

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 744 883**

51 Int. Cl.:

F28F 19/00 (2006.01)

F28F 1/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.07.2011 PCT/US2011/044788**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.02.2012 WO12018536**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.07.2011 E 11736529 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 2598821**

54 Título: **Intercambiador de calor de tubos y aletas de aluminio**

30 Prioridad:

27.07.2010 US 368075 P
26.07.2010 US 367688 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
26.02.2020

73 Titular/es:

CARRIER CORPORATION (100.0%)
One Carrier Place
Farmington, CT 06034, US

72 Inventor/es:

TARAS, MICHAEL F.;
SCARCELLA, JASON;
POPLAWSKI, BRUCE J.;
ESFORMES, JACK L.;
LOMBARDO, MARY T. y
GAROSSHEN, THOMAS J.

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 744 883 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 de tubos y aletas de aluminio

5 Campo de la invención

En términos generales, la presente invención se refiere a intercambiadores de calor de tubos y aletas y, más específicamente, a un intercambiador de calor de evaporador de tubos y aletas completamente hechos de una aleación de aluminio resistente a la corrosión particularmente adecuado para su uso en relación con sistemas de refrigeración de transporte.

Antecedentes de la invención

Por lo general, los cargamentos perecederos, tales como productos frescos, carne roja, carne de aves de corral, mariscos y otros alimentos frescos y congelados se transportan en la caja frigorífica de un camión, remolque o contenedor de transporte. Los contenedores de este tipo normalmente están diseñados para adaptarse al transporte terrestre en remolques, marítimo en barcos porta-contenedores o ferroviario en vagones plataforma, e incluso aéreo en aviones de carga. En la práctica industrial convencional, el camión, remolque o contenedor que transporta el cargamento perecedero está equipado con un sistema de refrigeración para mantener la caja de carga a una temperatura comprendida en un intervalo de temperatura específico para mantener la frescura y minimizar el deterioro en tránsito. El sistema de refrigeración se monta en una pared, normalmente la pared delantera, de la caja de carga del camión, remolque o contenedor.

El sistema de refrigeración incluye un compresor y una unidad condensadora aislados de la caja de carga, y una unidad evaporadora que incluye un intercambiador de calor tubular, comúnmente un intercambiador de calor de tubos y aletas, operativamente asociado con la caja de carga del camión, remolque o contenedor. El aire extraído de la caja de carga se hace pasar por encima del intercambiador de calor de evaporador en relación de intercambio de calor con refrigerante que circula a través de los tubos del intercambiador de calor mediante lo cual el aire se enfría antes de suministrarse nuevamente a la caja de carga.

Los intercambiadores de calor de evaporador convencionales utilizados en sistemas de refrigeración de transporte tienen una estructura de tubos cilíndricos y aletas de placa con tubos de cobre y aletas de aluminio. Por ejemplo, las patentes de EE.UU. N.º 6.325.138 y 6.578.628, cedidas a Carrier Corporation, describen intercambiadores de calor de tubos cilíndricos y aletas de placa que tienen tubos de cobre y aletas de aluminio con resistencia mejorada a la corrosión galvánica. Para potenciar el intercambio de calor, los tubos de cobre normalmente tienen mejoras internas y las aletas de aluminio presentan un diseño ondulado, para aumentar la transferencia de calor en el lado del refrigerante y en el lado del aire respectivamente. El precio de los tubos de cobre con el interior ranurado es sumamente variable, puesto que depende del precio del material del cobre crudo y representa un factor determinante del coste del intercambiador de calor. Asimismo, el cobre es tres veces más denso que el aluminio. Por lo tanto, en los intercambiadores de calor de tubos de cobre y aletas de aluminio convencionales, el peso del intercambiador de calor está determinado principalmente por el peso de los tubos de cobre.

Los tubos de aluminio están disponibles en el mercado, pero no se utilizan actualmente en aplicaciones de refrigeración de transporte debido a varios factores, incluyendo no solo el problema de la corrosión en aplicaciones de refrigeración de transporte y la menor resistencia a la tracción del aluminio respecto del cobre y el mayor grosor de pared requerido para una resistencia al estallido idéntica, sino también la mayor expansión térmica del aluminio respecto del cobre, la sensibilidad a soldaduras fuertes para juntas Al/Al debido a la complejidad en cuanto a la geometría y a que la temperatura de fusión de las aleaciones de Al está muy próxima a la temperatura de fusión de las aleaciones de soldaduras fuertes, y la susceptibilidad del aluminio a la fatiga y al frotamiento debido a los elevados niveles de vibración.

En consecuencia, existe un deseo de desarrollar un intercambiador de calor que tenga una estructura totalmente de aleación de aluminio, es decir, un intercambiador de calor que tenga tubos de aleación de aluminio, aletas de aleación de aluminio y láminas de tubos de aleación de aluminio, que tenga una resistencia a la corrosión aceptable para utilizar en aplicaciones de refrigeración de transporte, menor peso y sustancialmente el mismo rendimiento en cuanto a transferencia de calor que los intercambiadores de calor de tubos de cobre y aletas de aluminio convencionales utilizados en sistemas de refrigeración de transporte.

El documento US 2005/0155750 describe un cuello de aleta con una forma que potencia la aplicación y el flujo de recubrimiento por soldadura fuerte de fundente dentro del tubo hasta la junta de la aleta para proporcionar una unión estructural y térmica mejorada.

El documento EP 1887304 describe un intercambiador de calor con una pluralidad de aletas con cuellos de fijación.

El documento US 3443634 describe un intercambiador de calor que comprende aletas que comprenden bridas de fijación.

5 **Resumen de la invención**

La presente invención proporciona un intercambiador de calor que comprende: al menos un tubo de serpentín que tiene una pluralidad de longitudes de tubo que se extienden longitudinalmente; y una pluralidad de aletas de intercambio de calor distribuidas en el al menos un tubo, aletas adyacentes de la pluralidad distribuida de aletas de intercambio de calor que tienen cuellos dispuestos alrededor y en contacto con el al menos un tubo, donde el al menos un tubo comprende un tubo hecho de una primera aleación de aluminio que tiene un primer potencial galvánico; y la pluralidad de aletas de intercambio de calor comprende aletas hechas de una segunda aleación de aluminio, teniendo la segunda aleación de aluminio un segundo potencial galvánico, siendo el segundo potencial galvánico más elevado que el primer potencial galvánico; y el al menos un tubo de serpentín comprende una pluralidad de tubos de horquilla sujetos entre láminas de tubos espaciadas, teniendo cada tubo de horquilla un par de longitudes de tubo que se extienden longitudinalmente y una curva de horquilla, estando la pluralidad de tubos de horquilla interconectados de forma fluida por una pluralidad de codos de retorno, caracterizado porque los cuellos son cuellos de fijación y forman colectivamente una capa protectora integral alrededor del al menos un tubo; y porque los cuellos de fijación comprenden una parte ensanchada que se proyecta hacia fuera de un primer borde de la aleta y un rebaje proporcionado en el borde opuesto de la aleta, siendo la parte ensanchada de una aleta recibida en el rebaje de una aleta adyacente.

Breve descripción de los dibujos

25 Para una mejor comprensión de la descripción, se hará referencia a la siguiente descripción detallada que se ha de leer en relación con los dibujos que la acompañan, donde:

la Fig. 1 es una vista en perspectiva, parcialmente explosionada, que ilustra un único banco de un intercambiador de calor de tubos y aletas;

30 la Fig. 2 es una vista en perspectiva del extremo de codo de retorno del intercambiador de calor montado de la Fig. 1; la Fig. 3 es una vista en alzado y en sección de la interfaz de aleta y tubo de un intercambiador de calor de tubos de aluminio y de aletas de aluminio de acuerdo con la descripción del presente documento;

35 la Fig. 4 es una vista en sección a través de un tubo de aluminio con el interior ranurado de una realización del intercambiador de calor descrito en el presente documento;

la Fig. 5 es una vista transversal del tubo con el interior ranurado tomada sustancialmente a lo largo de la línea 5-5 de la Fig. 4; y

40 la Fig. 6 es una vista en alzado de una sección ampliada del tubo con el interior ranurado de la Fig. 5.

Descripción detallada de la invención

45 En primer lugar, con referencia a las Fig. 1 y 2 de los dibujos, se representa una realización ejemplar de un intercambiador de calor de tubos cilíndricos y placas 10 del tipo general comúnmente utilizado como evaporador en sistemas de refrigeración de transporte que muestra un banco de tubos de serpentín 12. Se ha de entender que el típico intercambiador de calor 10 tendrá una pluralidad de bancos de tubos de serpentín 12 dispuestos en una relación de espaciado lateral, por ejemplo, como se representa en la Fig. 2. El tubo de serpentín 12 está formado por una pluralidad de secciones de tubo de horquilla 14 conectadas en comunicación fluida por codos de retorno 16. Cada sección de tubo de horquilla 14 tiene un par de longitudes de tubo 18 generalmente paralelas que se extienden longitudinalmente y un codo de horquilla con giro en U 20. Las láminas de tubos 22 y 24, que están dispuestas en relación espaciada en extremos opuestos de las longitudes de tubo 18 que se extienden longitudinalmente, son atravesadas por cada longitud de tubo 18 de la pluralidad de bancos de tubos 12 y proporcionan soporte estructural para los bancos de tubos. Se ha de entender que dos secciones de tubos rectas conectadas por un codo de retorno 16 pueden ser sustituidas por una sección de tubo de horquilla única 14. Asimismo, se pueden incorporar una o más láminas de tubos intermedias en el intercambiador de calor 10.

60 El intercambiador de calor 10 incluye una pluralidad de aletas 26 dispuestas en una relación de espaciado paralelo y que se extienden transversalmente a las longitudes de tubo 18 que se extienden longitudinalmente. Cada aleta 26 comprende una aleta de placa de tipo lámina que tiene un conjunto de aberturas en ella, sirviendo cada abertura para alojar una longitud de tubo 18 que atraviesa dicha abertura cuando se monta el intercambiador de calor 10. Para montar el intercambiador de calor 10, cada aleta 26 de la pluralidad de aletas de placa de tipo lámina se desliza por

el conjunto de longitudes de tubo 18, una detrás de otra, recibiendo cada abertura de cada aleta 26 una longitud de tubo 18 correspondiente, hasta que todas las aletas 26 están montadas en la pluralidad de longitudes de tubo 18. Por lo tanto, las longitudes de tubo 18 se expanden radialmente hacia fuera desde dentro de las longitudes de tubo 18 por lo que la pared exterior de cada longitud de tubo 18 se fuerza en contacto con apriete con cada una de las porciones de cuello 28 que rodean las aberturas de cada una de las aletas 26. Cuando el conjunto de aletas 26, comúnmente denominado el paquete de aletas, se monta sobre las longitudes de tubo 18, el paquete de aletas se extiende entre las láminas de tubos espaciadas 22 y 24 y por encima de sustancialmente la longitud completa de las longitudes de tubo 18. El espaciado entre las aletas dentro del paquete de aletas generalmente está definido por las porciones 28 de cuello de aleta. Las aletas 26 pueden tener rasgos de mejora de rendimiento térmico tales como corrugaciones, ondas, hendiduras, enrejado o características similares.

Las porciones 28 de cuello tienen una parte ensanchada que se proyecta hacia fuera desde un primer borde de la aleta y un rebaje proporcionado en el borde opuesto de la aleta. Cuando las aletas 26 se distribuyen en una relación de espaciado frente a frente durante el proceso de montaje, las porciones 28 de cuello de aleta encajan con la parte ensanchada de una aleta recibida en el rebaje de la aleta adyacente. Cuando las longitudes de tubo 18 se expanden radialmente hacia fuera, las porciones 28 de cuello de aleta se aplastan fijando de este modo las partes ensanchadas con los rebajes asociados. Como resultado, se elimina cualquier espacio o hueco que pueda haber existido entre las aletas de fijación 26 adyacentes en el conjunto de paquetes de aletas montado y se forma una capa integral alrededor de la pared exterior de las longitudes de tubo 18.

En un aspecto del intercambiador de calor 10 descrito en el presente documento, los tubos 12, que incluyen las secciones 14 de tubo de horquilla y los codos de retorno 16, las láminas de tubos 22 y 24 y las aletas 26 están todos hechos de aleaciones de aluminio. Los tubos 12 están hechos de una primera aleación de aluminio, las láminas de tubos 22, 24 están hechas de una segunda aleación de aluminio, y las aletas 26 están hechas de una tercera aleación de aluminio, teniendo la segunda y la tercera aleación de aluminio un mayor potencial galvánico respecto de la primera aleación de aluminio. Por lo tanto, la segunda y la tercera aleación de aluminio actúan como ánodos de sacrificio para proteger la primera aleación. Por lo tanto, las láminas de tubos de aleación de aluminio 22, 24 y las aletas de aleación de aluminio 26 actúan como ánodos de sacrificio para proteger los tubos de aleación de aluminio 12.

La selección de la combinación de aleación del tubo, es decir, la primera aleación de aluminio, y aleación de la aleta, es decir, la tercera aleación de aluminio, es crítica para proporcionar al intercambiador de calor de aluminio 10 resistencia a la corrosión adecuada a largo plazo. La aleación de la aleta debe actuar como ánodo de sacrificio para proteger el tubo en las condiciones medioambientales de funcionamiento. Como regla general, la diferencia de potencial galvánico entre la tercera aleación de aluminio, es decir, la aleación de la aleta, y la primera aleación de aluminio, es decir la aleación del tubo, es mayor de alrededor de 20 milivoltios. Asimismo, la tercera aleación de aluminio, es decir, la aleación de la aleta, debería mostrar tasas de corrosión reducidas en las condiciones medioambientales de funcionamiento. Entre los ejemplos de buenas combinaciones de aleación de aleta y aleación de tubo para un intercambiador de calor de evaporador para aplicaciones de refrigeración de transporte se incluyen: un tubo hecho de aleación de aluminio AA3003 con aletas hechas de aleación de aluminio AA1100 o AA7072, un tubo hecho de aleación de aluminio AA30048 y una aleta hecha de aleación de aluminio AA7072, y un tubo hecho de aleación de aluminio AA3102 y una aleta hecha de aleación de aluminio AA7072. Las especificaciones de aleación de aluminio son las de los estándares de la Asociación Estadounidense del Aluminio. Utilizando tales combinaciones, las aletas de aluminio de fijación 26 forman una capa de cobertura que actúa como ánodo de sacrificio para proteger los tubos de horquilla de aluminio 14 subyacentes y que proporciona resistencia a la corrosión añadida en la zona del paquete de aletas.

De manera similar, las láminas de tubos 22, 224 también deberían actuar como ánodos de sacrificio para proteger los tubos de horquilla 14 que atraviesan dichas láminas. La segunda aleación de aluminio de la cual están hechas las láminas de tubos 22, 24 deberían tener una diferencia de potencial galvánico significativa, en general también mayor de alrededor de 20 milivoltios, respecto de la primera aleación de aluminio de la cual están hechos los tubos de horquilla 14. Entre los ejemplos de buenas combinaciones de aleación de tubo y aleación de lámina de tubos para un intercambiador de calor de evaporador para aplicaciones de refrigeración de transporte se incluyen: tubos hechos de aleación de aluminio AA3003 con láminas de tubos hechas de aleación de aluminio AA.5052, tubos hechos de aleación de aluminio AA30048 con láminas de tubos hechas de aleación de aluminio AA7072, y tubos hechos de aleación de aluminio AA3102 con láminas de tubos hechas de aleación de aluminio AA7072.

Dado el gran gradiente térmico en el entorno de la refrigeración y las cargas de vibración elevadas en las aplicaciones de transporte, y la menor resistencia a la tracción del aluminio respecto del cobre, la interferencia entre tubos y lámina de tubos puede ser un problema si no se proporciona espacio suficiente para evitar daño de los tubos a largo plazo debido al frotamiento. El espacio entre los tubos y la lámina de tubos ha de mantenerse desde el punto de vista del estrés térmico pero debería minimizarse por las vibraciones. El espacio, T_s , medido en una dirección radial como se indica en la Fig. 5, entre las aberturas en la lámina de tubos 22, 24 a través de las cuales pasa un tubo cilíndrico 14 que tiene un diámetro exterior D , se puede seleccionar de modo que la relación adimensional T_s/D tenga un valor que

oscile entre 0,0013 y 0,0363.

5 Los codos de retorno 16 y las curvas de horquilla 20 de los tubos de horquilla 14 están dispuestos fuera de la zona del paquete de aletas y, por lo tanto, estas porciones del tubo de serpentín 12 no están protegidas por la capa de sacrificio proporcionada por las aletas de fijación 26. Se puede aplicar recubrimiento de protección a los codos de retorno 16 y a las curvas de horquilla 20 de los tubos de horquilla 14 para proporcionar resistencia a la corrosión a las curvas de horquilla 20 y a los codos de retorno 16 equivalente a la vida útil de diseño de la zona del paquete de aletas del intercambiador de calor. Por ejemplo, se pueden aplicar recubrimientos de protección a los extremos de la lámina de tubos para revestir las curvas de horquilla 20 y los codos de retorno 16. Entre los recubrimientos de protección aceptables se incluyen, por ejemplo, sin carácter restrictivo, barniz con base acrílica al disolvente transparente, barniz 10 con base de uretano, recubrimientos por conversión, recubrimientos electroforéticos acrílicos, recubrimientos electroforéticos de resina epoxi, recubrimientos electroforéticos inhibidores de la corrosión, polvo de poliéster, recubrimientos en polvo y resinas epoxi pre-tratadas de 2 componentes, que se pueden aplicar según el nivel de protección que se desee.

15 Si se desea, se puede aplicar un recubrimiento de protección al intercambiador de calor 10 entero para proporcionar resistencia a la corrosión adicional en condiciones de exposición al medio ambiente severas que se puedan producir en algunas aplicaciones de refrigeración de transporte. Entre los ejemplos de recubrimientos de protección que se pueden aplicar al intercambiador de calor 10 entero se incluyen, sin carácter restrictivo, recubrimientos por conversión de cromo trivalente, recubrimientos por conversión de circonio, recubrimientos de fosfato de cinc y recubrimientos de fosfato de hierro. Asimismo, cualquiera de los recubrimientos mencionados previamente para la aplicación a las curvas de horquilla 20 y a los codos de retorno 16 se puede aplicar al intercambiador de calor 10 entero como un tratamiento previo seguido de la aplicación de una capa adicional de los recubrimientos mencionados.

25 Las bobinas de intercambiador de calor de tubos cilíndricos de aluminio y de aletas de placa de aluminio pueden reemplazar a las bobinas de intercambiador de calor de una estructura similar con tubos cilíndricos de cobre y aletas de aluminio alcanzándose un rendimiento térmico equivalente en una gran variedad de condiciones medioambientales y parámetros de funcionamiento. Los tubos de aluminio necesitan tener una pared más gruesa debido a la menor resistencia a la tracción de las aleaciones de aluminio en comparación con las aleaciones de cobre. Los tubos de aluminio utilizados en aplicaciones de intercambiador de calor pueden tener el interior ranurado o, por el contrario, se pueden proporcionar con mejoras en forma de aletas internas tales como las ilustradas en la realización ejemplar del tubo 14 representado en las Fig. 4-6.

35 En la tabla que se muestra a continuación se proporcionan varios grupos adimensionales que representan geometría interna de tubo con rendimiento térmico potenciado y rigidez estructural mejorada (véanse las Fig. 4-6 asociadas para las definiciones de parámetros individuales).

Tabla I

Parámetro	Leyendas según Fig. 4-6	Intervalo
Pared de tubo/DE tubo (estructural)	$(p-h)/D$	0,047-0,086
Altura de aleta/DE tubo (estructural y rendimiento)	h/D	0,0042-0,0429
Altura de aleta/Base de aleta (estructural y rendimiento)	h/a	0,115-1,333
Punta y base de aleta/DE tubo (estructural)	$(a+k)/D$	0,04-0,08
Base de aleta/espaciado de aleta (estructural y rendimiento)	a/b	0,65-0,90
Diferencia de base de aleta a punta de aleta/punta de aleta (estructural y rendimiento)	$a/k-1$	0,6-2,0
Diferencia de base de aleta a punta de aleta/altura de aleta	$(a-k)/h$	0,25-0,35

40 Asimismo, la relación perímetro de aleta respecto de sección transversal de aleta para las mejoras internas de la aleta puede tener un valor que oscila entre 400 y 650 (expresado en pulgadas⁻¹). Con referencia a la Fig. 6, la relación perímetro de aleta/sección transversal de aleta se define como $(a + k + 2*(((a-k)/2)^2 + h^2)^{0.5})/(h*(a+k)/2)$.

La terminología utilizada en el presente documento tiene fines descriptivos y no restrictivos. Los detalles estructurales

5 y funcionales específicos descritos en el presente documento no se han de interpretar como restrictivos, sino simplemente como base para enseñarles a los expertos en la materia a emplear la presente invención. Los expertos en la materia también reconocerán los equivalentes que pueden sustituir a elementos descritos con referencia a realizaciones ejemplares descritas en el presente documento sin apartarse del alcance de la presente invención según se define en las reivindicaciones.

10 Aunque esta invención se ha mostrado y descrito en particular con referencia a las realizaciones ejemplares según se ilustran en los dibujos, los expertos en la materia reconocerán que pueden realizarse diversas modificaciones sin apartarse del alcance de la invención según se define en las reivindicaciones. Por lo tanto, se pretende que la presente descripción no esté limitada a la realización o realizaciones particulares descritas, sino que la descripción incluya todas las realizaciones comprendidas dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un intercambiador de calor (10) que comprende:

5 al menos un tubo de serpentín (12) que tiene una pluralidad de longitudes de tubo (18) que se extienden longitudinalmente; y

10 una pluralidad de aletas de intercambio de calor (26) distribuidas en el al menos un tubo (12), aletas adyacentes de la pluralidad distribuida de aletas de intercambio de calor que tienen cuellos (28) dispuestos alrededor y en contacto con el al menos un tubo (12),

15 donde el al menos un tubo (12) comprende un tubo (12) hecho de una primera aleación de aluminio que tiene un primer potencial galvánico; y la pluralidad de aletas de intercambio de calor (26) comprende aletas (26) hechas de una segunda aleación de aluminio, teniendo la segunda aleación de aluminio un segundo potencial galvánico, siendo el segundo potencial galvánico mayor que el primer potencial galvánico; y

20 el al menos un tubo de serpentín (12) comprende una pluralidad de tubos de horquilla (14) sujetos entre láminas de tubos espaciadas (22, 24), teniendo cada tubo de horquilla (14) un par de longitudes de tubo (18) que se extienden longitudinalmente y una curva de horquilla (20), estando la pluralidad de tubos de horquilla (14) interconectados de manera fluida por una pluralidad de codos de retorno (16);

caracterizado porque:

25 los cuellos (28) son cuellos de fijación (28) y forman colectivamente una capa protectora alrededor del al menos un tubo (12); y porque

30 los cuellos de fijación (28) comprenden una parte ensanchada que se proyecta hacia fuera desde un primer borde de la aleta (26) y un rebaje proporcionado en el borde opuesto de la aleta (26), siendo la parte ensanchada de una aleta (28) recibida en el rebaje de una aleta adyacente (26).

35 2. El intercambiador de calor (10) según se describe en la reivindicación 1 donde la capa protectora alrededor del al menos un tubo (12) comprende una capa que actúa como ánodo de sacrificio para proteger el al menos un tubo (12).

3. El intercambiador de calor (10) según se describe en la reivindicación 1 o 2 donde cada tubo (12) comprende una lámina de tubos (22, 24) hecha de una tercera aleación de aluminio, teniendo la tercera aleación de aluminio un tercer potencial galvánico, siendo el tercer potencial galvánico mayor que el primer potencial galvánico.

40 4. El intercambiador de calor (10) según se describe en la reivindicación 3 donde la primera aleación de aluminio comprende la aleación de aluminio AA3003 y la tercera aleación de aluminio comprende la aleación de aluminio AA5052.

45 5. El intercambiador de calor (10) según se describe en la reivindicación 3 donde la primera aleación de aluminio comprende una aleación de aluminio seleccionada de entre el grupo compuesto por AA30048 y AA3102 y la tercera aleación de aluminio comprende la aleación de aluminio AA7072.

50 6. El intercambiador de calor (10) según se describe en la reivindicación 3, 4 o 5 donde la segunda aleación de aluminio y la tercera aleación de aluminio comprenden la misma aleación de aluminio.

55 7. El intercambiador de calor (10) según se describe en cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el recubrimiento de protección comprende un recubrimiento para potenciar la resistencia a la corrosión seleccionado de entre el grupo que incluye barniz con base acrílica al disolvente transparente, barniz con base de uretano, recubrimientos por conversión, recubrimientos electroforéticos acrílicos, recubrimientos electroforéticos de resina epoxi, recubrimientos electroforéticos inhibidores de la corrosión, polvo de poliéster, recubrimientos en polvo y resinas epoxi pre-tratadas de 2 componentes.

8. El intercambiador de calor (10) según se describe en cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde el intercambiador de calor (10) se recubre con un recubrimiento de protección para potenciar adicionalmente la resistencia a la corrosión.

60 9. El intercambiador de calor (10) según se describe en la reivindicación 8 donde el recubrimiento de protección comprende un recubrimiento para potenciar la resistencia a la corrosión seleccionado de entre el grupo que incluye recubrimientos por conversión de cromo trivalente, recubrimientos por conversión de circonio, recubrimientos de fosfato de cinc y recubrimientos de fosfato de hierro.

10. El intercambiador de calor (10) según se describe en la reivindicación 1 para uso como una bobina de evaporador en relación con un sistema de refrigeración de transporte,

5 actuando las láminas de tubos (22, 24) como ánodos de sacrificio para proteger los tubos de horquilla (14).

10 11. El intercambiador de calor (10) según se describe en cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde cada lámina de tubos (22, 24) tiene una pluralidad de orificios de tubo en ella, recibiendo cada orificio de tubo una longitud de tubo de un respectivo tubo de la pluralidad de tubos de horquilla (14), teniendo cada longitud de tubo un diámetro exterior, D, y teniendo cada orificio un espacio, Ts, respecto de la longitud de tubo, donde la relación Ts/D tiene un valor que oscila entre 0,0013 y 0,0363.

15 12. El intercambiador de calor (10) según se describe en cualquiera de las reivindicaciones anteriores donde las curvas de horquilla y los codos de retorno se recubren con un recubrimiento de protección para potenciar la resistencia a la corrosión.

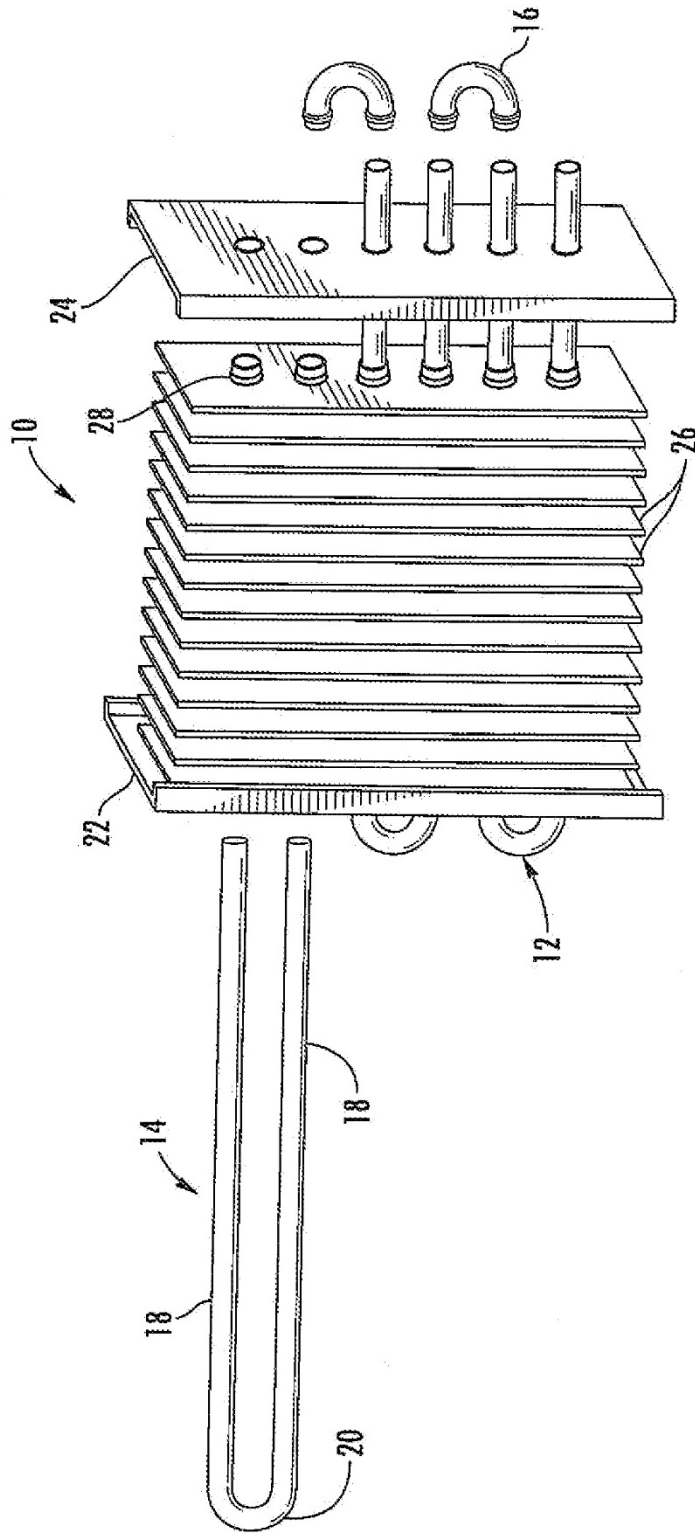


FIG. 1

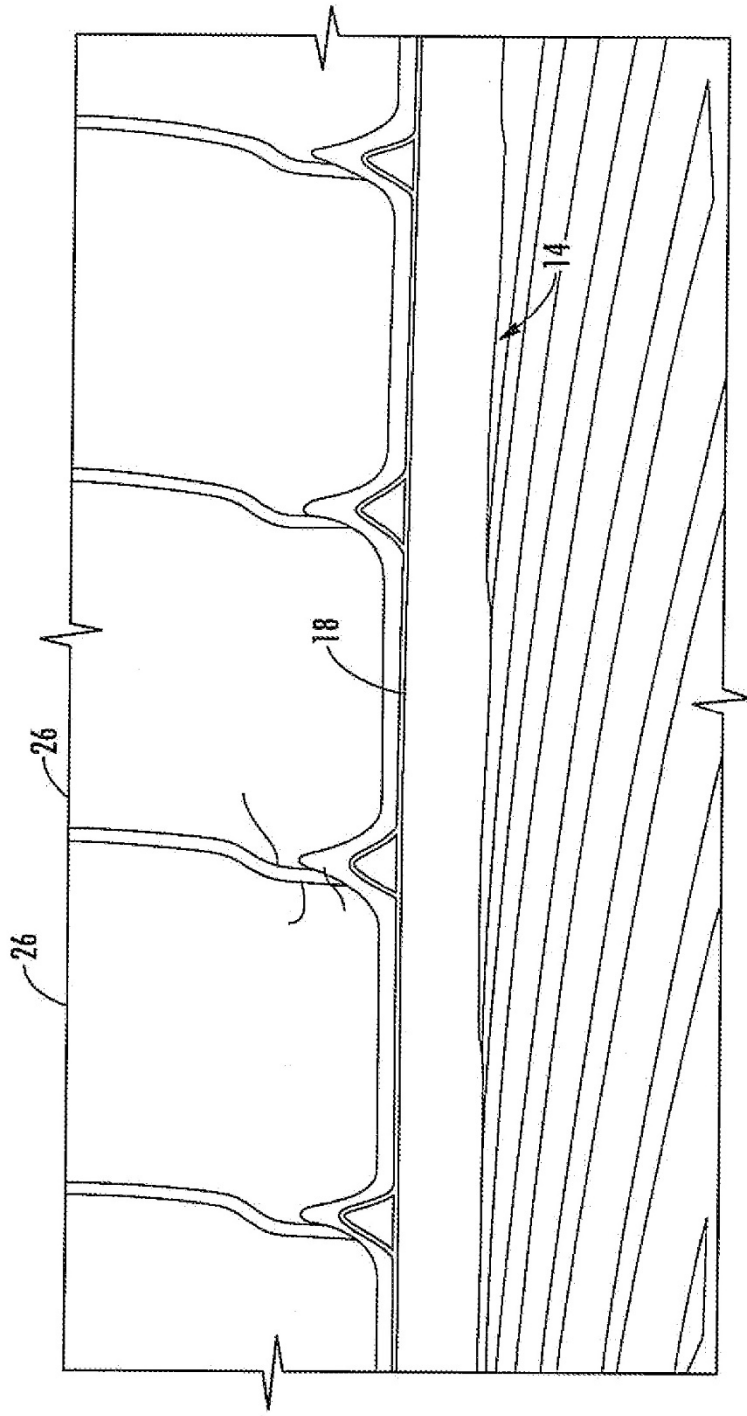


FIG. 3

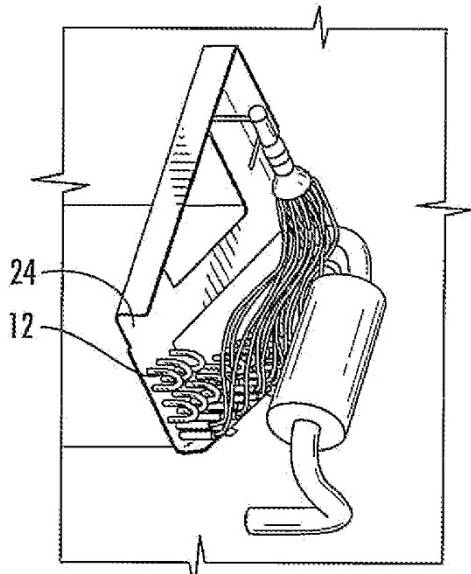


FIG. 2

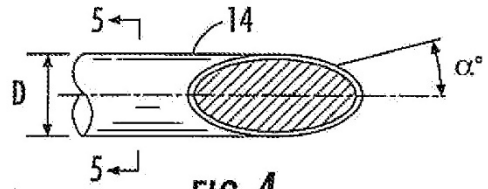


FIG. 4

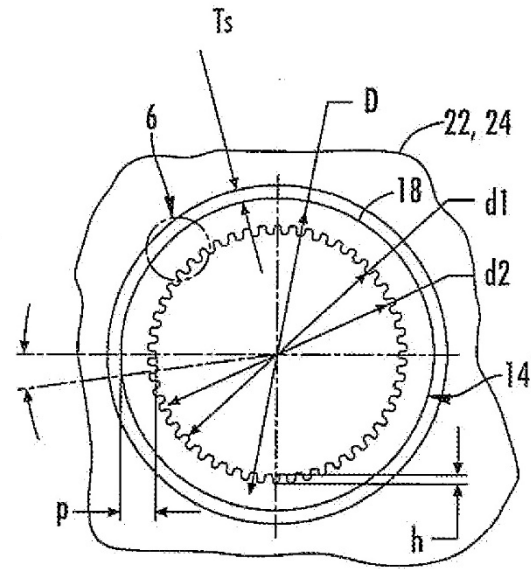


FIG. 5

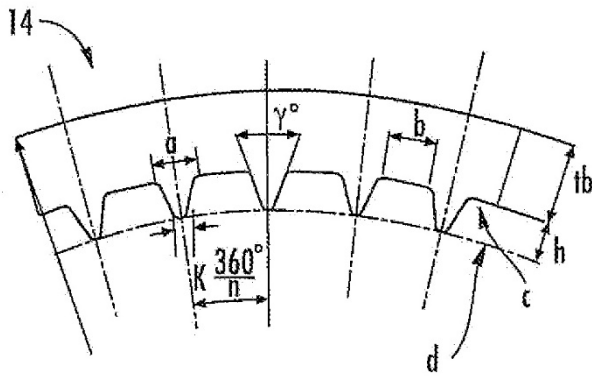


FIG. 6