lado de tubo está unido en un plano en perpendicular al eje longitudinal de tubo interior con una cara frontal de la placa de soporte de tubos en forma de disco dirigida a los tubos interiores, que presenta un orificio interior del lado de placa,
- 55 • que el orificio interior del lado de tubo y el orificio interior del lado de placa presentan diámetros interiores de igual tamaño y están alineados entre sí,
- 60 • que en una posición inicial no soldada, el tubo interior y la placa de soporte de tubos están bloqueados mutuamente entre sí mediante un primer arrastre de forma de forma que es efectivo radial así como axialmente y en cada caso en direcciones opuestas,
- 65

- que una costura de soldadura circular circunferencial está realizada de manera orbital, partiendo del orificio interior del lado de placa y del lado de tubo, en una sola capa y de manera continua desde el interior radialmente hasta el exterior radialmente,
- que una anchura de costura de soldadura de la costura de soldadura circular circunferencial incluye al menos una profundidad de arrastre de forma axial del primer arrastre de forma y
- que la costura de soldadura circular circunferencial está colocada de modo que la anchura de costura de soldadura encaja como máximo en la profundidad de arrastre de forma en la placa de soporte de tubos, visto desde el lado del tubo interior.

Si la costura de soldadura circular circunferencial se coloca de tal manera que la anchura de la costura de soldadura encaje en la placa de soporte de tubos como máximo la profundidad de arrastre de forma, visto desde el lado del tubo interior, la placa de soporte de tubos sólo necesita ser avellanado o perforado con el diámetro exterior del tubo interior y con una profundidad máxima de arrastre de forma. Mediante esta configuración cuantitativa se garantiza que entre el diámetro exterior del tubo interior y el orificio interior de la placa de soporte de tubos ya no quede ningún espacio que no quede puentado por la costura de soldadura circular circunferencial. Una depresión con una profundidad menor que la de arrastre de forma desplaza parte de la anchura de la costura de soldadura circular circunferencial hacia una zona de tubería delante de la placa de soporte de tubos.

Otra propuesta conocida también proporciona una solución a la forma desfavorable de la sección transversal y, en particular, mejora las propiedades de resistencia ante cargas mecánicas y/o térmicas cambiantes. Prevé que la costura de soldadura circular circunferencial, basada en la placa de soporte de tubos, se posicione alejada de la placa de soporte de tubos mediante una distancia de arrastre de forma axial situada delante del primer arrastre de forma, estando la placa de soporte de tubos en esta zona estrechándose para un espesor de pared entre una y dos veces el espesor de pared de la tubería.

Además, la presente invención permite la producción de un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto con al menos un haz de tubos, que está soldado en cada caso según una de sus configuraciones propuestas.

**Breve descripción de los dibujos**

Una descripción más detallada de la invención resulta de la siguiente descripción y de las figuras adjuntas del dibujo, así como de las reivindicaciones. La invención se puede implementar en las más diversas configuraciones de un procedimiento de producción de tipo genérico. Además, la invención se implementa en las más diversas formas de realización de un dispositivo auxiliar de acuerdo con la invención para el procedimiento de producción de acuerdo con la invención. Un haz de tubos para un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto, soldado utilizando el procedimiento de producción para uniones soldadas entre tubos interiores y placas de soporte de tubos con el dispositivo auxiliar, así como un intercambiador de calor de producto a producto con al menos un haz de tubos, son también objeto de la invención. El procedimiento de producción, el dispositivo auxiliar, el haz de tubos y el intercambiador de calor de producto a producto se describen a continuación utilizando un ejemplo de realización preferido con referencia al dibujo. Muestran

- la **figura 1** una representación esquemática y en perspectiva de un intercambiador de calor de haz de tubos según el estado de la técnica;
- la **figura 2a** una representación en perspectiva de un haz de tubos según el estado de la técnica con varios tubos interiores y con una vista de una cara frontal (lado delantero) alejada de los tubos interiores y una cara frontal (lado trasero) de la placa de soporte de tubos dirigida a los tubos interiores;
- la **figura 2b** en una representación en perspectiva del haz de tubos de acuerdo con la **figura 2a** desde una dirección de observación contraria con respecto a la **figura 2a**;
- la **figura 3** en la sección meridional de un haz de tubos de acuerdo con la **figuras 2a, 2b** según el estado de la técnica, integrado en una carcasa para el suministro y extracción de un medio de transferencia de calor;
- la **figura 4** una sección meridional a través de una primera unión soldada entre un tubo interior y una placa de soporte de tubos en conexión con una herramienta de soldadura según el estado de la técnica;
- la **figura 4a** en una representación ampliada una segunda configuración alternativa a la configuración de la primera unión soldada de acuerdo con la **figura 4**, según el estado de la técnica;
- la **figura 4b** en una representación ampliada una tercera configuración alternativa a la configuración de la primera unión soldada de acuerdo con la **figura 4**, según el estado de la técnica;
- la **figura 5** una sección meridional a través de una unión soldada de acuerdo con la invención entre un tubo interior y una placa de soporte de tubos en combinación con una herramienta de soldadura en forma de una cuarta configuración de acuerdo con la invención;
- la **figura 6** una sección meridional a través de una quinta configuración alternativa a la configuración de la primera unión soldada de acuerdo con la **figura 4**, según el estado de la técnica;
- la **figura 7** una vista en perspectiva de una placa de soporte de tubos diseñada de acuerdo con la invención para siete tubos interiores;
- la **figura 7a** en una representación en perspectiva una sección meridional a través de la placa de soporte de tubos de acuerdo con un curso de corte en la **figura 7** señalado con "C-C";
- la **figura 7b** en una vista la sección meridional a través de la placa de soporte de tubos de acuerdo con la **figura 7a**;

- la **figura 8** una representación en perspectiva de una vista general de un dispositivo auxiliar cerrado sin tubos interiores de acuerdo con la invención;
- la **figura 9** en una representación en perspectiva una vista general del dispositivo auxiliar cerrado de acuerdo con la **figura 8** con tubos interiores bloqueados en el mismo y
- 5 la **figura 10** una vista del dispositivo auxiliar cerrado de acuerdo con la **figura 9** correspondientemente a una dirección de observación en la **figura 9** marcada con "G".

La **figura 1** muestra un ejemplo de realización de un intercambiador de calor de haz de tubos 100 según el estado de la técnica, en el que por regla general se conecta una pluralidad de haces de tubos 10 con codos de unión 5 en serie en cuanto a flujo. El haz de tubos 10 según el estado de la técnica se compone de un conjunto con varios tubos interiores 16 (véanse las **figuras 2a, 2b**), que discurren en paralelo entre sí y también están conectados en paralelo en cuanto al flujo, penetrando en cada caso en el lado de extremo en un orificio interior del lado de placa 17 en una primera y una segunda placa de soporte de tubos 12, 14 (**figura 3**), se apoyan allí y se sueldan circunferencialmente en su diámetro exterior de tubo del extremo de tubo en la cara frontal (lado delantero) de la placa de soporte de tubos 12, 14 dirigida a los tubos interiores 16. Cada conjunto de tubos interiores 16 está dispuesto en un tubo exterior o tubo de envolvente 15 (**figuras 1, 3**). Un producto, por ejemplo un producto alimenticio, pasa a través de los tubos interiores 16, y un denominado medio de transferencia de calor, por ejemplo agua o vapor, fluye alrededor del exterior de los tubos interiores 16 dentro del tubo exterior 15. Las **figuras 2a, 2b** muestran además un espacio anular S, que se forma entre un diámetro exterior de cada tubo interior 16 y el orificio interior del lado de placa 17 asignado respectivamente dentro de la placa de soporte de tubos 12, 14 (**figura 3**).

El haz de tubos 10 conocido por el estado de la técnica (**figura 3**, solo están designados los componentes relevantes en este caso; véase también el documento **DE 94 03 913 U1**) consiste en su parte central, que se representa interrumpida, en el tubo exterior 15 (o carcasa exterior) que delimita un canal exterior 15\* con una brida de carcasa exterior en el lado del cojinete fijo, que no está etiquetada y está dispuesta en el lado izquierdo, y una brida de carcasa exterior en el lado del cojinete suelto, que no está etiquetada y está dispuesta en el lado derecho. A este último se une una primera carcasa con una segunda entrada 22 y una segunda carcasa con una segunda salida 24, en el lado del cojinete fijo, a la brida exterior de la camisa. Un número n de tubos interiores 16, que se extienden axialmente paralelos al tubo exterior 15 a través del canal exterior 15\* y juntos forman un canal interior 16\*, están en cada extremo de la placa de soporte de tubos izquierda 12, que forma parte de un soporte fijo y la placa de soporte de tubos derecha 14, que forma parte de un soporte flotante, apoyada y soldada en su diámetro exterior del tubo a través de una costura de soldadura circunferencial SN con la superficie frontal de la respectiva placa de soporte de tubos 12, 14 asociada mirando hacia los tubos interiores 16. Esta disposición general se inserta en el tubo exterior 15 a través de una abertura no especificada en la segunda carcasa y se sujeta junto con la segunda carcasa a través de una brida intercambiadora en el lado fijo del cojinete, que aloja una primera entrada 18, con la interposición de una junta en cada caso. El tubo interior 16, cuyo eje longitudinal de tubo interior está designado con R, presenta un orificio interior del lado de tubo 16a con un diámetro interior D. La placa de soporte de tubos 12, 14 del lado de apoyo fijo y del lado de apoyo flotante presentan respectivamente un eje de giro de placa A, que están dispuestos coaxialmente entre sí y que, a su vez, discurren coaxialmente con un tubo interior central 16 con respecto a su eje longitudinal de tubo interior R. La placa de soporte de tubos 14 en el lado de soporte flotante está unida con una pieza de conexión en el lado de soporte flotante, que recibe una primera salida 20.

Dependiendo de la disposición del haz de tubos 10 respectivo en el intercambiador de calor de haz de tubos 100 y su cableado respectivo, los tubos interiores 16, basándose en la posición mostrada, pueden ir de izquierda a derecha a la primera salida 20 a través de la primera entrada 18 o viceversa a partir de un primer producto P1, que va a ser tratado térmicamente. En el haz de tubos 10 adyacente en cada caso, que está unido en serie con el haz de tubos 10 descrito anteriormente a través del codo de unión 5, estas condiciones de entrada y salida se invierten correspondientemente.

Se puede actuar sobre el canal exterior 15\* mediante un medio de transferencia de calor tal como agua o vapor. En el denominado intercambio de calor de producto a producto, el medio portador de calor es un segundo producto P2. El flujo a través del canal exterior 15\* puede tener lugar desde la segunda entrada 22 a la segunda salida 24 o viceversa. Dependiendo de la orientación de la conducción de flujo en los tubos interiores 16 y en el canal interior 15\* se produce entonces un intercambio de calor en paralelo o en contracorriente.

En el caso de un intercambio de calor de producto a producto, la ranura anular S, que ya se describió en relación con las **figuras 2a, 2b**, la limpieza es crítica, porque el segundo producto P2, que puede penetrar en este caso durante el recorrido del producto, sólo puede limpiarse completamente mediante una limpieza CIP sobredosificada o, incluso en condiciones especialmente difíciles, no puede limpiarse lo suficiente hasta el siguiente recorrido del producto.

#### Uniones soldadas

La hendidura anular S divulgada en las **figuras 2a, 2b y 3** se elimina cuando la unión soldada entre el tubo interior 16 y la placa de soporte de tubos 12, 14 está diseñada como se muestra en una primera unión soldada en la **figura 4** y de manera en sí conocida. La primera unión soldada se caracteriza por que el tubo interior 16 con su orificio interior del lado de tubo 16a está unido en un plano en perpendicular al eje longitudinal de tubo interior R con una cara frontal

de la placa de soporte de tubos 12, 14 en forma de disco, dirigida al tubo interior 16, que presenta el orificio interior del lado de placa 17. El orificio interior del lado de tubo 16a y el orificio interior del lado de placa 17 presentan preferentemente diámetros interiores D de igual tamaño y están alineados entre sí. Una costura de soldadura circular circunferencial 36 está situada, basándose en la placa de soporte de tubos 12, 14, alejada de la placa de soporte de tubos 12, 14 mediante una distancia de arrastre de forma axial B2 aguas arriba de un primer arrastre de forma F1, en donde la placa de soporte de tubos 12, 14 en esta zona se estrecha hasta un espesor de pared de tubo d.

En una posición inicial no soldada, el tubo interior 16 y la placa de soporte de tubos 12, 14 están fijados entre sí mediante la primera unión positiva F1, que actúa radial y axialmente y en cada caso dirigida una contra otra. Para ello, el estrechamiento tubular de la placa de soporte de tubos 12, 14 presenta del lado de placa un rebaje interior 26 orientado coaxialmente con respecto al eje longitudinal de tubo interior R, que presenta en dirección axial una profundidad de arrastre de forma axial B1 y que rodea por el exterior y axialmente un rebaje exterior 32 en el lado de tubo, que tiene la profundidad de arrastre de forma B1.

Una herramienta de soldadura 40 se introduce en la dirección del eje longitudinal de tubo interior R en el orificio interior del lado de placa 17 hasta la posición prevista de la costura de soldadura 36 y con un electrodo de soldadura 42 orientado perpendicularmente al orificio interior del lado de placa y del lado de tubo 17, 16a realiza la costura de soldadura circular circunferencial 36 con un movimiento orbital U, en concreto preferentemente en una sola capa y de manera continua radialmente desde el interior hacia el exterior radialmente. En este caso, una anchura de costura de soldadura b de la costura de soldadura circular circunferencial 36 está configurada de tal manera que capta al menos la profundidad de unión axial B1 del primer encaje de forma F1.

En el transcurso de la soldadura individual y durante toda la secuencia de soldadura de todas las soldaduras para un conjunto de tubos interiores 16, que deben soldarse con la correspondiente placa de soporte de tubos 12, 14, los tubos interiores 16 y la placa de soporte de tubos 12, 14 se presionan entre sí con una fuerza de presión PR.

El tubo interior 16 utilizado con el diámetro interior D, el espesor de pared de tubo d y una longitud de tubo interior L es normalmente un tubo interior 16 delgado, de pared delgada, que está conectado a la placa de soporte de tubos 12, 14 generalmente maciza, que tiene se va a soldar una placa de espesor de pared B. Las respectivas dimensiones cuantitativas específicas dependen del tamaño del haz de tubos 10 y de su rendimiento de transferencia de calor y, por lo tanto, sólo pueden obtenerse de forma aproximada mediante las siguientes relaciones de dimensiones:

$$D/d > 10; L/D > 100 \text{ y } B/d > 10.$$

La **figura 4a** muestra una segunda unión soldada según el estado de la técnica entre el tubo interior 16 con el orificio interior 16a y la placa de soporte de tubos 12, 14 con el orificio interior del lado de placa 17 del mismo diámetro. En una posición inicial no soldada, el tubo interior 16 con el espesor de pared de tubo d y la placa de soporte de tubos 12, 14 están fijados entre sí mediante el primer arrastre de forma F1, que actúa radial y axialmente y en cada caso dirigidos uno contra el otro. Para ello, el estrechamiento tubular de la placa de soporte de tubos 12, 14 presenta con su distancia de arrastre de forma axial B2 aguas arriba un rebaje exterior del lado de placa 28, que está orientado coaxialmente con respecto al eje longitudinal de tubo interior R, que tiene un espesor de pared de rebaje a, que tiene en dirección axial la profundidad de arrastre de forma axial B1 y que se encuentra en un rebaje interior del lado de tubo 30, que tiene la misma profundidad de arrastre de forma B1, encaja por dentro y coaxialmente.

Una tercera unión soldada según el estado de la técnica entre el tubo interior 16 con el orificio interior del lado de tubo 16a y la placa de soporte de tubos 12, 14 con el orificio interior del lado de placa 17 del mismo diámetro está representada en la **figura 4b**. En este caso, para realizar el primer arrastre de forma F1, en el cuello de la placa de soporte de tubos 12, 14 solo existe el rebaje interno 26 del lado de placa, que rodea coaxialmente todo el espesor de pared de tubo d con la profundidad de arrastre de forma axial B1 en el exterior se extiende la dimensión radial del espesor de pared del estrechamiento, que se extiende a lo largo de la distancia axial de arrastre de forma B2 aguas arriba, el espesor de pared de tubo d excede el espesor de pared de la cavidad a.

La primera a tercera uniones soldadas de las **figuras 4, 4a y 4b** se caracterizan en cada caso además por que la costura de soldadura circular circunferencial 36, con respecto a la placa de soporte de tubos 12, 14, está situada alejada de la placa de soporte de tubos 12, 14 en la distancia de arrastre de forma axial aguas arriba del primer arrastre de forma F1, en donde la placa de soporte de tubos 12, 14 se estrecha en esta zona hasta con un espesor de pared de entre una y dos veces el espesor de pared de tubo d.

En una cuarta unión soldada de acuerdo con la invención (**figura 5**) y en una quinta unión soldada según el estado de la técnica (**figura 6**) para la realización del primer arrastre de forma F1, el tubo interior 16, que en su orificio interior del lado de tubo 16a presenta el mismo diámetro interior D que el orificio interior del lado de placa 17 en la placa de soporte de tubos 12, 14, engrana directamente en la superficie frontal la placa de soporte de tubos 12, 14 con todo el espesor de pared de tubo d y con la profundidad de arrastre de forma axial B1.

En la realización de acuerdo con la **figura 6** la profundidad de arrastre de forma axial B1 del rebaje interior del lado de

placa 26 es máxima, en concreto está dimensionada de tal manera que la anchura de costura de soldadura b necesaria cubre por completo la profundidad de bloqueo axial B1 y, por lo tanto, encaja por completo en la placa de soporte de tubos 12, 13, visto desde el lado del tubo interior 16. Esta situación se debe a que la costura de soldadura circular circunferencial 36 está colocada de modo que la anchura de costura de soldadura b encaja como máximo en la profundidad de arrastre de forma en la placa de soporte de tubos 12, 14, visto desde el lado del tubo interior 16.

En la realización de acuerdo con la invención de acuerdo con la **figura 5** la profundidad de arrastre de forma axial B1 del rebaje interior del lado de placa 26 está dimensionada de modo que la anchura de costura de soldadura b necesaria de la costura de soldadura circular circunferencial 36 se encuentra solo en parte dentro de la placa de soporte de tubos 12, 14 y la otra parte cubre una sección del tubo interior 16 que queda libre por el exterior.

Para evitar un perfil de sección transversal discontinuo, en el presente caso que cambia bruscamente, de los espesores de pared que se van a soldar, la cuarta unión soldada de acuerdo con la invención está modificada de acuerdo con la **figura 5** por lo tanto además con respecto a la quinta unión soldada según el estado de la técnica **figura 6**, por que la placa de soporte de tubos 12, 14, espaciada radialmente en el lado exterior de la costura de soldadura circular circunferencial 36, presenta una entalladura circunferencial, que se extiende axialmente, en forma de hendidura anular del lado de placa 34. En cuanto a su distancia radial con respecto a la costura de soldadura 36 y su anchura radial, esta está diseñada de modo que el espesor de pared de la placa de soporte de tubos 12, 14 que se va a soldar con la costura de soldadura circular circunferencial 36 adopta un valor que se encuentra entre una y dos veces el espesor de pared de tubo d (véanse también las **figuras 7a, 7b**).

#### Procedimiento

La configuración primera a quinta descritas en las **figuras 4, 4a, 4b, 5 y 6** de las uniones soldadas descritas se realiza de acuerdo con el objetivo con un procedimiento de producción de acuerdo con la invención por medio de un dispositivo auxiliar 50 de acuerdo con la invención (**figuras 8, 9 y 10**). El procedimiento de producción supone que la placa de soporte de tubos 12, 14 define un patrón de ocupación de tubería M especificando más de un orificio interior del lado de placa 17 (**figura 7**) para la disposición de los correspondientes tubos interiores 16 dispuestos paralelos entre sí. El respectivo eje de rotación de la placa A de la placa de soporte de tubos 12, 14 no tiene que estar cubierto necesariamente con un tubo interior 16. El límite limitador para un número n de tubos interiores 16 se da cuando un único círculo primitivo posible T (**figura 10**; con el dispositivo auxiliar propuesto 50 no se puede realizar una disposición de círculo primitivo múltiple) ya no puede alojar en los tubos interiores 16 dispuestos sobre el mismo en las condiciones de transferencia de calor requeridas (distancias necesarias entre los tubos interiores 16 entre sí).

El dispositivo auxiliar 50 fija el número requerido n de tubos interiores 16 completamente de acuerdo con el patrón de ocupación de tubería M entre sí y en la primera conexión positiva F1 respectiva con la placa de soporte de tubos 12, 14 por medio de un segundo arrastre de forma F2 (**figuras 9, 10**). Durante la duración de las soldaduras para

todos los tubos interiores 16, la placa de soporte de tubos 12, 14 se presiona contra los tubos interiores 16 en la dirección de los ejes longitudinales R del tubo interior con la fuerza de presión PR (**figura 9**; La placa de soporte de tubos 12, 14 no está representada) y los tubos interiores 16 están soldados uno tras otro a la placa de soporte de tubos 12, 14.

Una secuencia de soldadura ventajosa a este respecto prevé que, si está presente, primero se sueldan con el soporte de tubo primero el tubo interior central 16 y después los tubos interiores externos 16 dispuestos en el círculo primitivo T alrededor del tubo interior central 16, cada uno en orden opuesto. lámina 12, 14.

#### Dispositivo auxiliar

El dispositivo auxiliar 50 de acuerdo con la invención (**figuras 8, 9, 10**) permite una unión soldada diseñada de la siguiente manera:

- El tubo interior 16 con su orificio interior del lado de tubo 16a está unido en un plano en perpendicular al eje longitudinal de tubo interior R con una cara frontal de la placa de soporte de tubos 12, 14 en forma de disco dirigida a los tubos interiores 16, que presenta un orificio interior del lado de placa 17.
- El orificio interior del lado de tubo 16a y el orificio interior del lado de placa 17 presentan diámetros interiores D de igual tamaño y están alineados entre sí.
- En una posición inicial no soldada, el tubo interior 16 y la placa de soporte de tubos 12, 14 están fijados entre sí con el primer arrastre de forma F1, que es efectivo radial así como axialmente y en cada caso en direcciones opuestas.
- La costura de soldadura circular circunferencial 36 está realizada de manera orbital, partiendo del orificio interior del lado de placa y del lado de tubo 17, 16a, en una sola capa y de manera continua desde el interior radialmente hasta el exterior radialmente.
- La anchura de costura de soldadura b de la costura de soldadura circular circunferencial 36 cubre al menos la profundidad de arrastre de forma axial B1 del primer arrastre de forma F1.

El dispositivo auxiliar 50 se compone de una primera y una segunda mitad de anillo de retención 50.1, 50.2, que después de la unión entre sí forman un anillo cerrado. Las mitades de anillo de retención 50.1, 50.2 se tocan entre sí en un plano de separación E que discurre por un centro Z del dispositivo auxiliar 50, y en este plano de separación E las mitades de anillo de retención 50.1, 50.2 forman entre sí el segundo arrastre de forma F2 inamovible a través de un contorno del plano de separación 50.1a y un contracontorno del plano de separación 50.2a (**figuras 8, 10**).

Preferentemente, el segundo arrastre de forma F2 fija la primera y la segunda mitad de anillo de retención 50.1, 50.2 entre sí en dirección radial. Ventajosamente, la primera y segunda mitad de anillo de retención 50.1, 50.2 también están unidas entre sí de manera separable mediante un medio de unión 56 dispuesto en el perímetro de la primera y segunda mitad de anillo de retención 50.1, 50.2, por ejemplo un tornillo de unión, que están dispuestos diametralmente entre sí. Esto fija además el segundo arrastre de forma F2 orientado radialmente y evita el desplazamiento axial de las mitades de anillo de retención 50.1, 50.2 entre sí.

Al especificar más de un orificio interior del lado de placa 17 previsto en él, la placa de soporte de tubos 12, 14 determina el patrón de ocupación de tubos M para la disposición de los tubos interiores 16 dispuestas paralelas entre sí (**figuras 7, 7a, 7b**). El patrón de ocupación de los tubos M está representado en las mitades de anillo de retención 50.1, 50.2 de tal manera que los tubos interiores 16, que preferentemente están distribuidos uniformemente en el único círculo primitivo T, están encerrados cada uno como máximo en un lado por las mitades de anillo de retención 50.1, 50.2 (**figura 10**), estando la abertura del respectivo contorno envolvente dirigida a el centro Z del dispositivo auxiliar 50. El plano de separación E discurre además por al menos un eje longitudinal de tubo interior R de un tubo interior 16 que se encuentra sobre el círculo primitivo T. Están previstos medios de retención 52, por ejemplo, preferentemente pernos de sujeción cilíndricos, que encajan de forma desplazable en mitades de anillo de retención 50.1, 50.2 en dirección al eje longitudinal r del anillo de sujeción en el perímetro de mitades de anillo de retención 50.1, 50.2 y con un medio de retención de eje longitudinal r orientado en forma de estrella hacia el centro Z. Los medios de retención 52 tocan con su superficie lateral los tubos interiores 16 contiguos dispuestos en el círculo primitivo T por ambos lados. Además, los medios de retención 52, con sus respectivas caras frontales orientadas hacia el centro Z, fijan en caso necesario un tubo interior 16 dispuesto en el centro Z y están ellos mismos fijados de manera separable en esta posición (**figura 10**). Los medios de retención 52 están fijados de forma fija, preferentemente en cada caso mediante un medio de bloqueo 54 en la mitad de anillo de retención correspondiente 50.1, 50.2, preferentemente mediante un tornillo de bloqueo.

En el ejemplo de realización de una disposición de tuberías especialmente ventajosa de acuerdo con las **figuras 7, 7a, 7b** están previstos siete orificios interiores del lado de placa 17, en donde un orificio interior del lado de placa 17 se encuentra coaxialmente con el eje de rotación de placa A de la placa de soporte de tubos 12, 14 y seis orificios interiores del lado de placa 17 están dispuestos distribuidos equitativamente en el círculo primitivo T (**figuras 8, 9, 10**). En este caso, el plano de separación E discurre también a través de dos tubos interiores 16 o taladros interiores 17 del lado de placa (**figura 10**).

El bloqueo de los tubos interiores 16 en el dispositivo auxiliar 50 mediante medios de retención 52 también se puede realizar de una manera distinta a la descrita anteriormente, por ejemplo mediante accesorios móviles y fijables, que en la dirección axial desde el lado del dispositivo auxiliar 50 Entre los tubos interiores 16 se puede insertar un dispositivo auxiliar 50 anular, separable y separable, alejado de la placa de soporte de tubos 12, 14, que fija los tubos interiores 16 de manera inamovible entre sí. Cualquier configuración del dispositivo auxiliar 50, que fija de manera inamovible el conjunto de tubos interiores 16 entre sí durante la secuencia de soldadura mediante el segundo arrastre de forma F2 y ajusta los tubos interiores 16 en su totalidad en el primer arrastre de forma F1 con respecto al placa de soporte de tubos 12, 14 y presionarla contra ésta con la fuerza de presión PR, es posible realizar el procedimiento de producción de acuerdo con la invención para uniones soldadas entre tubos interiores 16 y placas de soporte de tubos 12, 14 de un haz de tubos 10 para un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto 100.

#### 50 Haz de tubos

La presente invención reivindica además un haz de tubos 10 para un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto 100, como se muestra a modo de ejemplo en su construcción básica en el estado de la técnica y en la **figura 3** en conexión con las **figuras 2a, 2b**. A diferencia de esta forma de realización conocida, la ranura anular crítica S se evita porque el haz de tubos 10 se suelda en esta zona mediante un procedimiento de producción para uniones soldadas entre los tubos interiores 16 y las placas de soporte de tubos 12, 14 según la reivindicación 1 o 2. la unión soldada está configurada como una costura de soldadura circular circunferencial 36 y la placa de soporte de tubos 12, 14, separada radialmente en el exterior de la costura de soldadura circular circunferencial 36, presenta un rebaje circular circunferencial, que se extiende axialmente, en forma de ranura anular del lado de placa 34. La escotadura 34 está diseñada de tal manera que el espesor de pared de la placa de soporte de tubos 12, 14 a soldar con la costura de soldadura circular 36 circunferencial adopta un valor que se encuentra entre una y dos veces el espesor de pared de tubo d.

La presente invención reivindica además un haz de tubos 10 para un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto 100, como se muestra a modo de ejemplo en su construcción básica en el estado de la técnica y en la **figura 3** en conexión con las **figuras 2a, 2b**. A diferencia de esta realización conocida, el espacio anular crítico

S se evita porque el haz de tubos 10 se realiza en esta zona usando el procedimiento de producción para uniones soldadas entre los tubos interiores 16 y las placas de soporte de tubos 12, 14 con un dispositivo auxiliar 50 según a una de las reivindicaciones 3 a 7.

- 5 El haz de tubos 10 soldado con el procedimiento de producción para uniones soldadas entre tubos interiores 16 y placas de soporte de tubos 12, 14 según la reivindicación 8 y con el dispositivo auxiliar 50 según la reivindicación 9, presenta una unión soldada que está diseñada de tal manera
- 10
- que el tubo interior 16 con su orificio interior del lado de tubo 16a está unido en un plano en perpendicular a un eje longitudinal de tubo interior R con una cara frontal de la placa de soporte de tubos 12, 14 en forma de disco, dirigida a los tubos interiores 16, que presenta un orificio interior del lado de placa 17,
  - que el orificio interior del lado de tubo 16a y el orificio interior del lado de placa 17 presentan diámetros interiores D de igual tamaño y están alineados entre sí,
  - que en una posición inicial no soldada, el tubo interior 16 y la placa de soporte de tubos 12, 14 están fijados entre sí con un primer arrastre de forma F1, que es efectivo radial así como axialmente y en cada caso en direcciones opuestas,
  - que una costura de soldadura circular circunferencial 36 está realizada de manera orbital, partiendo del orificio interior del lado de placa y del lado de tubo 17, 16a, en una sola capa de manera continua desde el interior radialmente hasta el exterior radialmente,
  - que una anchura de costura de soldadura b de la costura de soldadura circular circunferencial 36 incluye al menos una profundidad de arrastre de forma axial B1 del primer arrastre de forma F1 y
  - que la costura de soldadura circular circunferencial 36 está colocada de modo que la anchura de costura de soldadura b encaja como máximo en la profundidad de arrastre de forma B1 en la placa de soporte de tubos 12, 14, visto desde el lado del tubo interior 16.
- 15
- 20
- 25

La presente invención reivindica además un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto con al menos un haz de tubos 10, como se muestra a modo de ejemplo en su construcción básica en el estado de la técnica y en la **figura 3** en conexión con las **figuras 2a, 2b**. A diferencia de esta realización conocida, la hendidura anular crítica S se evita porque el haz de tubos 10 en esta zona está configurado según una de las reivindicaciones 8 a 10.

30

**Lista de símbolos de referencia de las abreviaturas usadas**

100	Intercambiador de calor de haz de tubos
5	codo de unión
10	haz de tubos
12	primera placa de soporte de tubos
14	segunda placa de soporte de tubos
15	tubo exterior (tubo envolvente)
15*	canal exterior
16	tubo interior
16a	orificio interior del lado de tubo
16*	canal interior
17	orificio interno del lado de placa
18	primera entrada
20	primera salida
22	segunda entrada
24	segunda salida
26	rebaje interior del lado de placa
28	rebaje exterior del lado de placa
30	rebaje interior del lado de tubo
32	rebaje exterior del lado de tubo
34	entalladura del lado de placa
36	costura de soldadura circular circunferencial
40	herramienta de soldadura
42	electrodo de soldadura
50	dispositivo auxiliar
50,1	primera mitad de anillo de retención
50,1a	contorno del plano de separación
50,2	segunda mitad de anillo de retención
50,2a	contracontorno del plano de separación
52	medio (perno) de retención

## ES 2 982 491 T3

54 medio (tornillo) de bloqueo  
56 medio (tornillo) de unión

A eje de rotación de placa  
B espesor de pared de placa  
B1 profundidad de arrastre de forma axial  
B2 distancia de arrastre de forma axial aguas arriba  
D diámetro interior  
E plano de separación  
F1 primer arrastre de forma  
F2 segundo arrastre de forma  
L longitud de tubo interior  
M patrón de ocupación de tubos  
P1 primer producto  
P2 segundo producto  
PR fuerza de presión  
R eje longitudinal de tubo interior  
S hendidura anular  
SN costura de soldadura  
T círculo primitivo  
U movimiento orbital  
Z centro

a espesor de pared de rebaje  
b anchura de costura de soldadura  
d espesor de pared de tubo  
n número (tubos interiores; orificios interiores)  
r eje longitudinal de medio de retención

$D/d > 10$  relación del diámetro interior de la lado de tubo del tubo interior con respecto al espesor de pared de tubo  
 $L/D > 100$  relación de la longitud de tubo interior con respecto al diámetro interior del lado de tubo del tubo interior  
 $B/d > 10$  Relación del espesor de pared de placa con respecto al espesor de pared de tubo

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de producción para uniones soldadas entre tubos interiores (16) y placas de soporte de tubos (12, 14) de un haz de tubos (10) para un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto (100) mediante un dispositivo auxiliar (50), en donde la placa de soporte de tubos (12, 14) se suelda con su cara frontal dirigida a los tubos interiores (16), que se lleva a cabo con las siguientes etapas (i) a (iii):

(i) orientar los tubos interiores (16) con los orificios interiores (17) del lado de placa asociados, dispuestos en la placa de soporte de tubos (12, 14) de tal manera que los tubos interiores (16) y los orificios interiores (17) del lado de placa quedan alineados entre sí;

(ii) fijar el tubo interior (16) respectivo y la placa de soporte de tubos (12, 14) entre sí en una posición inicial no soldada con un arrastre de forma que es efectivo radialmente y en direcciones opuestas, en donde se predefine más de un orificio interior (17) del lado de placa y, con ello, se establece un patrón de ocupación de tubos (M) a través de la placa de soporte de tubos (12, 14) para tubos interiores (16) asociados, dispuestos en paralelo entre sí;

(iii) bloquear de manera inamovible un número (n) necesario en cada caso de tubos interiores (16) en su totalidad correspondientemente al patrón de ocupación de tubos (M) entre sí y en el arrastre de forma respectivo con la placa de soporte de tubos (12, 14) por medio del dispositivo auxiliar (50),

**caracterizado** por las siguientes etapas adicionales (iv) a (viii):

(iv) presionar la cara frontal de la placa de soporte de tubos (12, 14) en la dirección de los ejes longitudinales de tubo interior (R) de los tubos interiores (16) contra la cara frontal de los tubos interiores (16) durante la duración de las soldaduras para todos los tubos interiores (16) con un primer arrastre de forma (F1) que es efectivo radial así como axialmente y en direcciones opuestas en cada caso,

en donde el orificio interior del lado de placa (17) y un orificio interior del lado de tubo (16a) del tubo interior (16) presentan diámetros interiores (D) de igual tamaño,

(v) bloquear de manera inamovible el número (n) necesario respectivo de tubos interiores (16) en su totalidad correspondientemente al patrón de ocupación de tubos (M) entre sí por medio de un segundo arrastre de forma (F2) del dispositivo auxiliar (50), que está diseñado de manera separable,

(vi) realizar una costura de soldadura circular circunferencial (36) de manera orbital, partiendo del orificio interior del lado de placa y del lado de tubo (17, 16a), en una sola capa y de manera continua desde el interior radialmente hasta el exterior radialmente, en donde al menos una profundidad de arrastre de forma axial (B1) del primer arrastre de forma (F1) se cubre por una anchura de costura de soldadura (b) de la costura de soldadura circular circunferencial (36),

(vii) soldar los tubos interiores (16) con la placa de soporte de tubos (12, 14) uno tras otro y

(viii) separar y retirar el dispositivo auxiliar (50) de la disposición de tubos soldada.

2. Procedimiento de producción según la reivindicación 1,

**caracterizado por**

que está previsto un orden de soldadura de modo que, en primer lugar

un tubo interior (16) dispuesto centralmente en la placa de soporte de tubos (12, 14) y a continuación los tubos interiores (16) externos dispuestos en un círculo primitivo (T) alrededor del tubo interior (16) central, se sueldan con la placa de soporte de tubos (12, 14) en cada caso en orden opuesto.

3. Dispositivo auxiliar (50) para un procedimiento de producción para uniones soldadas entre tubos interiores (16) y placas de soporte de tubos (12, 14) de un haz de tubos (10) para un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto (100), en donde la unión soldada está diseñada de manera en sí conocida de tal manera • que el tubo interior (16) con su orificio interior del lado de tubo (16a) está unido en un plano en perpendicular a un eje longitudinal de tubo interior (R) con una cara frontal de la placa de soporte de tubos (12, 14) en forma de disco, dirigida a los tubos interiores (16), que presenta un orificio interior del lado de placa (17),

- que el orificio interior del lado de tubo (16a) y el orificio interior del lado de placa (17) presentan diámetros interiores (D) de igual tamaño y están alineados entre sí,

- que en una posición inicial no soldada, el tubo interior (16) y la placa de soporte de tubos (12, 14) están fijados entre sí con un primer arrastre de forma (F1), que es efectivo radial así como axialmente y en cada caso en direcciones opuestas,

- que una costura de soldadura circular circunferencial (36) está realizada de manera orbital, partiendo del orificio interior del lado de placa y del lado de tubo (17, 16a), en una sola capa y de manera continua desde el interior radialmente hasta el exterior radialmente, y

- que una anchura de costura de soldadura (b) de la costura de soldadura circular circunferencial (36) cubre al menos una profundidad de arrastre de forma axial (B1) del primer arrastre de forma (F1),

**caracterizado por**

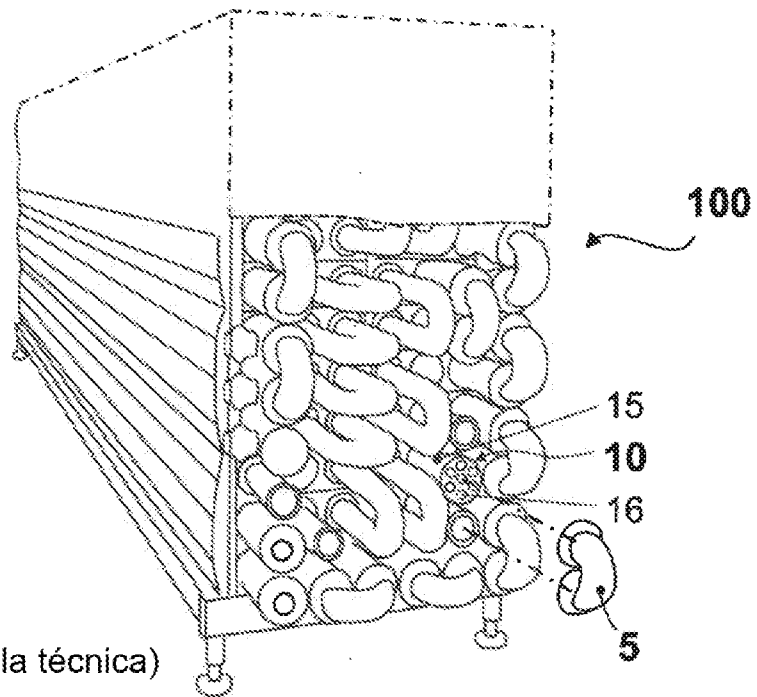
- que están previstas una primera y una segunda mitad de anillo de retención (50.1, 50.2), que forman un anillo cerrado,

- que las mitades de anillo de retención (50.1, 50.2) se tocan en un plano de separación (E), que discurre por un centro (Z) del dispositivo auxiliar (50), y que en el plano de separación (E) las mitades de anillo de retención (50.1, 50.2) forman entre sí un segundo arrastre de forma (F2) inamovible,

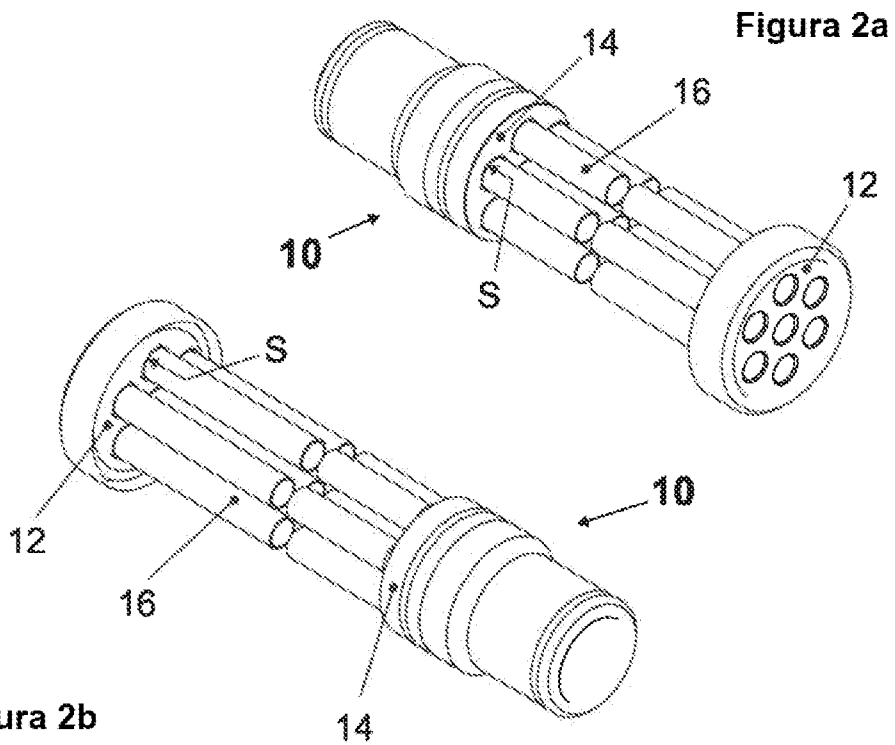
- que la placa de soporte de tubos (12, 14) establece un patrón de ocupación de tubos (M) para la disposición de tubos interiores (16) dispuestos en paralelo entre sí especificando más de un orificio interior del lado de placa (17),
  - que el patrón de ocupación de tubos (M) se reproduce en las mitades de anillo de retención (50.1, 50.2) de tal manera que tubos interiores (16) dispuestos uniformemente distribuidos en un único círculo primitivo (T) están encerrados en cada caso como máximo en la mitad por las mitades de anillo de retención (50.1, 50.2), en donde la abertura está dirigida al el contorno circundante hacia el centro (Z) de las mitades de anillo de retención (50.1, 50.2),
  - que el plano de separación (E) discurre adicionalmente por al menos un eje longitudinal de tubo interior (R) situado en el círculo primitivo (T),
  - que están previstos medios de retención (52), que encajan de manera desplazable en las mitades de anillo de retención (50.1, 50.2) en cada caso en el perímetro de las mitades de anillo de retención (50.1, 50.2) están orientados en forma de estrella hacia el centro (Z),
  - que los medios de retención (52) son tangentes en cada caso a tubos interiores (16) adyacentes, dispuestos en el círculo primitivo (T) y
  - que los medios de retención (52) con su cara frontal respectiva dirigida al centro (Z) bloquean, en caso necesario, un tubo interior (16) dispuesto en el centro (Z) y quedan bloqueados en esta posición en sí en cada caso de manera separable.
4. Dispositivo auxiliar (50) según la reivindicación 3,  
**caracterizado por**  
 que el segundo arrastre de forma (F2) bloquea la primera y la segunda mitad de anillo de retención (50.1, 50.2) entre sí en la dirección radial.
5. Dispositivo auxiliar (50) según la reivindicación 3 o 4,  
**caracterizado por**  
 que los medios de retención (52) están bloqueados de manera inamovible en cada caso mediante un medio de bloqueo (54) en la mitad de anillo de retención (50.1, 50.2) asociada.
6. Dispositivo auxiliar (50) según una de las reivindicaciones 3 a 5,  
**caracterizado por**  
 que la primera y segunda mitad de anillo de retención (50.1, 50.2) están unidas entre sí de manera separable mediante un medio de unión (56) dispuesto en la circunferencia de la primera y de la segunda mitad de anillo de retención (50.1, 50.2), que están dispuestos diametralmente uno con respecto a otro.
7. Dispositivo auxiliar (50) según una de las reivindicaciones 3 a 6,  
**caracterizado por**
- que están previstos siete tubos interiores (16), en donde un tubo interior (16) se encuentra coaxialmente en el centro (Z) y seis tubos interiores (16) están dispuestos distribuidos uniformemente en el círculo primitivo (T) y
  - que el plano de separación (E) discurre adicionalmente por dos tubos interiores (16) dispuestos diametralmente uno con respecto a otro.
8. Haz de tubos (10) para un intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto (100), con tubos interiores (16) y placas de soporte de tubos (12, 14), estas piezas soldadas mediante un procedimiento de producción para uniones soldadas entre tubos interiores (16) y placas de soporte de tubos (12, 14) según la reivindicación 1 o 2, caracterizadas por  
 que la unión soldada está realizada como una costura de soldadura circular circunferencial (36) y la placa de soporte de tubos (12, 14), separada radialmente en el lado exterior de la costura de soldadura circular circunferencial (36), presenta una entalladura del lado de placa (34) en forma de hendidura que se extiende axialmente, que está diseñada de modo que el espesor de pared de la placa de soporte de tubos (12, 14) que se va a soldar con la costura de soldadura circular circunferencial (36) adopta un valor que se encuentra entre una y dos veces el espesor de pared de tubo (d).
9. Haz de tubos (10) según la reivindicación 8,  
**caracterizado por**  
 que el procedimiento de producción para uniones soldadas entre tubos interiores (16) y placas de soporte de tubos (12, 14) se puede llevar a cabo con un dispositivo auxiliar (50) según una de las reivindicaciones 3 a 7.
10. Haz de tubos (10) según la reivindicación 8 o 9, con tubos interiores (16) y placas de soporte de tubos (12, 14) y con la unión soldada entre los tubos interiores (16) y las placas de soporte de tubos (12, 14), en donde la unión soldada está diseñada de tal manera
- que el tubo interior (16) con su orificio interior del lado de tubo (16a) está unido en un plano en perpendicular a un eje longitudinal de tubo interior (R) con una cara frontal de la placa de soporte de tubos (12, 14) en forma de disco, dirigida a los tubos interiores (16), que presenta un orificio interior del lado de placa (17),
  - que el orificio interior del lado de tubo (16a) y el orificio interior del lado de placa (17) presentan diámetros interiores

## ES 2 982 491 T3

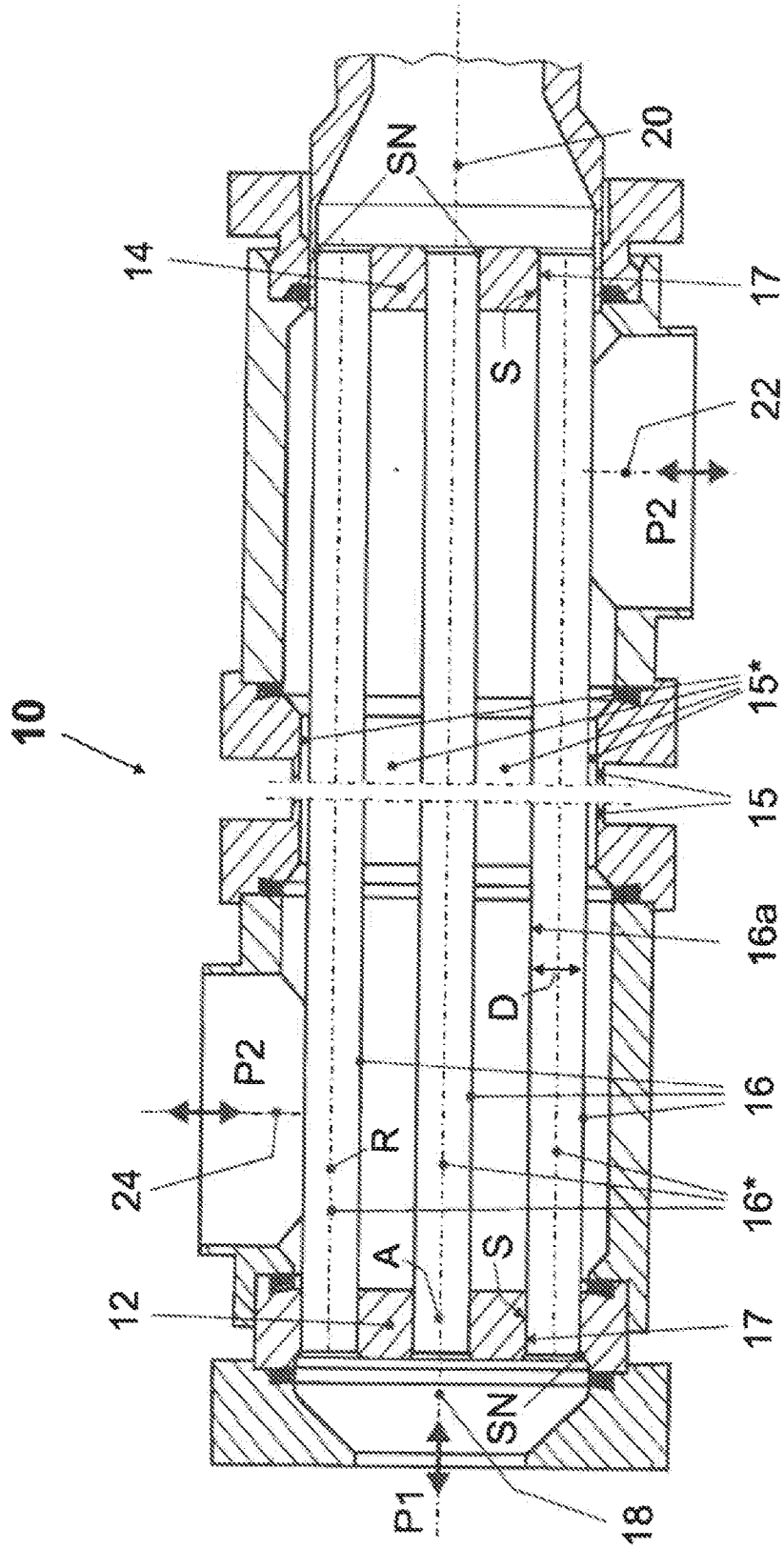
- (D) de igual tamaño y están alineados entre sí,
- que en una posición inicial no soldada, el tubo interior (16) y la placa de soporte de tubos (12, 14) están fijados entre sí con un primer arrastre de forma (F1), que es efectivo radial así como axialmente y en cada caso en direcciones opuestas,
- 5
- que una costura de soldadura circular circunferencial (36) está realizada de manera orbital, partiendo del orificio interior del lado de placa y del lado de tubo (17, 16a), en una sola capa de manera continua desde el interior radialmente hasta el exterior radialmente,
  - que una anchura de costura de soldadura (b) de la costura de soldadura circular circunferencial (36) cubre al menos una profundidad de arrastre de forma axial (B1) del primer arrastre de forma (F1) y
- 10
- que la costura de soldadura circular circunferencial (36) está colocada de modo que la anchura de costura de soldadura (b) encaja como máximo en la profundidad de arrastre de forma (B1) en la placa de soporte de tubos (12, 14), visto desde el lado del tubo interior (16).
- 15
11. Intercambiador de calor de haz de tubos de producto a producto (100) con al menos un haz de tubos según una de las reivindicaciones 8 a 10.



**Figura 1**  
(Estado de la técnica)



**Figura 2b**  
(Estado de la técnica)



**Figura 3**  
(Estado de la técnica)



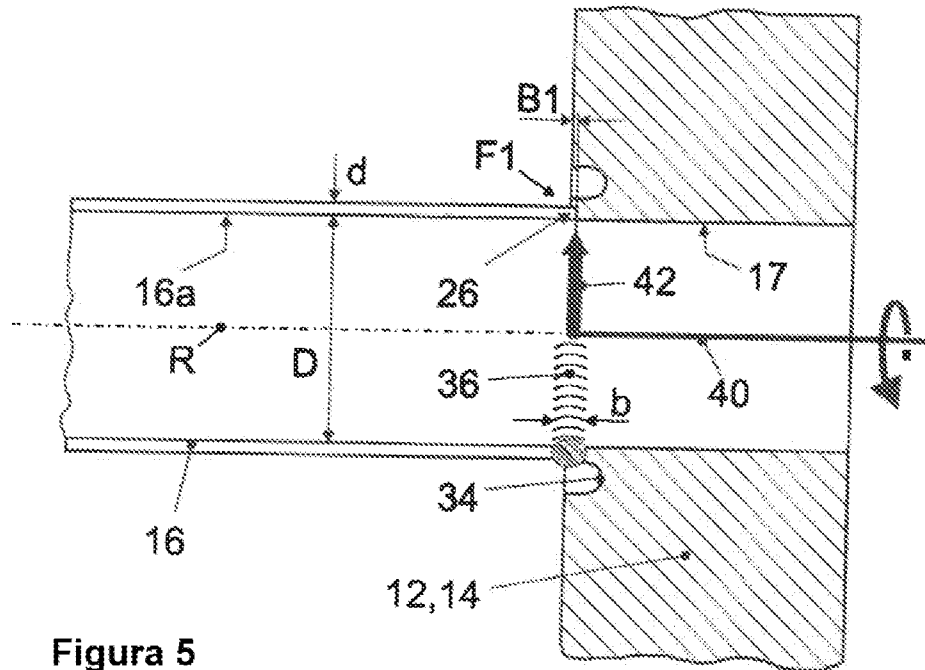


Figura 5

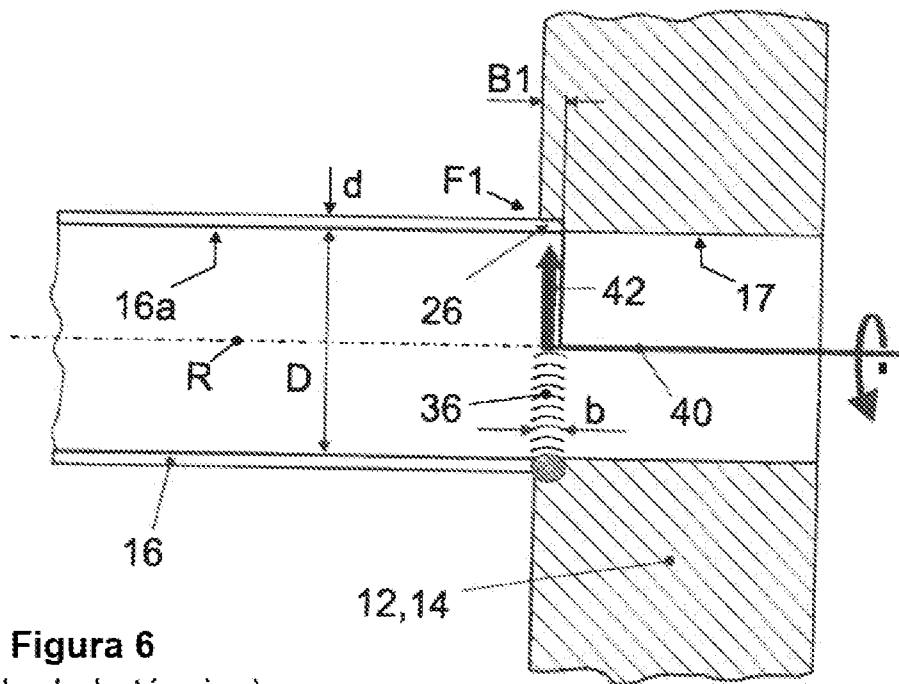
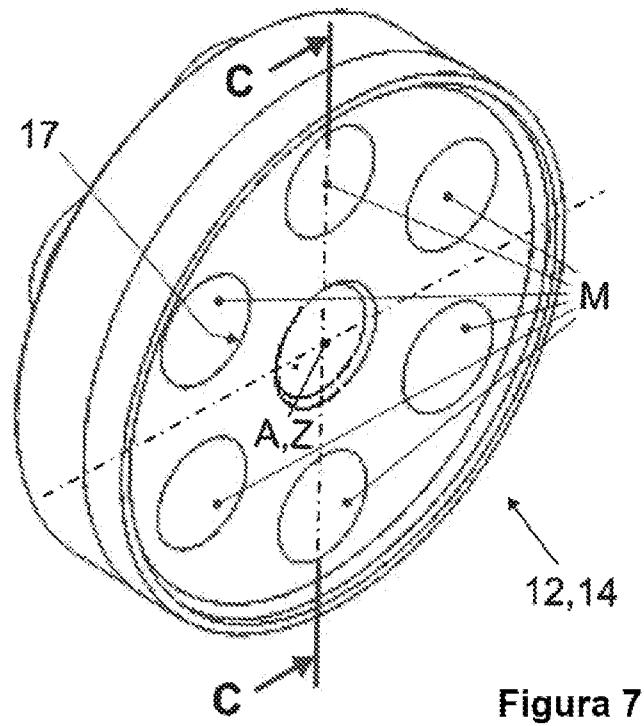
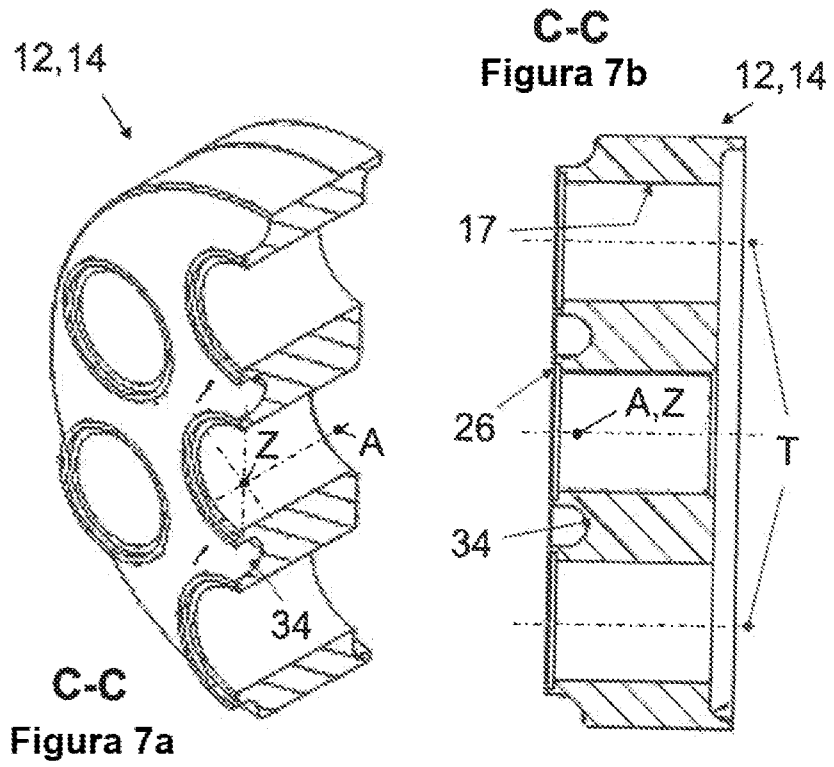
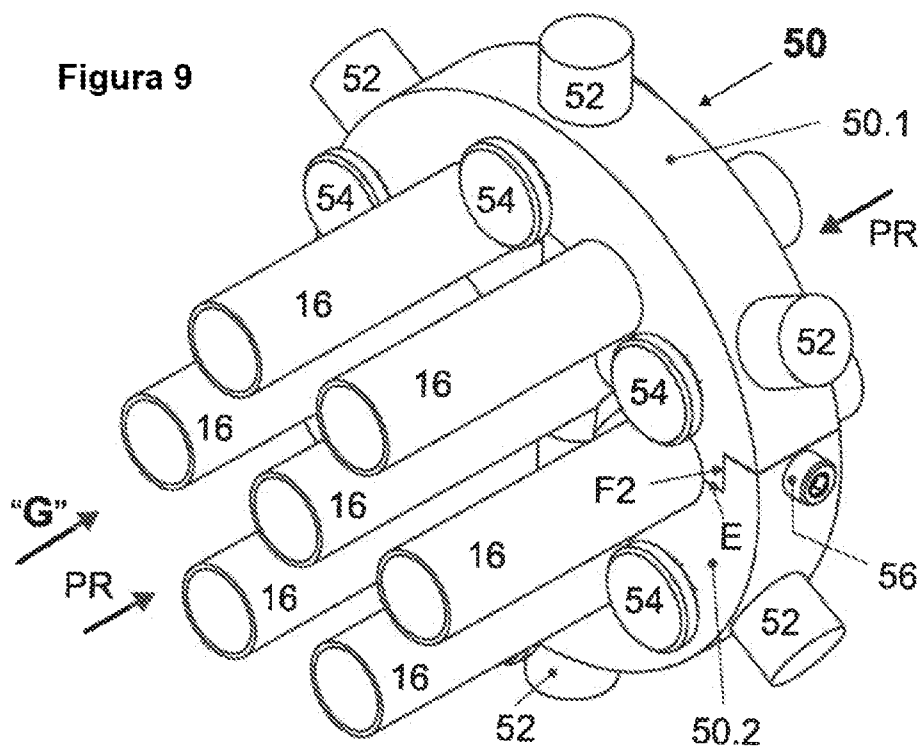
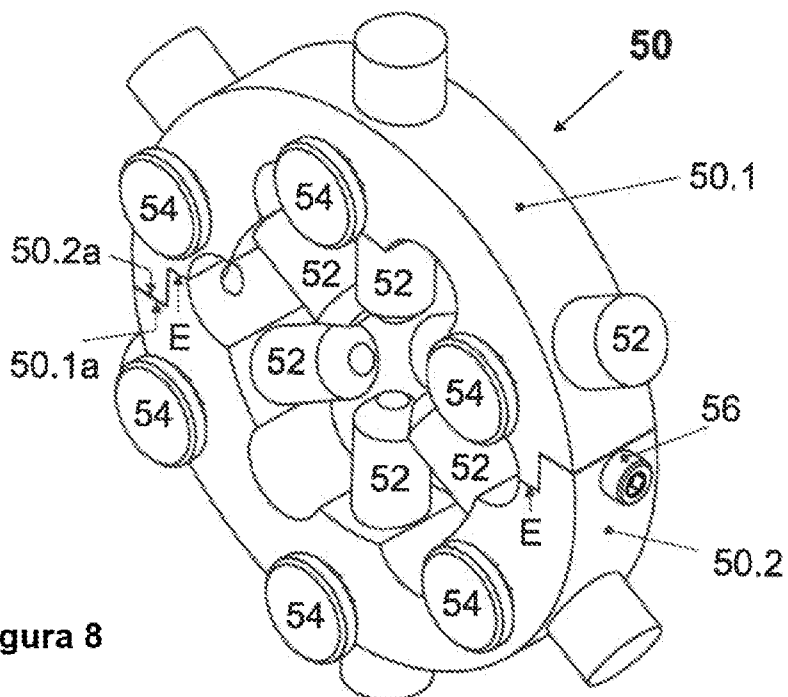
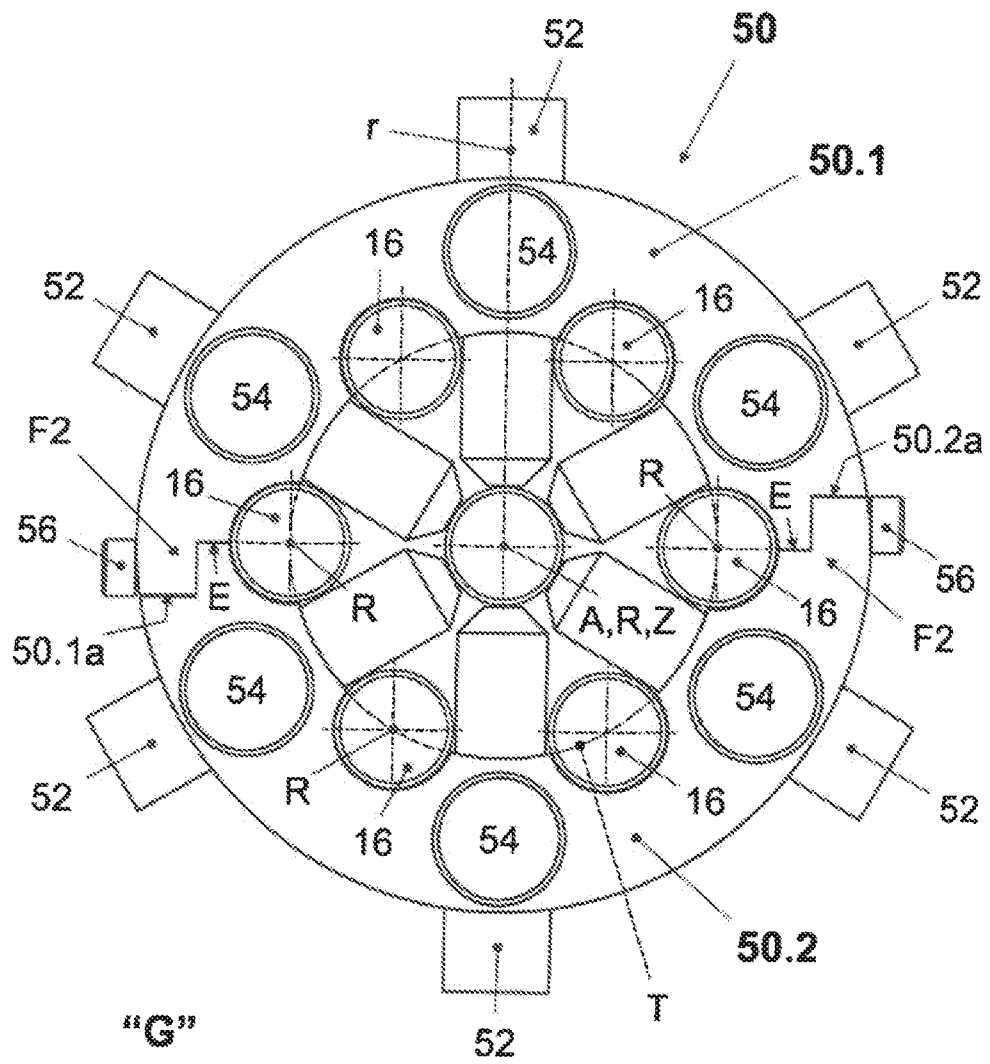


Figura 6  
(Estado de la técnica)







"G"  
 Figura 10