

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 422 186**

51 Int. Cl.:

F28D 7/02 (2006.01)

B21D 53/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.11.2004 E 04811549 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2013 EP 1700078**

54 Título: **Método para hacer un tubo múltiple de un intercambiador de calor en espiral**

30 Prioridad:

19.11.2003 US 716974

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

09.09.2013

73 Titular/es:

**CARRIER CORPORATION (100.0%)
ONE CARRIER PLACE
FARMINGTON, CONNECTICUT 06034-4015, US**

72 Inventor/es:

**PARK, YOUNG K.;
WINCH, GARY D. y
RIOUX, WILLIAM A.**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 422 186 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

Método para hacer un tubo múltiple de un intercambiador de calor en espiral

5 **ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

Esta invención se refiere a un método de fabricación de un intercambiador de calor.

10 Un intercambiador de calor se utiliza comúnmente para aplicaciones de refrigeración, enfriamiento, y calentamiento. Para estas aplicaciones, el intercambiador de calor transfiere calor desde un fluido a otro fluido sin que los fluidos se mezclen uno con el otro. El fluido puede ser un gas o un líquido. Para ciertas aplicaciones de alta presión que implican gas de CO₂, los fabricantes han utilizado un diseño de tubo en tubo para el intercambiador de calor. Esencialmente, el intercambiador de calor es un tubo que contiene un fluido rodeado por otro tubo más grande que contiene el otro fluido. Por ejemplo, el gas COx puede circular dentro del tubo interior mientras que el agua puede circular en el tubo circundante. El calor se intercambia a través de la superficie del tubo interior.

15 Para una aplicación de alta presión, los diámetros de los tubos se tienen que mantener pequeños (menos de 9,52 mm (3/8 de pulgada)) para que tengan un grosor de pared razonable. Para sistemas de gran capacidad, estos tubos son problemáticos puesto que el intercambiador de calor requiere un gran número de circuitos en paralelo. Como consecuencia, la longitud del intercambiador de calor puede ser muy larga.

20 Además, el agua que se utiliza en el intercambiador de calor se puede usar posteriormente para el consumo o para un proceso sanitario. Es fundamental que el agua no se contamine durante el proceso de intercambio de calor. El diseño convencional de tubo en tubo presenta un riesgo de contaminación del agua debido a que el tubo para un fluido, por ejemplo para el agua, rodea el tubo del otro fluido de intercambio de calor. Como consecuencia, la rotura del tubo interior dentro del tubo más grande podría producir la contaminación del agua en el tubo más grande.

25 Una solución propuesta canaliza un fluido de intercambio de calor en un tubo que se enrolla alrededor de un tubo recto que tiene el otro fluido. Sin embargo, debido a las diferentes geometrías de los tubos, los dos tubos pueden tener áreas limitadas de contacto físico de uno con el otro. Por consiguiente, el intercambio de calor no es muy eficiente.

30 La fabricación de este intercambiador de calor único también presenta un reto. Específicamente, en el pasado, los fabricantes han producido un tubo helicoidal enrollando un único tubo alrededor de un dispositivo. En algunos casos, los fabricantes también han enrollado un único tubo sobre sí mismo para crear múltiples capas de tubería enrollada en un esfuerzo para aumentar el área de superficie por longitud lineal del intercambiador de calor. Sin embargo, las técnicas anteriores no logran enrollar más de un tubo de intercambio de calor en una espiral helicoidal apretada, como sería lo más adecuado para la transferencia de calor óptima.

35 Existe, por lo tanto, la necesidad de un intercambiador de calor y un método de fabricación del intercambiador de calor que evite las deficiencias anteriores y mejore la eficiencia de intercambio de calor.

40 Un método de fabricación de un intercambiador de calor y que tiene las características del preámbulo de la reivindicación 1 se describe en el documento US – A - 4451960.

45 **SUMARIO DE LA INVENCION**

La presente invención proporciona un método de fabricación de un intercambiador de calor de tubos múltiples como se establece en la reivindicación 1. A diferencia de las técnicas actuales de fabricación, la técnica de la invención enrolla un primer tubo intercambiador de calor con al menos un segundo tubo intercambiador de calor alrededor de un eje común. Tanto el primer tubo intercambiador de calor como el segundo tubo intercambiador de calor tienen porciones libres móviles que se enrollan alrededor del eje común de rotación en una forma de espiral mientras que las otras porciones de los tubos intercambiadores de calor están fijadas contra la rotación. De esta manera, los tubos múltiples pueden ser enrollados juntos y entrecruzados entre las porciones rotativamente libres y las porciones fijas del tubo. Como consecuencia, la técnica de la invención permite la creación de una espiral helicoidal apretada que tiene el primer tubo intercambiador de calor entrecruzado con el segundo tubo intercambiador de calor.

55 Una guía impide que las porciones fijas del tubo se enrollen alrededor del eje de rotación. La guía se puede mover a lo largo del eje para alterar la posición de las porciones fijas de los tubos. De esta manera, las secciones de los tubos pueden ser entrecruzadas y a continuación la guía se aleja de la sección entrecruzada de los tubos para permitir que otras secciones de los tubos se entrecrucen. Esta guía permite que los tubos se puedan enrollar uniformemente juntos. Otra guía también puede ser usada para mantener las porciones fijas de los tubos en su posición.

60 Los tubos pueden estar enrollados alrededor de una barra que se extiende a lo largo del eje de rotación. Esta barra puede definir el diámetro de los enrollamientos helicoidales. Además, la barra puede tener un patrón en espiral para asegurar que los tubos estén enrollados en forma helicoidal. La barra puede ser retirada posteriormente y

reemplazada por un tercer dispositivo de intercambio de calor para crear una capa adicional para el intercambio de calor.

Un intercambiador de calor fabricado por el método de la invención comprende al menos un primer tubo conductor térmico y un segundo tubo conductor térmico. Cada tubo puede conducir un fluido para su uso en un proceso de intercambio de calor. En contraste con otros diseños, el diseño de la invención entrecruza el primer tubo con el segundo tubo de manera que el bucle de un tubo es vecino del bucle del otro. De esta manera, el intercambiador de calor aumenta considerablemente la cantidad de área superficial para el intercambio de calor por unidad de longitud lineal de tubo, de manera que se puede conseguir un diseño más compacto. Además, la extensión en espiral de los tubos juntos induce turbulencia en el fluido dentro de los tubos para mejorar la transferencia de calor. La extensión en espiral de los tubos juntos también asegura el contacto físico cercano entre los tubos para mejorar el intercambio de calor. Diferentes fluidos pueden pasar a través de cada uno de los tubos y se pueden extender juntos para el intercambio de calor. Debido a que cada fluido está contenido dentro de su propio tubo, los fluidos no se entremezclan durante el intercambio de calor. Los fluidos dentro de cada uno de estos tubos están protegidos además contra la contaminación cruzada debido a que los tubos no comparten una pared común sino que, de hecho, cada uno tiene su propia pared. En el caso de rotura de una de las paredes, se puede fugar fluido pero no se mezcla con el fluido en el otro tubo.

Los bucles de los tubos primero y segundo se pueden enrollar alrededor del mismo eje y se pueden enrollar, además, a lo largo de un ángulo generalmente común en relación con este eje. Múltiples tubos pueden estar entrecruzados de esta manera. Los tubos en espiral también pueden ser encerrados dentro de una carcasa. La carcasa puede ser otro tubo que tiene una entrada de fluido y una salida de fluido para un tercer fluido.

Además, los tubos pueden ser enrollados de tal manera que creen un volumen dentro de los enrollamientos de los tubos. Otro dispositivo de intercambio de calor se puede colocar dentro de este volumen para incrementar el intercambio de calor. Este dispositivo adicional de intercambio de calor se puede extender en espiral en una dirección opuesta a la espiral de los bucles para mejorar aún más el intercambio de calor.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Las diversas características y ventajas de la presente invención serán evidentes a los expertos en la técnica a partir de la descripción detallada que sigue de la realización actualmente preferida. Los dibujos que acompañan la descripción detallada se pueden describir brevemente como sigue:

La figura 1 ilustra una vista lateral en sección transversal de un intercambiador de calor de tubos múltiples fabricado por el método de la invención.

La figura 2 ilustra el enrollamiento inicial de un tubo con relación al otro tubo.

La figura 3 ilustra el enrollamiento de los tubos múltiples para formar los bucles vecinos del intercambiador de calor de tubos múltiples.

La figura 4 ilustra el equipo utilizado para construir el intercambiador de calor de tubos múltiples en espiral.

La figura 5A muestra una vista frontal de un dispositivo usado para enrollar los tubos múltiples.

La figura 5B muestra una vista en perspectiva del dispositivo de la figura 5A.

La figura 6 ilustra una primera guía utilizada en el enrollamiento de los tubos múltiples.

La figura 7 ilustra una segunda guía utilizada en el enrollamiento de los tubos múltiples.

La figura 8 ilustra otro intercambiador de calor con tubos múltiples enrollados por el método de la invención.

La figura 9 ilustra una serie de intercambiadores de calor enlazados.

La figura 10 ilustra un intercambiador de calor con un dispositivo conductor térmicamente.

La figura 11 ilustra un intercambiador de calor con cuatro tubos.

La figura 12 ilustra un intercambiador de calor con tres tubos.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA REALIZACIÓN PREFERIDA

La figura 1 ilustra una vista lateral en sección transversal del intercambiador de calor de tubos múltiples 14. El intercambiador de calor de tubos múltiples 14 tiene un tubo hueco cilíndrico 16 taponado por dispositivos 50 para crear un volumen de líquido 17 dentro del cilindro 16. El cilindro 16 tiene una primera entrada de fluido 200 y una primera salida de fluido 204. Dispuesto dentro del volumen de fluido 17 hay un primer tubo intercambiador de calor 18 térmicamente conductor y un segundo tubo intercambiador de calor 34, que se encuentran entrecruzados a lo largo del eje X, de tal manera que el primer tubo intercambiador de calor 18 forma un primer bucle 22 que es vecino y preferiblemente entra en contacto con un segundo bucle 38 del segundo tubo intercambiador de calor 34 a lo largo de eje X. El intercambio de calor entre los fluidos en el primer tubo intercambiador de calor 18 y el segundo tubo intercambiador de calor no sólo es mejorado por su contacto, sino que también se mejora debido a la formación en espiral de los tubos 18, 34, que aumenta la turbulencia del fluido y por lo tanto el intercambio de calor.

Como se muestra en la figura 2, para crear la forma helicoidal de entrecruzado del primer tubo intercambiador de calor 18 y del segundo tubo intercambiador de calor 34, el primer tubo intercambiador de calor 18 y el segundo tubo intercambiador de calor 34, siendo ambos inicialmente rectos, se insertan en orificios 78 a través del dispositivo 50. Preferiblemente, el primer tubo intercambiador de calor 16 y el segundo tubo intercambiador de calor 34 son de un metal maleable, tal como el cobre, para facilitar la fabricación, como se explicará a continuación. El número de

orificios impondrá el número de tubos que pueden ser entrecruzados. Además, la separación entre el primer tubo intercambiador de calor 18 en relación con el segundo tubo intercambiador de calor 34, así como con los otros tubos insertados en el dispositivo 50 impondrá el apretado de la espiral.

5 El primer tubo intercambiador de calor 18 tiene una primera porción fija 30 insertada a través del orificio 98 de la primera guía 54 y el segundo tubo intercambiador de calor 34 tiene una segunda porción fija 46 insertada a través del orificio 98 de la guía 54. Los orificios 98 están biselados de manera que los tubos 84 se puede alimentar con un ángulo Θ , el ángulo con el cual están dispuestos el primer tubo intercambiador de calor 18 y el segundo tubo intercambiador de calor 34 entre el dispositivo 50 y la guía 54 con relación al eje X. El apretado de una espiral será impuesto en parte por el ángulo Θ .

15 El dispositivo 50 es libre para girar a lo largo de la dirección de la flecha A, por ejemplo en el sentido de las agujas del reloj, de manera que la primera porción rotativamente libre 26 y la segunda porción rotativamente libre 42 giran en la misma dirección. La primera porción fija 30 y la segunda porción fija 46 están fijadas contra la rotación a lo largo de la dirección de la flecha A por la primera guía 54. Como consecuencia, el primer tubo intercambiador de calor 18 y el segundo tubo intercambiador de calor 34 forman curvas 24 cuando la primera porción rotativamente libre 26 y la segunda porción rotativamente libre 42 se enrollan alrededor del eje X.

20 Como se muestra en la figura 3, cuando el primer tubo intercambiador de calor 18 y el segundo tubo intercambiador de calor 34 continúan enrollándose alrededor del eje X, se forma el primer bucle 22 del primer tubo intercambiador de calor 18 y se forma el segundo bucle 38 del segundo tubo intercambiador de calor 34. El primer bucle 22 y el segundo bucle 38 son vecinos y preferiblemente están en contacto uno con el otro a lo largo del eje X. Cuando el primer tubo intercambiador de calor 18 y el segundo tubo intercambiador de calor 34 continúan girando y enrollándose alrededor del eje X, se forman bucles adicionales en forma de espiral. Estos bucles se pueden enrollar para formar un volumen interno 222 o pueden ser enrollados apretadamente para reducir al mínimo el tamaño del volumen 222.

30 Cuando se crean los bucles adicionales, la primera guía 54, que es libre de moverse a lo largo del eje X, se mueve en la dirección de la flecha Y desde la posición H (véase la figura 2) a la posición I (véase la figura 3). Para mantener la uniformidad de los bucles, es importante que la distancia entre la guía 54 y el citado bucle 38 se mantenga igual cuando más y más porciones del primer tubo intercambiador de calor 18 y del segundo tubo intercambiador de calor 34 se entrecruzan.

35 La figura 4 ilustra el equipo utilizado para crear el intercambiador de calor de tubos múltiples 14. Aquí, seis tubos 84 están montados al dispositivo 50 y se insertan en el torno 74 para ser entrecruzados. Como se muestra en las figuras 5A y 5B, el dispositivo 50 tendrá suficientes orificios 78 para acomodar cada tubo 84. Cada orificio 78 es de diámetro suficiente para recibir cada tubo 84. Además, el dispositivo 50 tendrá un patrón de orificios predeterminado que impondrá las separaciones entre los tubos.

40 Como se muestra en la figura 5A, el dispositivo 50 tiene seis orificios 78 espaciados aproximadamente una distancia igual para crear el espacio 82. Además, como se muestra en las figuras 4 y 5A, la guía axial 66 está espaciada dentro del espacio 82, de manera que los tubos 84 se pueden enrollar alrededor de la guía axial 66 cuando se hace girar el torno 74 en la dirección de la flecha A a lo largo del eje X. La guía axial 66 puede tener un patrón en espiral predeterminado, como se muestra en la figura 4, de manera que los tubos 84 se puedan enrollar alrededor de la guía axial 66 para conformarse a este patrón en espiral, por ejemplo, el patrón requerido por cualquier aplicación particular.

50 Como se muestra en la figura 4, los tubos 84 pasan a través de la primera guía 54. Como se muestra en la figura 6, la primera guía 54 tiene seis orificios 98 para acomodar a cada tubo 84 y un orificio 100 para recibir la guía axial 66. Los orificios 98 de la primera guía 54 son preferiblemente de forma ovalada, lisa alrededor de los bordes y más grande que los orificios 78 del dispositivo 50 para facilitar el paso de los tubos 84 a través de la guía 54.

55 Como se muestra en la figura 4, separada de la primera guía 54 hay una segunda guía 62. Como se muestra en la figura 7, la segunda guía 62 tiene orificios 104 de número y tamaño suficientes para recibir los tubos 84 y tiene un orificio 106 para recibir la guía axial 66. La segunda guía 62 impide que los tubos 84 giren con el torno 74 a lo largo de la dirección de la flecha A como la primera guía 54. Los tubos 84 por otra parte tienen una tendencia a acodarse en esta dirección. Además, la segunda guía 62 es móvil a lo largo del eje X como la primera guía 54.

60 De esta manera, el torno 74 hace girar al dispositivo 50 y los tubos 84 en la dirección de la flecha A para enrollar los tubos 84 alrededor de la guía axial 66. Los tubos se enrollan en el espacio entre el dispositivo 50 y la primera guía 54 y el primer segmento tubular 88. Sin embargo, la primera guía 54 y la segunda guía 62 impiden que los tubos 84 se enrollen alrededor de la guía axial 66. Como consecuencia, el segundo segmento tubular 92 permanece desenrollado alrededor de la guía axial 66. Como consecuencia, el enrollamiento de los tubos en el primer segmento tubular 88 será más uniforme. Como los tubos 84 están entrecruzados, la primera guía 54 y la segunda guía 62 se mueven entonces a lo largo del eje X en la dirección de la flecha Y. Es preferible que la primera guía 54 se

mantenga a una distancia predeterminada de la localización de los bucles formados entre el dispositivo extremo 50 y la primera guía 54 como se muestra por la distancia Z en la figura 4.

Una vez que los tubos 84 han sido completamente enrollados, la guía axial 66 se retira de los tubos enrollados 84. Como se muestra en la figura 8, la guía axial 66 puede ser reemplazada entonces por otro tubo intercambiador de calor 96, que puede ser insertado en el espacio anteriormente ocupado por la guía axial. El tubo 96 puede ser otro intercambiador de calor de tubos múltiples entrecruzados o un simple cilindro que conduce a otro fluido. Los tubos 84 y el tubo 96 pueden ser insertados entonces en el cilindro 16, que a continuación, puede ser taponado por otro dispositivo 50.

Los intercambiadores de calor y su funcionamiento se explicarán a continuación en detalle. Haciendo referencia a la figura 1, el intercambiador de calor 14 tiene un primer tubo intercambiador de calor 18 y un segundo tubo intercambiador de calor 34 entrecruzados en espiral alrededor del eje X, de manera que el primer bucle 22 del primer tubo intercambiador de calor 18 entre en contacto con el segundo bucle 38 del segundo tubo intercambiador de calor 34. Como consecuencia de la extensión en espiral de estos tubos juntos, el primer bucle 22 entra en contacto con el segundo bucle 38 muy estrechamente para promover el intercambio de calor. Como se muestra además en la figura 1, el primer bucle 22 tiene un ángulo β , mientras que el segundo bucle tiene un ángulo α con relación al eje X. El ángulo α es generalmente el mismo que el ángulo β para garantizar aún más un ajuste estrecho entre el primer tubo intercambiador de calor 18 y el segundo tubo intercambiador de calor 34. Además, formado dentro del primer bucle 22 y del segundo bucle 38 hay un volumen 222. El volumen 222 puede recibir otro elemento de intercambio de calor para mejorar aún más el intercambio de calor.

El intercambio de calor se realiza de la siguiente manera. El primer fluido 208, tal como agua, entra a través de la primera entrada de fluido 200 y pasa a través del volumen de fluido 17 saliendo a través de la primera salida de fluido 204, como se muestra. Además, el segundo fluido 212 y el tercer fluido 218 pasan a través del primer tubo intercambiador de calor 18 y del segundo tubo intercambiador de calor 34, respectivamente. El segundo fluido 212 y el tercer fluido 218 pueden ser, de hecho, el mismo fluidos o diferentes. Como se muestra, el segundo fluido 212 pasa desde un extremo del tubo intercambiador de calor 18 saliendo por el otro extremo. Lo mismo es cierto para el tercer fluido intercambiador de calor 218 y el segundo tubo intercambiador de calor 34. Cuando los fluidos 208, 212 y 218 pasan unos con respecto a los otros, intercambian calor. Puesto que el primer tubo intercambiador de calor 18 y el segundo tubo intercambiador de calor 34 son dos tubos diferentes, los dos fluidos 212, 218 pueden mantenerse separados uno del otro pero manteniéndose lo suficientemente cercanos uno al otro para intercambiar calor. Además, como se muestra adicionalmente en la figura 1, las direcciones del segundo fluido 212 y del tercer fluido 218 son opuestas a la dirección del primer fluido 208. Esta técnica aumenta la turbulencia del fluido de manera que cuando los fluidos 208, 212 y 218 pasan en relación unos con los otros, intercambian calor con más eficiencia.

Además, las tapas extremas 50 sirven para separar los fluidos 212 y 218 del fluido 208. Específicamente, los fluidos 212 y 218 pueden pasar a través de las tapas extremas 50, mientras que el fluido 208 no lo hace pues las tapas 50 sirven para contener el fluido 208 en un volumen 17 cuando el fluido 208 pasa desde la entrada 200 a la salida 204. De esta manera, los fluidos 208, 212 y 218 pueden estar separados.

Como se muestra en la figura 9, el intercambiador de calor 14 puede estar interconectado a intercambiadores de calor contruidos de manera similar. El intercambiador de calor 14 está interconectado a un intercambiador de calor 13 y a un intercambiador de calor 15 contruidos de manera similar. El fluido, tal como agua, pasa a través de la primera entrada de fluido 200 desde el intercambiador de calor 13 al intercambiador de calor 14. A continuación, el agua pasa a través de la longitud del intercambiador de calor 14 saliendo por la primera salida de fluido 204 (como se muestra en la figura 1) al intercambiador de calor 15 a través de la segunda entrada de fluido 288, que está en comunicación con la primera salida de fluido 204 del intercambiador de calor 14. El agua pasa entonces a través de la carcasa 280 del segundo intercambiador de calor 15 a través del segundo volumen de fluido 284 al interior de la segunda carcasa 280 y finalmente sale por la segunda salida de fluido 292. De esta manera, el fluido puede pasar a través de intercambiadores de calor ya sea en circuitos en paralelo o en serie, para intercambiar calor con enrollamientos alojados dentro de cada uno de los intercambiadores de calor sin que se produzca un entremezclado de los fluidos.

Como se muestra en la figura 10, para mejorar el intercambio de calor, el elemento térmicamente conductor 226 está espaciado dentro del volumen 222, formado como se ha explicado anteriormente. El elemento térmicamente conductor 226 comprende una pieza de metal, tal como cobre, que tiene una primera espiral 230 a lo largo de la dirección F_1 . El primer tubo intercambiador de calor 18 y el segundo tubo intercambiador de calor 34 se extienden en espiral en la dirección de la flecha F_2 , que es una dirección opuesta a la dirección de la flecha F_1 . Mediante la colocación del elemento térmicamente conductor 226 dentro del volumen 222 y extendiéndose en espiral este elemento de esta manera, la turbulencia del fluido dentro de la carcasa 16 es promovida para mejorar el intercambio de calor de la carcasa de fluido 16 y los fluidos dentro del primer intercambiador de calor 18 y del segundo tubo intercambiador de calor 34.

Como se muestra en las figuras 8, 11 y 12, tubos múltiples, por ejemplo tres como se muestra en la figura 12, cuatro como se muestra en la figura 11, y seis tubos como se muestra en la figura 8, pueden estar entrecruzados para

5 permitir el intercambio de calor de múltiples fluidos sin entremezclar los fluidos en cada tubo. Cada uno de los intercambiadores de calor que se muestran en las figuras 8, 11 y 12 puede ser fabricado por el proceso que se ha descrito más arriba. Como se muestra en la figura 8, estos tubos múltiples pueden ser entrecruzados de manera que el primer bucle 22 del primer tubo intercambiador de calor 18 sea vecino del segundo bucle 38 del segundo tubo intercambiador de calor 34, el cual es vecino del tercer bucle 244 del tercer tubo 240, que es vecino del cuarto bucle 252 del cuarto tubo 248, que es vecino del quinto bucle 258 del quinto tubo 256, que finalmente es vecino del sexto bucle 264 del sexto tubo 260. Como es conocido, el apretado de la espiral, la longitud del tubo, el número de tubos, el diámetro de los tubos, así como el ángulo de la espiral de estos tubos se pueden ajustar para conseguir las necesidades particulares de una tarea dada de intercambio de calor.

10 Como consecuencia, la descripción anterior es ejemplar en lugar de ser limitativa. Muchas modificaciones y variaciones de la presente invención son posibles a la luz de las enseñanzas anteriores. Se han descrito las realizaciones preferidas de la presente invención. Sin embargo, una persona con conocimiento normal de la técnica reconocerá que ciertas modificaciones estarían dentro del alcance de esta invención. Por lo tanto, dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas, la invención puede ser practicada de otra manera que la que se ha descrito específicamente. Por esta razón, las siguientes reivindicaciones deberían ser estudiadas para determinar el verdadero alcance y contenido de esta invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de un intercambiador de calor de tubos múltiples que comprende las etapas de:

- a) enrollar un primer tubo intercambiador de calor (18) alrededor de un eje (X) para formar un primer bucle (22);
- b) enrollar un segundo tubo intercambiador de calor (34) alrededor del eje para formar un segundo bucle (38);
- c) entrecruzar el primer tubo intercambiador de calor (18) con el segundo tubo intercambiador de calor (34) de tal manera que el primer bucle (22) sea vecino del segundo bucle (38) a lo largo del eje (X);

en el que el primer tubo intercambiador de calor (18) tiene una primera porción rotativamente libre (26) y una primera porción fija (30) y el segundo tubo intercambiador de calor (34) tiene una segunda porción rotativamente libre (42) y una segunda porción fija (46), siendo libres la primera porción rotativamente libre (26) y la segunda porción rotativamente libre (42) para enrollarse alrededor del eje (X) y estando fijadas la primera porción fija (30) y la segunda porción fija (46) contra el enrollamiento alrededor del eje (A);

en el que la primera porción rotativamente libre (26) y la segunda porción rotativamente libre (42) están fijadas a un dispositivo (50);

el dispositivo (50) se hace girar para entrecruzar el primer tubo intercambiador de calor (18) con el segundo tubo intercambiador de calor (34);

la primera porción fija (30) y la segunda porción fija (46) son recibidas en orificios (98) de una guía (54), **caracterizado porque** la citada guía (54) es móvil a lo largo del eje (X) y los citados orificios (98) está biselado por lo que los citados tubos intercambiadores de calor primero y segundo (18, 34) pueden ser alimentados con un ángulo (β) al citado eje (X).

2. El método de fabricación del intercambiador de calor de tubos múltiples de la reivindicación 1 que incluye la etapa de:

enrollar el primer tubo intercambiador de calor (18) y el segundo tubo intercambiador de calor (34) a lo largo de una guía axial (66) que se extiende a lo largo del eje (X).

3. El método de fabricación del intercambiador de calor de tubos múltiples de la reivindicación 2, que incluye la etapa de:

retirar la guía axial (66) y sustituir la guía axial (66) por un tercer tubo intercambiador de calor (56).

4. El método de fabricación del intercambiador de calor de tubos múltiples de la reivindicación 3, en el que el citado tercer tubo intercambiador de calor (96) se extiende en espiral en una dirección opuesta a la espiral de los bucles primero y segundo (22, 38).

5. El método de fabricación del intercambiador de calor de tubos múltiples de la reivindicación 2, que incluye la etapa de:

retirar la guía axial (66) y reemplazar la guía axial (66) por un cilindro simple que conduce otro fluido.

6. El método de fabricación del intercambiador de calor de tubos múltiples de la reivindicación 2, en el que la guía axial (66) tiene un patrón en espiral con el que el primer bucle (22) del primer tubo intercambiador de calor (18) y el segundo bucle (38) del segundo tubo intercambiador de calor (34) están enrollados.

7. El método de fabricación del intercambiador de calor de tubos múltiples de la reivindicación 1, en el que los bucles primero y segundo (22, 38) están enrollados para formar un volumen interno (222) y en el que un dispositivo térmicamente conductor (226) está espaciado dentro del volumen (222), comprendiendo el dispositivo térmicamente conductor (226) una pieza de metal tal como cobre, que tiene una espiral (230) en la dirección opuesta a la espiral de los bucles primero y segundo (22, 38).

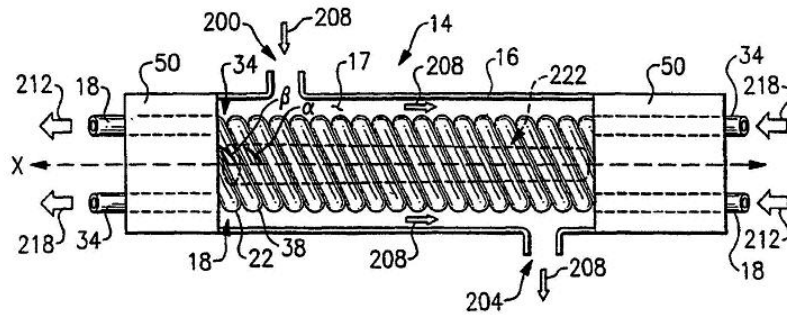


FIG. 1

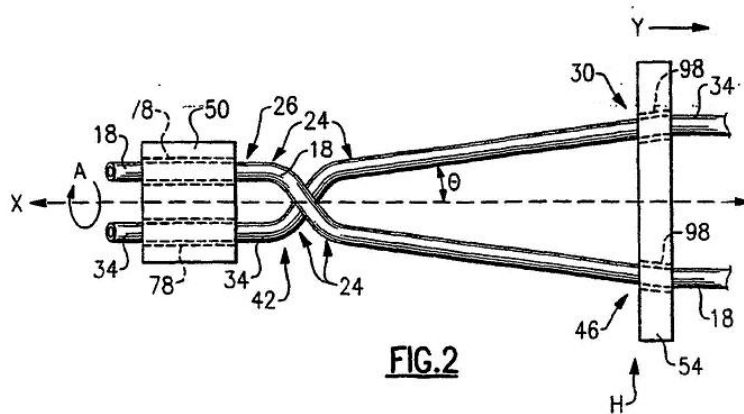
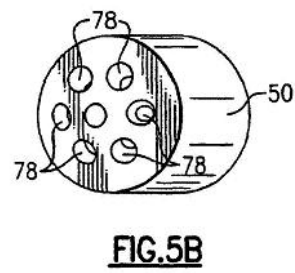
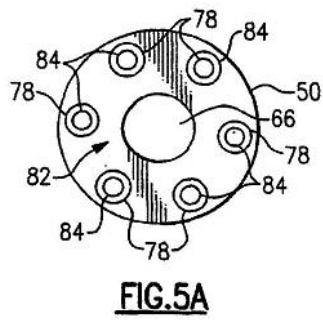
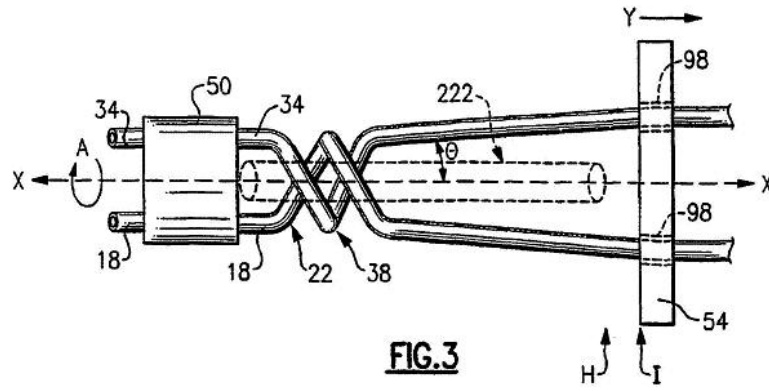


FIG. 2



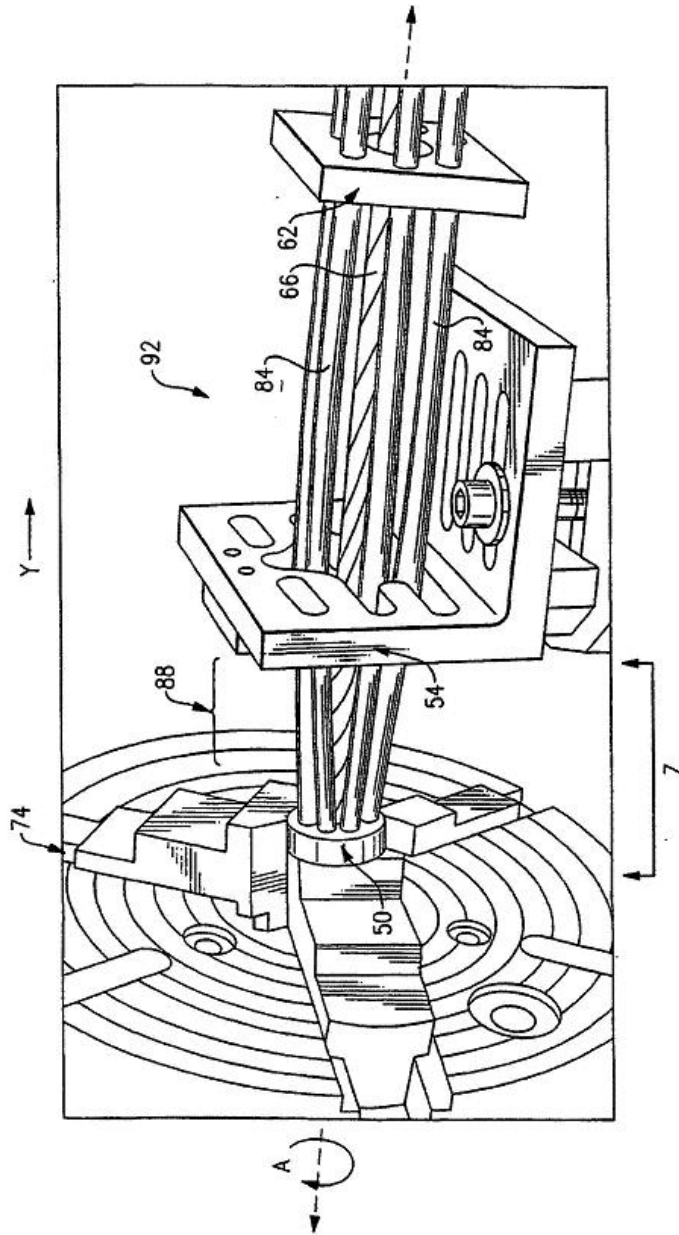


FIG.4

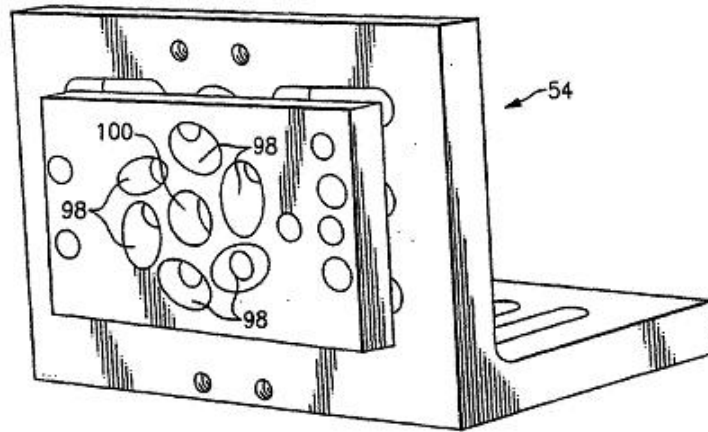


FIG. 6

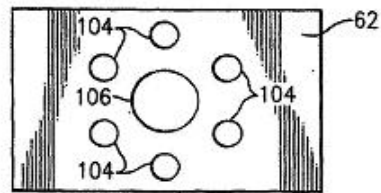


FIG. 7

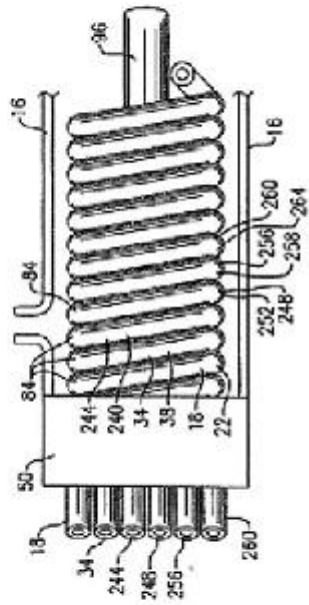


FIG. 8

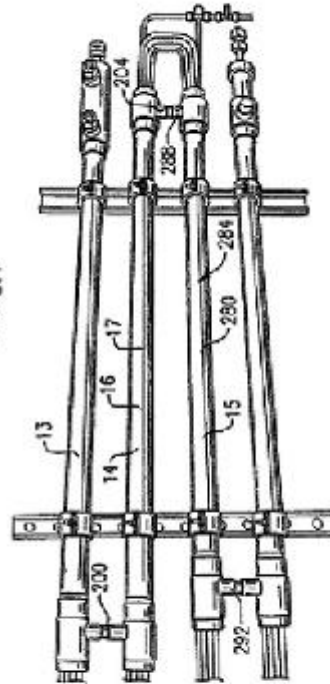


FIG. 9

