

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 450**

51 Int. Cl.:

**F28D 1/047** (2006.01)

**F28D 1/053** (2006.01)

**F28F 1/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.04.2011 E 11002997 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018 EP 2378232**

54 Título: **Intercambiador de calor con microcanales curvados**

30 Prioridad:

**13.04.2010 CN 201010146939**

**24.06.2010 CN 201010213436**

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

**02.11.2018**

73 Titular/es:

**SANHUA (HANGZHOU) MICRO CHANNEL HEAT EXCHANGER CO., LTD. (50.0%)**

**No. 289-1, 12th Baiyang Street, Hangzhou**

**Economic and Development Area**

**Zhejiang Province, CN y**

**DANFOSS A/S (50.0%)**

72 Inventor/es:

**JIANLONG, JIANG;**

**WEI, WANG y**

**HUANG, LINJIE**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 688 450 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

Intercambiador de calor con microcanales curvados

### 5 **Campo técnico**

La presente divulgación se refiere, en general, a un intercambiador de calor, más en particular a un intercambiador de calor con microcanales curvados del tipo de flujo paralelo.

### 10 **Antecedentes**

15 Los intercambiadores de calor con microcanales se utilizan ampliamente en diversos campos. Un intercambiador de calor con microcanales convencional generalmente tiene una forma plana y rectangular, del denominado tipo de flujo paralelo. Con el fin de mejorar el rendimiento de intercambio de calor, para cumplir con los diferentes requisitos de aplicación e instalación, se propone un intercambiador de calor con microcanales curvados.

Debido a la presencia de aletas en la posición curvada, resulta difícil curvar el intercambiador de calor con microcanales curvados durante su fabricación, el radio de curvatura debe ser grande, el ángulo de curvatura es limitado y el espacio de instalación ocupado por el intercambiador de calor con microcanales curvados es grande. 20 Adicionalmente, las aletas situadas en la posición curvada tienden a distorsionarse, lo que influye en el rendimiento de intercambio de calor, el rendimiento de drenaje de agua y la apariencia del intercambiador de calor con microcanales, y el agua puede salir disparada o caer hacia el interior de un sistema de tuberías.

Con este fin, se propone evitar la interposición de aletas en la posición curvada del intercambiador de calor con microcanales, es decir, no interponer aletas entre los segmentos curvados adyacentes de los tubos planos, por lo que los segmentos curvados de los tubos planos también se denominan segmentos sin aletas. 25

Sin embargo, debido a que los segmentos sin aletas no participan en el intercambio de calor, si los segmentos sin aletas son demasiado largos, puede reducirse el área efectiva de intercambio de calor, lo que afecta el rendimiento de intercambio de calor. Si los segmentos sin aletas son demasiado cortos, el radio de curvatura de los segmentos curvados deberá ser grande, el ángulo de curvatura será limitado y el espacio de instalación deberá ser amplio, afectando al rendimiento de intercambio de calor, al rendimiento de drenaje de agua y a la apariencia del intercambiador de calor con microcanales curvados. 30

Adicionalmente, en los intercambiadores de calor con microcanales curvados convencionales no se tiene en cuenta la influencia de la curvatura sobre los tubos planos, al curvar los mismos. Cuanto mayor sea el grado de estiramiento de la superficie exterior de los segmentos curvados del intercambiador de calor con microcanales curvados, más delgada será la pared exterior del tubo plano, por lo que se reducen la resistencia al estallido y la resistencia a la corrosión de los tubos planos, acortándose así la vida útil del intercambiador de calor. 35

El documento JP H04-187990 A muestra un intercambiador de calor con microcanales curvados que comprende un primer colector, un segundo colector, una pluralidad de tubos planos, cada uno de los cuales define dos extremos conectados al primer y segundo colectores, respectivamente, para comunicar el primer y segundo colectores, y comprendiendo cada uno un segmento curvado y segmentos rectos, conectados al primer y segundo extremos del segmento curvado, respectivamente, estando retorcido el segmento curvado con respecto a los segmentos rectos por un ángulo predeterminado, y una pluralidad de aletas, cada una de las cuales está interpuesta entre segmentos rectos adyacentes. 40

El documento EP 0 654 645 A2 muestra un intercambiador de calor adicional que tiene unos tubos planos, dispuestos en paralelo y separados entre sí. El intercambiador de calor adicional tiene un par de colectores a los que están conectados los extremos de los tubos. Cada tubo tiene una porción curvada central y secciones rectas, separadas entre sí por la porción curvada, y la porción curvada es una porción retorcida en un ángulo helicoidal predeterminado con respecto a las secciones rectas. Las aletas están interpuestas entre las secciones rectas adyacentes. 45

El documento EP 1 231 448 A2 describe un intercambiador de calor adicional que incluye un primer y segundo colectores, y tubos planos que se extienden entre los colectores. 50

### 60 **Sumario**

La presente divulgación está dirigida a resolver al menos uno de los problemas existentes de la técnica anterior. En consecuencia, se proporciona un intercambiador de calor con microcanales curvados que resulta fácil de curvar y de fabricar, sin reducir el rendimiento de intercambio de calor ni estropear el aspecto del mismo, y cuya vida útil es larga. 65

Una realización de la presente divulgación proporciona un intercambiador de calor con microcanales curvados, que comprende: un primer colector; un segundo colector; una pluralidad de tubos planos cada uno de los cuales define dos extremos conectados al primero y segundo colectores, respectivamente, para comunicar el primer y segundo colectores, y comprendiendo cada uno un segmento curvado y segmentos rectos conectados al primer y segundo extremos del segmento curvado, respectivamente, estando retorcido el segmento curvado con respecto a los segmentos rectos en un ángulo predeterminado; y una pluralidad de aletas, cada una de las cuales está interpuesta entre segmentos rectos adyacentes, en el cual, antes de curvarse, una longitud del segmento curvado incluye una porción retorcida que tiene una longitud, y una porción del segmento curvado que excluye las dos porciones retorcidas tiene una longitud de arco que cumple la siguiente fórmula:

$$5t\pi(180-\theta)/180+2T_w \leq A \leq 30t\pi(180-\theta)/180+8T_w$$

donde:  $A$  es la longitud del segmento curvado antes de curvarse,  $t$  es el espesor de pared del tubo plano,  $T_w$  es la anchura del tubo plano,  $\theta$  es un ángulo de intersección entre los segmentos rectos del tubo plano, y  $\pi$  es la relación de circunferencia, en donde una longitud de cada porción retorcida del segmento curvado es perpendicular a los ejes longitudinales de los colectores y dentro del intervalo  $T_w$  y  $4T_w$

En el intercambiador de calor con microcanales curvados de acuerdo con la realización de la presente divulgación, en primer lugar, debido a que no hay aletas interpuestas entre los segmentos curvados adyacentes de los tubos planos, el intercambiador de calor con microcanales es fácil de curvar y de fabricar de manera sencilla, el radio de curvatura y el espacio de instalación pueden ser pequeños, no hay límites para el ángulo de curvatura (es decir, el ángulo de intersección  $\theta$ ) del intercambiador de calor con microcanales, y se mejora el rendimiento de drenaje de agua de los segmentos curvados. En segundo lugar, debido a que la longitud del segmento curvado antes de curvarse cumple la fórmula anterior, la longitud de cada segmento curvado puede ser el valor mínimo permisible, aumentando así el área efectiva de intercambio de calor, de modo que los segmentos curvados puedan cumplir los requisitos de curvatura del intercambiador de calor con microcanales, es decir de modo que los segmentos curvados no sean demasiado largos ni demasiado cortos. En tercer lugar, el intercambiador de calor con microcanales tendrá una apariencia ordenada tras curvarse. Adicionalmente, se tiene en cuenta la influencia de la curvatura sobre los tubos planos, de modo que la vida útil de los tubos planos, así como la vida útil del intercambiador de calor con microcanales, será larga.

En algunas realizaciones, el ángulo de intersección  $\theta$  es sustancialmente superior o igual a aproximadamente  $20^\circ$ , e inferior o igual a aproximadamente  $100^\circ$ . Más en particular, el ángulo de intersección  $\theta$  es sustancialmente superior o igual a aproximadamente  $30^\circ$ , e inferior o igual a aproximadamente  $100^\circ$ .

En algunas realizaciones, el ángulo predeterminado  $\beta$  es sustancialmente superior o igual a aproximadamente  $45^\circ$ , e inferior o igual a aproximadamente  $90^\circ$ .

En algunas realizaciones, los primeros extremos de los segmentos curvados de la pluralidad de tubos planos están alineados en una dirección axial del primer y segundo colectores, y los segundos extremos de los segmentos curvados de la pluralidad de tubos planos están alineados en la dirección axial.

El anterior sumario de la presente divulgación no pretende describir cada realización dada a conocer, o cada implementación de la presente divulgación. Las siguientes Figuras y descripción detallada ejemplifican de manera más particular realizaciones ilustrativas.

Aspectos y ventajas adicionales de las realizaciones de la presente divulgación se proporcionarán en parte en las siguientes descripciones, se harán evidentes en parte a partir de las siguientes descripciones, o se deducirán de la puesta en práctica de las realizaciones de la presente divulgación.

### Breve descripción de los dibujos

Estos y otros aspectos y ventajas de la divulgación serán evidentes y se apreciarán más fácilmente a partir de las siguientes descripciones tomadas junto con los dibujos en los que:

La Fig. 1 es una vista esquemática del intercambiador de calor con microcanales curvados de acuerdo con una realización de la presente divulgación, antes de retorcer y curvar los tubos planos;

La Fig. 2 es una vista esquemática del intercambiador de calor con microcanales curvados de acuerdo con una realización de la presente divulgación, después de retorcer y curvar los tubos planos;

La Fig. 3 es una vista esquemática de una longitud de un tubo plano curvado, para fabricar el intercambiador de calor con microcanales curvados de acuerdo con una realización de la presente divulgación; y

La Fig. 4 es una vista lateral del intercambiador de calor con microcanales curvados mostrado en la Fig. 1, en la cual los tubos planos están retorcidos y no curvados.

**Descripción detallada**

5 Se hará referencia en detalle a realizaciones de la presente divulgación. Las realizaciones descritas en el presente documento con referencia a los dibujos adjuntos son explicativas e ilustrativas, usándose para comprender en general la presente divulgación. Las realizaciones no deben interpretarse como limitantes de la presente divulgación. Los elementos iguales o similares, y los elementos que tengan funciones iguales o similares, se indican mediante números de referencia similares en todas las descripciones.

10 Debe comprenderse que la fraseología y la terminología utilizadas en el presente documento con referencia a la orientación de un dispositivo o elemento (por ejemplo, términos como "longitudinal", "lateral", "frontal", "posterior", "derecho/a", "izquierdo/a", "inferior", "superior", "horizontal", "vertical", "por encima", "por debajo", "arriba", "parte superior", "parte inferior", así como sus derivados, tales como "horizontalmente", "hacia abajo", "hacia arriba", etc.) se usan solamente para simplificar la descripción de la presente invención, y en sí mismos no indican o implican que el dispositivo o elemento al que se haga referencia deba tener u operarse en una orientación particular.

15 Adicionalmente, en el presente documento los términos tales como "primero/a" y "segundo/a" se utilizan con fines descriptivos, y no pretenden indicar o implicar una importancia o trascendencia relativa.

A menos que se especifique o se acote de otra manera, los términos "montado/a", "conectado/a", "soportado/a" y "acoplado/a", y sus variaciones, se usan de manera amplia y abarcan las monturas, conexiones, soportes y acoplamientos tanto directos como indirectos.

20

Se describirá a continuación el intercambiador de calor con microcanales curvados de acuerdo con una realización de la presente divulgación, con referencia a las Figs. 1-4.

25 Como se muestra en las Figs. 1-2, el intercambiador de calor con microcanales curvados de acuerdo con una realización de la presente divulgación comprende un primer colector 1, un segundo colector 2, una pluralidad de tubos planos 3 y una pluralidad de aletas 4.

30 El primer colector 1 y el segundo colector 2 están dispuestos sustancialmente paralelos entre sí, y separados entre sí con un intervalo predeterminado. Por ejemplo, el primer colector 1 puede usarse como un colector de entrada conectado con una tubería 110 de entrada, y el segundo colector 2 puede usarse como un colector de salida conectado con una tubería 210 de salida.

35 Dos extremos de cada tubo plano 3, tal como un tubo plano, están conectados al primer colector 1 y al segundo colector 2, respectivamente, para comunicar el primer colector 1 y el segundo colector 2 a través de canales de refrigerante, formados en cada tubo plano 3. Como se muestra en las Figs. 2-3, en esta realización cada tubo plano 3 comprende dos segmentos rectos 31 y un segmento curvado 32, estando conectados los dos segmentos rectos 31 al primer y segundo extremos del segmento curvado 31, y estando retorcido el segmento curvado 31 con respecto a los dos segmentos rectos 31 en un ángulo  $\beta$  predeterminado.

40

45 En una realización, para fabricar el intercambiador de calor con microcanales curvados, puede retorcerse una porción (por ejemplo, una porción central que conformará el segmento curvado) de cada tubo plano 3 con relación a la porción restante del tubo plano 3, y luego se curva el tubo plano 3 por la porción una vez que se ha dividido el mismo en los dos segmentos rectos 31 y un segmento curvado 32, que se conecta entre los dos segmentos rectos 31 antes de ensamblar y soldar el intercambiador de calor con microcanales curvados. A continuación, se conectan los tubos planos 3 retorcidos y curvados al primer colector 1 y al segundo colector 2, y se interpone cada aleta 4 entre tubos planos 3 adyacentes, de modo que se ensambla un intercambiador de calor con microcanales curvados en el cual no hay aletas 4 interpuestas entre segmentos curvados 32 adyacentes de los tubos planos 3. Finalmente, los tubos planos 3, se sueldan entre sí los tubos planos 3, el primer colector 3, el segundo colector 2 y las aletas 4.

50

55 En una realización alternativa, se conectan los tubos planos 3 al primer colector 1 y al segundo colector 2 antes de curvar y retorcer los mismos, y se interpone cada aleta 4 entre tubos planos 3 adyacentes, sin que queden aletas 4 dispuestas entre porciones de tubos planos 3 a curvar. A continuación, se sueldan entre sí los tubos planos 3, el primer colector 1, el segundo colector 2 y las aletas 4. Finalmente, se retuerce la porción de cada tubo plano 3 y luego se curva cada tubo plano 3 en la porción sin aletas, de manera que la porción de cada tubo plano 3 forme el segmento curvado del tubo plano 3. Cabe observar que la pluralidad de los tubos planos 3 pueden retorcerse y curvarse simultáneamente.

60 Como se muestra en la Fig. 1, el intercambiador de calor con microcanales curvados de acuerdo con la realización de la presente divulgación está enderezado de modo que, antes de su curvatura y retorcimiento, cada segmento curvado 32 presenta una longitud A con relación a los dos segmentos rectos 31. Como se muestra en la Fig. 2, se curva el intercambiador de calor con microcanales curvados, y, de este modo, queda dividido en una porción izquierda de intercambiador de calor con microcanales curvados y una porción derecha de intercambiador de calor con microcanales curvados, situadas a dos lados de los segmentos curvados 32, respectivamente.

65

Como se muestra en las Figs. 1-2 y 4, cada aleta 4 está interpuesta entre segmentos rectos 31 adyacentes, pero ninguna aleta 4 está interpuesta entre segmentos curvados 32 adyacentes. En este caso, el segmento curvado 32 también puede denominarse segmento sin aletas, y el segmento recto 31 también puede denominarse segmento con aletas.

5

La longitud  $A$  del segmento curvado 32 de cada tubo plano 3, antes de curvarse, cumple la siguiente fórmula:

$$5t\pi(180-\theta)/180+2T_w \leq A \leq 30t\pi(180-\theta)/180+8T_w$$

10 donde  $A$  es la longitud del segmento curvado 32 antes de curvarse,  $t$  es un espesor de pared del tubo plano 3 (es decir, un tamaño del tubo plano 3 en una dirección hacia arriba y hacia abajo en la Fig. 1),  $T_w$  es una anchura del tubo plano 3,  $\theta$  es un ángulo de intersección entre los segmentos rectos 31 de los tubos planos 3 tras curvar el tubo plano 3 (es decir, el ángulo de curvatura del intercambiador de calor con microcanales curvados), y  $\pi$  es la relación de circunferencia.

15 En una realización particular de la presente divulgación, el tubo plano 3 es un tubo plano que tiene una sección transversal sustancialmente oblonga, que está constituida por un rectángulo central y dos semicírculos conectados a dos extremos del rectángulo. Debe observarse que la sección transversal del tubo plano 3 no está limitada a la anterior forma, por ejemplo, la sección transversal del tubo plano 3 puede ser una elipse plana o un cuadrado.

20 En el intercambiador de calor con microcanales curvados de acuerdo con realizaciones de la presente divulgación, debido a que el tubo plano 3 comprende el segmento curvado 32 (es decir, el segmento sin aletas), el intercambiador de calor con microcanales es fácil de curvar y de fabricar de manera sencilla, el radio de curvatura y el espacio de ocupación pueden ser pequeños, el ángulo de curvatura  $\theta$  del intercambiador de calor con microcanales no está limitado, y se mejora el rendimiento de drenaje de agua.

25 Adicionalmente, debido a que la longitud  $A$  del segmento curvado 32 antes de curvarse cumple la fórmula anterior, la longitud del segmento curvado 32 puede alcanzar el valor mínimo permitido, aumentando así el área efectiva de intercambio de calor. Por lo tanto, el segmento curvado 32 puede cumplir los requisitos de curvatura del intercambiador de calor con microcanales, y la curvatura y el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor con microcanales no se verán afectados, es decir, los segmentos curvados 32 podrán ser ni demasiado largos ni demasiado cortos. Al mismo tiempo, el intercambiador de calor con microcanales presentará una apariencia ordenada tras curvarse. Adicionalmente, se tiene en cuenta la influencia de la curvatura sobre los tubos planos 3, de modo que se prolonga la vida útil de los tubos planos 3 y la vida útil del intercambiador de calor con microcanales.

30 A continuación se describirá adicionalmente la determinación de la longitud  $A$  del segmento curvado 32 de cada tubo plano 3, con referencia a la Fig. 3.

35 Como se muestra en la Fig. 3, el grado  $S$  de estiramiento de una pared superior (es decir, la superficie exterior) del tubo plano 3 tiene una relación directa con el espesor  $t$  de pared del tubo plano 3. Cuanto mayor sea el grado  $S$  de estiramiento, más delgada será la pared superior del tubo plano 3, y menor será la resistencia al estallido y la resistencia a la corrosión del tubo plano 3. Por lo tanto, debe controlarse el grado  $S$  de estiramiento de la pared superior.

40 Como se muestra en la Fig. 3, el grado  $S$  de estiramiento =  $\pi\alpha(t-t_1)/180 = \pi(180-\theta)(t-t_1)/180$ , en donde  $t_1$  es el espesor desde un centro del segmento curvado 32 hasta un lado interior (es decir, la superficie inferior en la Fig. 3) del segmento curvado 32 del tubo plano 3,  $\alpha$  es un ángulo central del segmento curvado 32 que excluye las porciones terminales retorcidas (debe comprenderse que el segmento curvado se retuerce retorciendo las dos porciones terminales del mismo, de modo que los dos porciones terminales del segmento curvado se denominan porciones retorcidas), y  $\theta$  es el ángulo de intersección entre los dos segmentos rectos 31 del tubo plano 3 (es decir, el ángulo de curvatura del intercambiador de calor con microcanales curvados).

45 De la fórmula anterior puede deducirse que el grado  $S$  de estiramiento tiene una relación directa con el ángulo  $\theta$ , el espesor  $t$  de pared del tubo plano 3 y el radio  $R$  de curvatura. Si el ángulo  $\theta$  es constante, el grado  $S$  de estiramiento estará en proporción directa a  $t$  y en proporción inversa a  $R$ . Con el fin de mejorar la solidez y la resistencia a la corrosión del tubo plano 3 es necesario que el grado  $S$  de estiramiento sea lo más pequeño posible, y se ha observado mediante investigación que el ajuste  $R/t \geq 5$  resulta ventajoso. Al mismo tiempo, si se mantiene constante la longitud de arco de la superficie exterior, cuanto mayor sea el radio de curvatura  $R$  más plana será la superficie exterior, lo que resulta desventajoso para el rendimiento de drenaje del agua de la superficie exterior, y puede caer agua directamente desde la superficie exterior. Se ha observado mediante investigación que el ajuste  $R/t \leq 30$  resulta ventajoso. Por lo tanto, resulta ventajoso que  $R$  sea superior o igual a  $5t$ , e inferior o igual a  $30t$ .

50 En la Fig. 3,  $\alpha_2$  es la longitud de la porción retorcida del segmento curvado 32, y depende principalmente de la fuerza de torsión. La fuerza de torsión está en proporción directa con la anchura  $T_w$  del tubo plano 3. Para una anchura  $T_w$  dada, cuanto menor sea la longitud  $\alpha_2$  de la porción retorcida mayor será la fuerza de torsión, y más

65

fácilmente se deformarán las aletas 4. Por lo tanto, cuanto mayor sea la longitud  $\alpha_2$  de la porción retorcida, más difícil será que se deformen las aletas 4. Dado que la porción retorcida no participa en el intercambio de calor, si la porción retorcida es demasiado larga el rendimiento de intercambio de calor del intercambiador de calor se verá afectado de manera desventajosa. Se ha observado mediante investigación que el ajuste  $T_w \leq \alpha_2 \leq 4T_w$  resulta ventajoso.

Adicionalmente, la longitud  $\alpha_2$  de la porción retorcida también tiene una relación directa con el ángulo  $\beta$  por el que el segmento curvado 32 está retorcido con respecto a los dos segmentos rectos 31. Cuanto mayor sea  $\beta$  más grande será  $\alpha_2$ , y mayor será la longitud A del segmento curvado 32. Se ha observado mediante investigación que el ajuste  $45^\circ \leq \beta \leq 90^\circ$  resulta ventajoso.

Como se muestra en la Fig. 3, la longitud A del segmento curvado 32 es:

$$A = \alpha_1 + 2\alpha_2 = \pi R\alpha/180 + 2\alpha_2 = \pi R(180-\theta)/180 + 2\alpha_2$$

en donde  $\alpha_1$  es una longitud de arco del segmento curvado que excluye las dos porciones retorcidas, y  $\alpha_2$  es la longitud de la porción retorcida.

Al sustituir las expresiones de relación de R y  $\alpha_2$  en la fórmula anterior de A, se obtiene la siguiente fórmula:

$$5\pi(180-\theta)/180 + 2T_w \leq A \leq 30\pi(180-\theta)/180 + 8T_w$$

En uso, como se muestra en la Fig. 2, la uniformidad de una corriente de aire B sobre una superficie del intercambiador de calor tiene una relación directa con un ángulo  $\theta/2$  entre la corriente de aire B y el intercambiador de calor (es decir, la mitad del ángulo de intersección entre los dos segmentos rectos 31 del tubo plano 3). Cuanto mayor sea  $\theta$ , más uniforme será la corriente de aire sobre la superficie del intercambiador de calor.

Sin embargo, cuando el intercambiador de calor se utiliza como evaporador, puede generarse agua condensada sobre la superficie del intercambiador de calor, durante el funcionamiento. Si se aumenta  $\theta$  a ciegas, el agua condensada sobre la superficie del intercambiador de calor puede caer hacia el interior de la tubería situada debajo del intercambiador de calor, lo que no está permitido. Se ha observado mediante investigación que resulta ventajoso establecer el ángulo de intersección  $\theta$  en un rango de aproximadamente  $20^\circ$ - $100^\circ$ . Cuando el intercambiador de calor con microcanales está dispuesto horizontalmente, se ha observado mediante investigación que resulta ventajoso establecer el ángulo de intersección  $\theta$  en un intervalo de aproximadamente  $30^\circ$ - $100^\circ$ .

Como se muestra en la Fig. 1 y la Fig. 4, en algunas realizaciones de la presente divulgación los primeros extremos de los segmentos curvados 32 de la pluralidad de tubos planos 3 están alineados en una dirección axial (es decir, en la dirección hacia arriba y hacia abajo en la Fig. 1 o en la dirección izquierda y derecha en la Fig. 4) del primer colector 1 y el segundo colector 2, y los segundos extremos de los segmentos curvados 32 también están alineados en la dirección axial. Como se muestra en la Fig. 4, los segmentos curvados 32 se superponen parcialmente entre sí. Por lo tanto, el intercambiador de calor con microcanales tiene una apariencia ordenada, y la deformación del intercambiador de calor con microcanales es uniforme y fácil de controlar durante la fabricación, mejorando así la tasa de productos acabados.

La referencia a lo largo de la presente memoria a "una realización", "algunas realizaciones", "un ejemplo", "un ejemplo específico" o "algunos ejemplos" significa que un rasgo, estructura, material o característica particular descrito en conexión con la realización o ejemplo se incluye en al menos una realización o ejemplo de la divulgación. Así, la aparición de frases tales como "en algunas realizaciones", "en una realización", "un ejemplo", "un ejemplo específico", o "algunos ejemplos" en varios lugares a lo largo de la presente memoria no hacen necesariamente referencia a la misma realización o ejemplo de la divulgación. Adicionalmente, los rasgos, estructuras, materiales, o características particulares pueden combinarse de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones o ejemplos.

**REIVINDICACIONES**

1. Un intercambiador de calor con microcanales curvados, que comprende:

- 5 un primer colector (1);  
 un segundo colector (2);  
 una pluralidad de tubos planos (3), cada uno de los cuales define dos extremos conectados al primer y al  
 segundo colectores (1, 2), respectivamente, para comunicar el primer y el segundo colectores (1, 2), y  
 comprendiendo cada uno un segmento curvado (32) y segmentos rectos (31) conectados al primer y al segundo  
 10 extremos del segmento curvado (32), respectivamente, estando el segmento curvado (32) retorcido con respecto  
 a los segmentos rectos (31) en un ángulo predeterminado e incluyendo dos porciones retorcidas, con una  
 longitud (a2), y una porción no retorcida con una longitud (a1); y  
 una pluralidad de aletas (4), cada una interpuesta entre segmentos rectos adyacentes, caracterizado por que la  
 longitud (A) del segmento curvado, antes de curvarse, cumple la siguiente fórmula:

$$5t\pi(180-\theta)/180+2T_w \leq A \leq 30t\pi(180-\theta)/180+8T_w$$

donde: A es la longitud del segmento curvado (32) antes de curvarse, t es el espesor de pared del tubo plano (3),  
 T<sub>w</sub> es la anchura del tubo plano (3), θ es un ángulo de intersección entre los segmentos rectos (31) del tubo  
 20 plano (3) y π es la relación de circunferencia, estando la longitud (a2) de cada porción retorcida del segmento  
 curvado (32) dentro del intervalo T<sub>w</sub> y 4T<sub>w</sub>.

2. El intercambiador de calor con microcanales curvados de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el ángulo de  
 intersección θ es sustancialmente superior o igual a 20° e inferior o igual a 100°.

3. El intercambiador de calor con microcanales curvados de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el ángulo de  
 intersección θ es sustancialmente superior o igual a 30° e inferior o igual a 100°.

4. El intercambiador de calor con microcanales curvados de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el ángulo  
 predeterminado β es sustancialmente superior o igual a 45° e inferior o igual a 90°.

5. El intercambiador de calor con microcanales curvados de acuerdo con la reivindicación 1, en donde los primeros  
 extremos de los segmentos curvados de la pluralidad de tubos planos están alineados en una dirección axial del  
 primer y del segundo colectores, y los segundos extremos de los segmentos curvados de la pluralidad de los tubos  
 35 planos están alineados en la dirección axial.

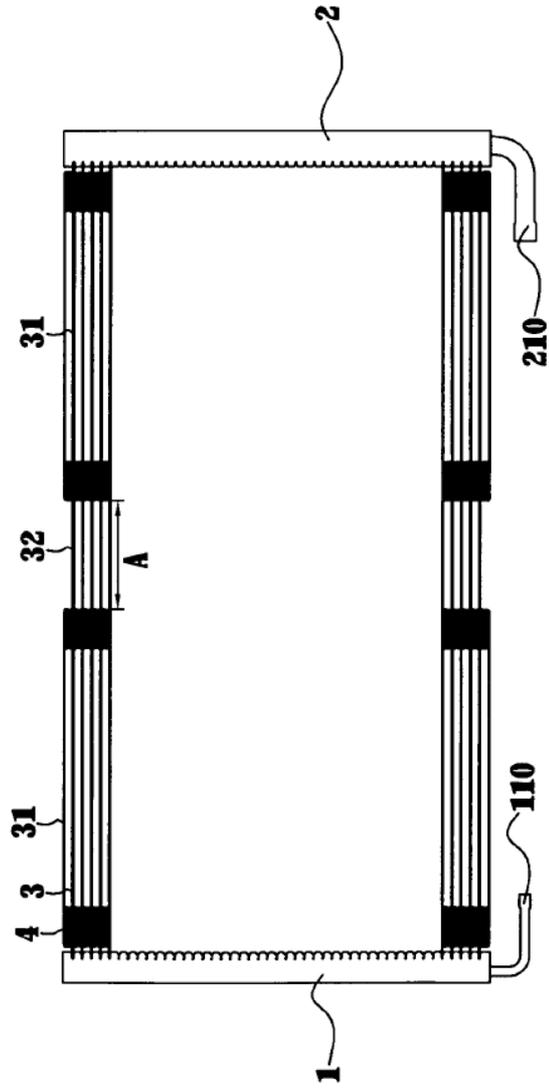
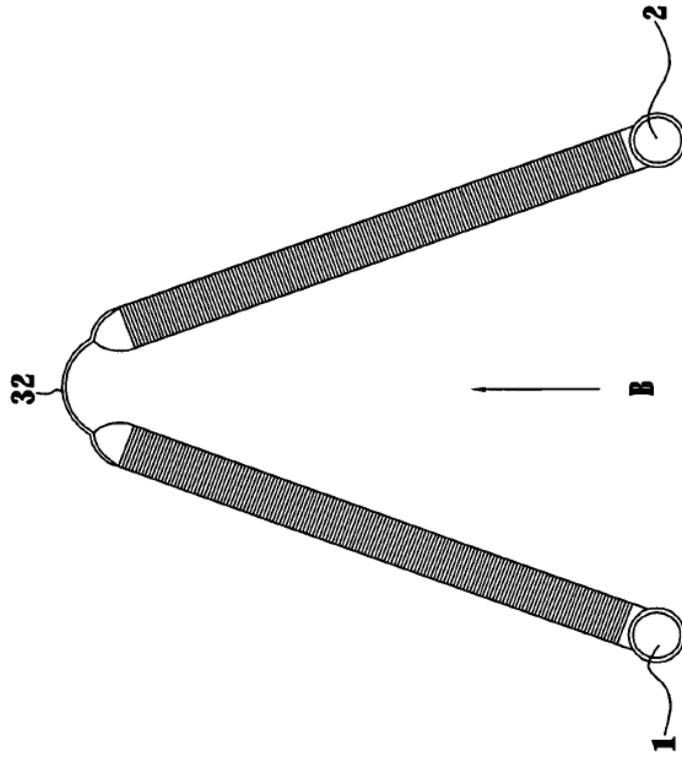


Fig.1



**Fig.2**

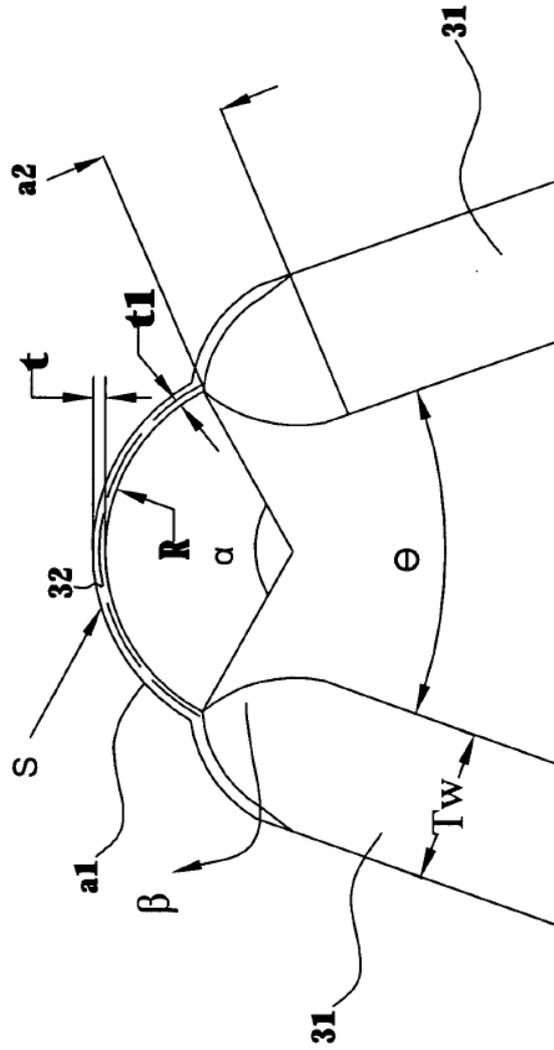
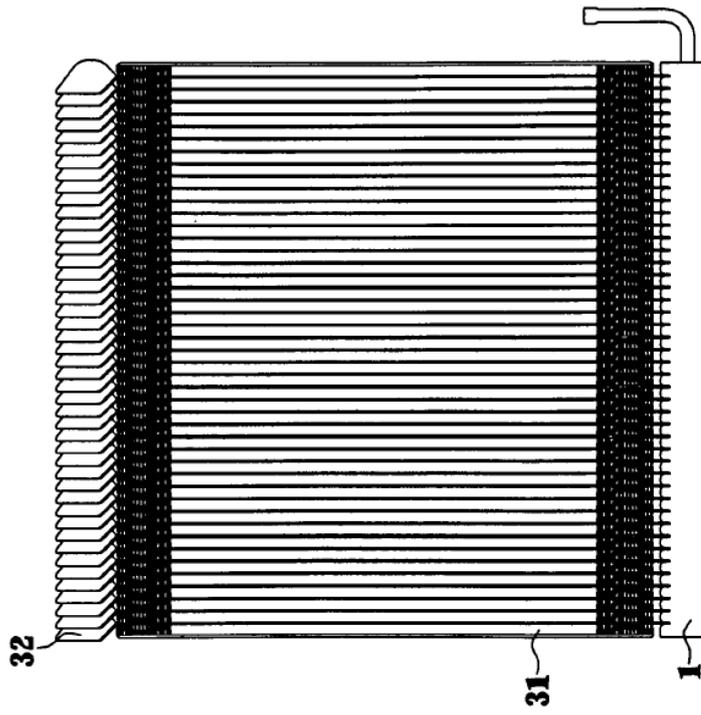
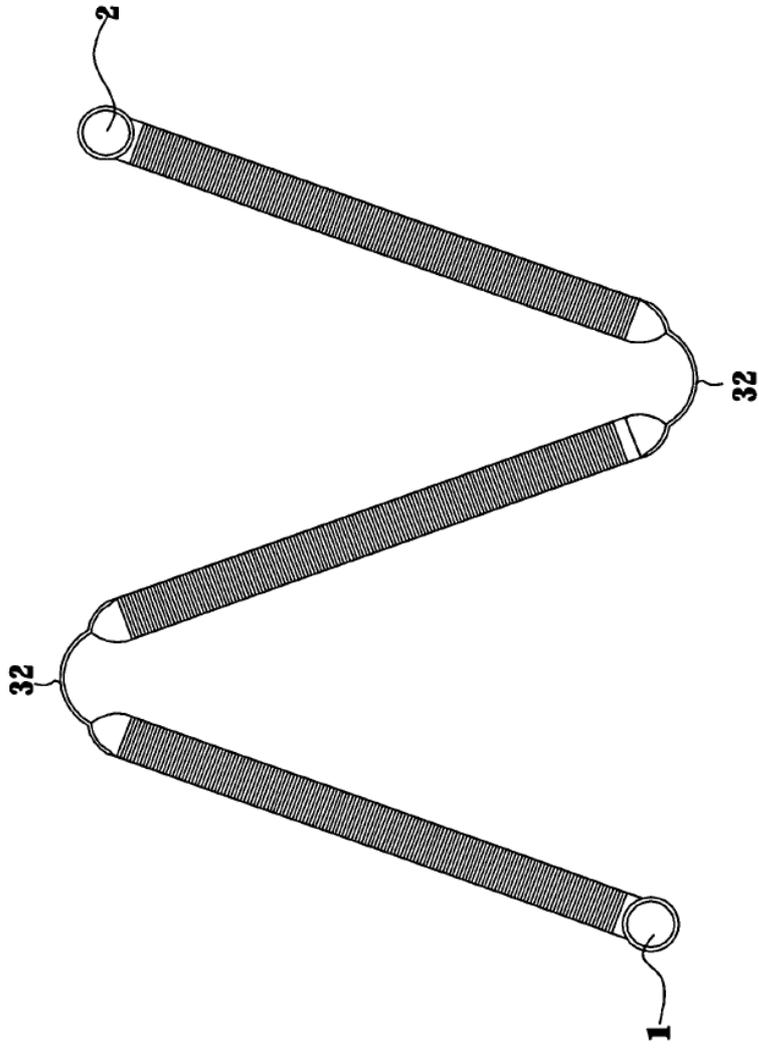


Fig.3



**Fig.4**



**Fig. 5**