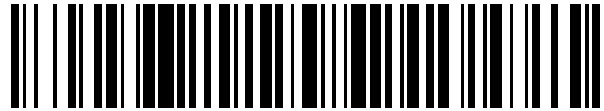


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 427 863**

51 Int. Cl.:

**F28F 1/42** (2006.01)  
**F28F 1/40** (2006.01)  
**F28F 1/32** (2006.01)  
**F28F 21/08** (2006.01)  
**F25B 39/02** (2006.01)  
**F25B 39/04** (2006.01)  
**F24F 1/00** (2011.01)  
**B21D 53/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.04.2009 E 09735950 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.08.2013 EP 2278252**

54 Título: **Intercambiador de calor y aire acondicionado que utiliza el mismo**

30 Prioridad:

**24.04.2008 JP 2008113805**

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

**04.11.2013**

73 Titular/es:

**MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (100.0%)**  
**7-3, Marunouchi 2-chome Chiyoda-ku**  
**Tokyo 100-8310, JP**

72 Inventor/es:

**LEE, SANGMU;**  
**ISHIBASHI, AKIRA y**  
**MATSUDA, TAKUYA**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 427 863 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 y aire acondicionado que utiliza el mismo

**Campo de la técnica**

5 La presente invención se refiere a un intercambiador de calor que incorpora tubos de transferencia de calor ranurados interiormente y un aparato de aire acondicionado que utiliza el mismo.

**Antecedentes de la técnica**

10 El documento JP 11351791 describe un tubo de aluminio con la superficie interior ranurada en el que el lado de la piel interior en la que se ha formado una ranura en la superficie interior comprende una capa de una aleación de aluminio con una gran resistencia mecánica y proporciona una capa de una aleación de aluminio con esta gran resistencia mecánica.

Más allá de eso, el documento JP 04327792 A describe que los tubos de cobre con ranuras internas se fijan a las aletas de chapa de aluminio, etc. para formar un intercambiador de calor. Es decir, cuando se fuerza un tapón en el interior de un tubo de cobre, para expansionar el tubo, en cuya superficie exterior se han montado aletas, las aletas se ponen en estrecho contacto con el tubo.

15 Convencionalmente, en un intercambiador de calor de un acondicionador de aire o similar, los tubos de transferencia de calor ranurados interiormente está dispuestos generalmente en un intervalo regular y fluye un refrigerante por los mismos. La dirección axial del tubo y la dirección en la que se extienden las ranuras en la cara interior del tubo forman un cierto ángulo (7° - 30°), múltiples ranuras se han tratado para formar crestas y se ha dispuesto que un fluido que fluye por el tubo se somete a una transición de fase (condensación y evaporación). En una transición de fase así, el rendimiento del tubo de transferencia de calor ha sido mejorado mediante el aumento de un área superficial en el tubo, un efecto de agitación del fluido por las ranuras interiores, un efecto de retención de membrana líquida entre las ranuras por un efecto de capilaridad de las ranuras y similares (véase, por ejemplo, el documento de patente 1).

20 Se describe un intercambiador de calor sin soldadura construido mediante aletas y tubos de aluminio de transferencia de calor (véase documento de patente 2).

Se describe un tubo de transferencia de calor para un intercambiador de calor que impide la disminución del rendimiento de la transferencia de calor impidiendo el colapso de las ranuras debido a la expansión de los tubos en el momento del montaje de las aletas exteriores de los tubos (véase documento de patente 3).

**Documentos de la técnica anterior**

30 Documentos de patente

(documento de patente 1) Solicitud de patente japonesa no examinada número de publicación 60-142195 (página 2 y figura 1)

(documento de patente 2) Documento EP 0 122 612 A1

(documento de patente 3) Documento EP 0499 257 A2

35 **Descripción de la invención**

Problemas a solucionar por la invención

40 Los tubos de transferencia de calor convencionales, incluyendo el tubo de transferencia de calor descrito en el documento de patente 1, se hacen generalmente de un material metálico de cobre o de una aleación de cobre. Cuando se emplea un material de aluminio para un material de este tipo en beneficio de una mejora de la capacidad de tratamiento y reducción de peso, es fácilmente deformable puesto que la resistencia a la deformación es baja comparada con la del cobre. Sin embargo, cuando el tubo de transferencia de calor se expansiona con el fin de fijar una aleta, la cresta en la superficie interior se puede inclinar y no se puede obtener el rendimiento de la transferencia de calor igual o mayor que la de un tubo de cobre.

45 Además, puesto que la resistencia de un material de aluminio es más baja que la de un material de cobre, es necesario hacer un espesor de chapa de un fondo de ranura del grueso del tubo de transferencia de calor. Por lo tanto, hay un problema de que se incrementa la pérdida de carga en el tubo de transferencia de calor.

50 La presente invención se hace para solucionar los problemas descritos anteriormente. Por lo tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar un intercambiador de calor en el cual, a pesar de que las aletas y tubos de transferencia de calor se componen de un material a base de aluminio, no se incrementa la pérdida de carga dentro del tubo de transferencia de calor, y se puede obtener un rendimiento igual o superior de la transferencia de calor a

la de un tubo de cobre. También es un objeto de la presente invención proporcionar un aparato de aire acondicionado que utilice un intercambiador de calor de este tipo.

**Medios para solucionar los problemas**

Los problemas se solucionan mediante un intercambiador según la reivindicación 1.

**5 Ventajas**

De acuerdo con el intercambiador de calor de la presente invención, puesto que la dirección axial del tubo de la superficie interior del tubo de transferencia de calor es prácticamente paralela a la dirección de ranura, el rendimiento de la transferencia de calor dentro del tubo se puede hacer igual o mayor que la de un tubo de cobre sin aumentar la pérdida de carga en comparación con el tubo de transferencia de calor a base de cobre convencional. Además, incluso cuando el tubo de transferencia de calor se expande, las crestas formadas en la superficie interior del tubo no se convierten en inclinadas y se mejora la adhesión entre el tubo de transferencia de calor y la aleta en un grado igual o superior al del tubo de cobre y, por lo tanto, se alcanza una alta eficiencia. Además, el intercambiador de calor de la presente invención tiene una estructura que facilita la fabricación y el desmontaje, y por lo tanto se mejora la eficiencia del reciclaje.

**15 Breve descripción de los dibujos**

(Figura 1) la figura 1 es una vista en sección horizontal que muestra una primera característica del intercambiador de calor de la presente invención.

(Figura 2) la figura 2 es un diagrama que muestra la relación entre la tensión y el esfuerzo de un tubo de aluminio duro y una aleta de aluminio blando.

**20** (Figura 3) la figura 3 es un diagrama que muestra la relación entre la tensión y el esfuerzo de un tubo de aluminio blando y una aleta de aluminio blando.

(Figura 4) la figura 4 es un diagrama que muestra la relación entre el ángulo de avance y la tasa de incremento de una pérdida de la presión de evaporación.

**25** (Figura 5) la figura 5 es una vista en sección lateral que muestra otra realización del intercambiador de calor de la presente invención.

(Figura 6) la figura 6 es una vista en sección ampliada que muestra una parte marcada "A" en la figura 5.

(Figura 7) la figura 7 es un diagrama que muestra la relación entre la profundidad de la ranura después de la expansión del tubo y la tasa de intercambio de calor.

**30** (Figura 8) la figura 8 es una vista en sección transversal lateral que muestra otra realización del intercambiador de calor de la presente invención.

(Figura 9) la figura 9 es un diagrama que muestra la relación entre el número de ranuras y la tasa de intercambio de calor.

(Figura 10) la figura 10 es una vista en sección transversal lateral que muestra una segunda característica del intercambiador de calor de la presente invención.

**35** (Figura 11) la figura 11 es una vista en sección ampliada de una parte marcada "B" en la figura 10.

(Figura 12) la figura 12 es un diagrama que muestra la relación entre un ángulo de vértice y la tasa de intercambio de calor.

(Figura 13) la figura 13 es una vista en sección en alzado que muestra un método de fabricación del intercambiador de calor de la presente invención.

**40** (Figura 14) la figura 14 es una vista en sección lateral que muestra una tercera característica del intercambiador de calor de la presente invención.

(Figura 15) la figura 15 es una vista en sección ampliada de una parte marcada "C" en la figura 14.

(Figura 16) la figura 16 es una vista en sección en alzado que muestra otra realización del intercambiador de calor de la presente invención.

**45 Mejores modos de llevar a cabo la invención**

La figura 1 es una vista en sección en alzado de un intercambiador de calor que está seccionado en dirección vertical; la figura 2 es un diagrama que muestra la relación entre la tensión y el esfuerzo de un tubo de aluminio que

tiene una alta resistencia a la deformación y una aleta de aluminio que tiene una baja resistencia a la deformación; la figura 3 es un diagrama que muestra la relación entre la tensión y el esfuerzo de un tubo de aluminio que tiene una baja resistencia a la deformación y una aleta de aluminio que tiene una baja resistencia a la deformación; y la figura 4 es un diagrama que muestra la relación entre el ángulo de avance y la tasa de aumento de la pérdida de presión de la evaporación.

En la figura 1, un intercambiador de calor 1 incluye aletas 10 y tubos 20 de transferencia de calor que penetran las aletas 10. La aleta 10 está hecha de un material a base de aluminio (blando) que tiene una baja resistencia a la deformación. Por otro lado, el tubo 20 de transferencia de calor está hecho de un material que consta de aluminio (duro) o de una aleación de aluminio (en lo sucesivo, "a base de aluminio") que tiene una resistencia a la deformación más alta que la aleta 10. En el caso se emplea la aleación de aluminio, serie 3000 de aluminio en la cual se añade de un 0,2% a un 1,8% de manganeso (Mn) al aluminio puro. Como se muestra en la figura 2, se utiliza la diferencia de tensión entre los mismos para mantener la adherencia entre el tubo 20 de transferencia de calor y la aleta 10, obteniendo de este modo un intercambio de calor con alta eficiencia. Dicho sea de paso, en el caso en que el tubo 20 de transferencia de calor y la aleta 10 están hechos de material de aluminio que tiene la misma rigidez, no hay diferencia en la tensión como se muestra en la figura 3, de manera que la adherencia entre el tubo 20 de transferencia de calor y la aleta 10 del intercambiador 1 es pobre, no es capaz de lograr una tasa de intercambio de calor alta.

Las ranuras 21 se proporcionan en la superficie interior del tubo 20 de transferencia de calor, y la dirección (a) axial del tubo y la dirección (b) en la que se extienden las ranuras 21 son prácticamente paralelas. El ángulo formado por ellas, que es el ángulo de avance R es de 0 a 2 grados.

Como se muestra en la figura 4, en el intercambiador de calor 1, el ángulo R de avance de la ranura 21 del tubo 20 de transferencia de calor se encuentra en el rango de 0 a 2 grados porque la resistencia del aluminio es más baja que la de un material de cobre, y por lo tanto es necesario hacer el espesor de la placa desde el fondo de la ranura del grosor del tubo 20 de transferencia de calor. Si el ángulo R de avance de la ranura 21 del tubo 20 de transferencia de calor se establece en 2 grados o más, las crestas se convierten en inclinadas, lo que resulta en una pérdida de carga en el tubo.

Así, no se genera corriente que fluya sobre la ranura 21, y por lo tanto la tasa de transferencia de calor se mejora sin incrementar la pérdida de carga en el tubo.

El intercambiador de calor anteriormente mencionado se utiliza como un evaporador o un condensador en un ciclo de refrigeración en el que un compresor, un condensador, un dispositivo de estrangulación y un evaporador están conectados sucesivamente a través de tubos y en el que se utiliza un refrigerante como un fluido de trabajo que contribuye a mejorar un coeficiente de rendimiento (COP). Además, como refrigerante, se puede utilizar uno cualquiera de un solo refrigerante HC o un refrigerante mixto HC, R32, R410A, R407C y dióxido de carbono. La eficiencia de intercambio de calor entre estos refrigerantes y el aire se puede mejorar.

La figura 5 es una vista en sección lateral de un intercambiador 1 de calor que se ha seccionado en la dirección vertical; la figura 6 es una vista en sección ampliada de una parte marcada "A" en la figura 5; y la figura 7 es un diagrama que muestra la relación entre la profundidad de la ranura después de la expansión del tubo y la tasa de intercambio de calor.

En la figura 7, en relación con el tubo 20 de transferencia de calor (véanse las figuras 5 y 6) con ranuras interiores, cuanto mayor es la profundidad (H) de la ranura 21 después de la expansión del tubo, mayor es la tasa de transferencia de calor. Sin embargo, cuando la profundidad H de la ranura 21 excede de 0,3 mm, el aumento de la pérdida de carga se hace mayor que el incremento de la tasa de transferencia de calor, y por lo tanto se reduce la tasa de intercambio de calor. Por otro lado, cuando la profundidad H de la ranura 21 después de la expansión es menor de 0,2 mm, la tasa de transferencia de calor no se mejora.

Por lo tanto, en el tubo 20 de transferencia de calor con ranuras interiores de la presente segunda realización, la profundidad H de la ranura 21 después de la expansión del tubo se establece como 0,2 mm a 0,3 mm.

La figura 8 es una vista en sección transversal lateral de un intercambiador de calor que se ha seccionado en la dirección vertical; y la figura 9 es un diagrama que muestra la relación entre el número de ranuras y la tasa de intercambio de calor.

En la figura 9, el área de transferencia de calor del tubo 20 de transferencia de calor con ranuras interiores (véase la figura 8) aumenta a medida que aumenta el número de ranuras 21, lo que resulta en un incremento de la tasa de transferencia de calor. Sin embargo, cuando el número de las ranuras 21 excede de 60, el área de la sección transversal de la ranura se hace pequeña, y la membrana del líquido refrigerante se desborda desde las ranuras 21 y cubre hasta la parte superior de la cresta con la membrana de líquido refrigerante, lo que resulta en un descenso de la tasa de transferencia de calor. Por otro lado, cuando el número de ranuras 21 se hace menor de 40, el área de transferencia de calor disminuye, lo que resulta en la reducción de la tasa de transferencia de calor.

Por lo tanto, en el tubo 20 de transferencia de calor con ranuras interiores de la tercera realización, el número de

ranuras 21 se establece entre 40 y 60.

La figura 10 es una vista en sección transversal lateral de un intercambiador de calor que se ha seccionado en la dirección vertical; la figura 11 es una vista en sección ampliada de la parte marcada "B" en la figura 10; y la figura 12 es un diagrama que muestra la relación entre el ángulo de vértice y la tasa de intercambio de calor.

- 5 En la figura 12, en relación con el tubo 20 de transferencia de calor con ranuras interiores (véanse las figuras 10 y 11), cuanto menor es el ángulo ( $\alpha$ ) de vértice de las ranuras 21, mayor es el área de transferencia de calor y, por lo tanto, la tasa de transferencia de calor se incrementa. Sin embargo, cuando el ángulo ( $\alpha$ ) de vértice es menor de 5 grados, la capacidad de procesamiento en la fabricación del intercambiador de calor se reduce significativamente y la tasa de intercambio de calor se baja. Por otro lado, cuando el ángulo ( $\alpha$ ) de vértice excede de 20 grados, el área de la sección transversal de la ranura se hace pequeña, por lo que la membrana del líquido refrigerante se desborda desde la ranura 21 y cubre hasta la parte superior de la cresta con la membrana del líquido refrigerante, lo que resulta en la reducción de la tasa de transferencia de calor.

Por lo tanto, el ángulo ( $\alpha$ ) de vértice del tubo 20 de transferencia de calor con ranuras interiores de la cuarta realización se establece entre 5 grados y 20 grados.

- 15 Las figuras 13 (a) y 13 (b) son vistas en sección en alzado que muestran el procedimiento de fabricación de un intercambiador de calor que se ha seccionado en dirección vertical. Dicho sea de paso, el intercambiador de calor de una unidad interior y el de una unidad de intemperie están fabricados ambos por un procedimiento similar.

- 20 Como se muestra en la figura 13, cada tubo 20 de transferencia de calor se procesa con el fin de ser doblado en una zona intermedia en la dirección longitudinal con un paso de curvatura predeterminado, de manera que adquiere forma de horquilla, y se produce una pluralidad de tubos horquillados. A continuación, estos tubos horquillados se insertan en una pluralidad de aletas 10 dispuestas en paralelo entre ellas con un intervalo predeterminado, y luego el tubo horquillado se expansiona mediante el procedimiento mecánico de expansión del tubo en el que la bola 30 del expansionador de tubo se presiona en el interior del tubo horquillado mediante un vástago 31 (véase la figura 13 (a)) o mediante el procedimiento hidráulico de expansión del tubo en el que la bola 30 del expansionador de tubo se presiona mediante presión hidráulica de un fluido 32 (véase la figura 13 (b)). Las aletas 10 y el tubo horquillado, es decir, el tubo 20 de transferencia de calor, se unen de la manera descrita y así se fabrica el intercambiador 1 de calor.

- 30 En el intercambiador 1 de calor, puesto que múltiples aletas 10 y tubos horquillados (tubo 20 de transferencia de calor) se fijan únicamente por expansión del tubo horquillado, que es un elemento constitutivo del intercambiador de calor, mediante un procedimiento mecánico de expansión del tubo o un procedimiento hidráulico de expansión del tubo, el intercambiador 1 de calor se puede fabricar fácilmente.

En la figura 13, se ha mostrado el caso en el que la aleta 10 y el tubo (tubo 20 de transferencia de calor) horquillado se fijan mediante la expansión del tubo horquillado. En otra realización, la tasa de expansión del tubo 20 de transferencia de calor del intercambiador 1 de calor se especifica aún más.

- 35 En esta realización, cuando el tubo horquillado se expande mediante un método mecánico de expansión del tubo o un método hidráulico de expansión del tubo, la tasa de expansión del tubo 20 de transferencia de calor del intercambiador 1 de calor se establece entre el 105,5% y el 107,5%, mejorando de este modo la adhesión entre el tubo 20 de transferencia de calor y las aletas 10 del intercambiador 1 de calor y, por lo tanto, se obtiene un intercambiador 1 de calor con una alta eficiencia. Sin embargo, cuando la tasa de expansión del tubo 20 de transferencia de calor del intercambiador 1 de calor es 107,5% o más, se produce el colapso de las partes superiores de las crestas y grietas en el collar de la aleta, lo que resulta en una mala adhesión entre el tubo 20 de transferencia de calor y las aletas 10. Por otro lado, cuando la tasa de expansión del tubo 20 de transferencia de calor del intercambiador 1 de calor es menor que 105,5%, la adhesión entre el tubo 20 de transferencia de calor y las aletas 10 es mala y por lo tanto no se puede obtener una tasa de intercambio de calor alta.

- 45 Por lo tanto, la tasa de expansión del tubo del tubo 20 de transferencia de calor del intercambiador 1 de calor se establece entre 105,5% y 107,5% cuando se expansiona el tubo horquillado de acuerdo con esta realización.

Cuando la tasa de expansión se especifica como se ha descrito anteriormente, no se produce variación en los productos.

- 50 La figura 14 es una vista en sección lateral de un intercambiador de calor que se secciona en dirección vertical; la figura 15 es una vista en sección ampliada de una parte marcada "C" en la figura 14.

En el intercambiador 1 de calor, la anchura (W) superior de la zona 22 superior de la cresta (véanse las figuras 14 y 15) después de que el tubo 20 de transferencia de calor se expansiona se establece en un rango de 0,08 a 0,18 mm.

- 55 Puesto que el aluminio tiene una baja resistencia a la deformación y se deforma fácilmente en comparación con el cobre, el colapso y la inclinación de la zona 22 superior de la cresta llega a ser peor. Al hacer que la anchura (W) superior de la zona 22 superior de la cresta después de que el tubo 20 de transferencia de calor se expansiona

hasta 0,08 mm o más, la magnitud del colapso y la inclinación de las crestas de las ranuras 21 se puede reducir. Por otro lado, cuando la anchura (W) superior excede de 0,18 mm, el área de la sección de la ranura se hace pequeña, y la membrana del líquido refrigerante se desborda desde la ranura 21 y se cubren hasta las zonas 22 superiores de la cresta con la membrana del líquido refrigerante, lo que resulta en la reducción de la tasa de transferencia de calor.

- 5 Por lo tanto se mejora la adherencia entre el tubo 20 de transferencia de calor y las aletas 10 del intercambiador 1 de calor, consiguiendo de esta manera un intercambiador 1 de calor con alta eficiencia.

La figura 16 es una vista en sección en alzado de un intercambiador de calor que está seccionado en la dirección vertical.

- 10 En esta realización, la superficie exterior del tubo 20 de transferencia de calor del intercambiador 1 de calor es rociada térmicamente con zinc y procesada por difusión, por lo que se espera un efecto de resistencia a la corrosión del tubo 20 de transferencia de calor, y se mejora la fiabilidad del sistema de refrigeración. Dicho sea de paso, es deseable formar una capa 23 de difusión de zinc de alrededor de 50 µm a 100 µm sobre un material base de aluminio después de la pulverización térmica del zinc y el proceso de difusión.

El intercambiador de calor de la presente invención se utiliza para un acondicionador de aire.

- 15 Es posible lograr un acondicionador de aire que tenga alta eficiencia utilizando un intercambiador de calor que tenga excelente rendimiento de la transferencia de calor sin aumentar la pérdida de presión en el tubo.

#### EJEMPLOS

En lo sucesivo, los ejemplos de la presente invención se describirán en comparación con ejemplos comparativos que no entran dentro del alcance de la presente invención.

- 20 Como se muestra en la Tabla 1, los intercambiadores de calor 1 hechos de una aleación de aluminio se fabricaron (Ejemplos 1 y 2) con un diámetro exterior de 7 mm, un espesor del fondo de la ranura 21 de 0,5 mm y un ángulo de avance de 0 grados y de 2 grados.

- 25 Además, como ejemplos comparativos, se fabricaron (Ejemplos Comparativos 1 y 2) intercambiadores de calor hechos de una aleación de aluminio cuyo un diámetro exterior es de 7 mm, un espesor del fondo de la ranura 21 de 0,5 mm y un ángulo R de avance de 10 grados y 30 grados. Además, un intercambiador de calor hecho de cobre se fabricó (Ejemplo Comparativo 3) con un diámetro exterior de 7 mm, un espesor del fondo de 0,25 mm y un ángulo R de avance de 30 grados.

(Tabla 1)

	Diámetro exterior (mm)	Espesor de fondo (mm)	Angulo de avance	Caída de presión durante evaporación
Ejemplo 1	7	0,5	0 grados	95,0
Ejemplo 2	7	0,5	2 grados	99,0
Ejemplo Comparativo 1	7	0,5	10 grados	116,0
Ejemplo Comparativo 2	7	0,5	30 grados	147,0
Ejemplo comparativo 3	7	0,25	30 grados	100,0

- 30 Como es evidente a partir de la Tabla 1, los intercambiadores 1 de calor de los Ejemplos 1 y 2 muestran una caída de presión de evaporación menor y un mayor rendimiento de transferencia de calor en el tubo que los intercambiadores de calor de los Ejemplos Comparativos 1 a 3.

- 35 A continuación, como se muestra en la Tabla 2, los intercambiadores 1 de calor hechos de aluminio se fabricaron (Ejemplos 3 y 4) con un diámetro exterior de 7 mm, un espesor de fondo de la ranura 21 de 0,5 mm, un ángulo de avance de 0 grados y unas profundidades de ranura después de la expansión del tubo de 0,2 mm y 0,3 mm.

5 Además, como ejemplos comparativos, se fabricaron (Ejemplos Comparativos 4 y 5) intercambiadores de calor hechos de aluminio cuyo diámetro exterior es de 7 mm, un espesor de fondo de la ranura 21 de 0,5 mm, un ángulo de avance de 0 grados y unas profundidades de ranura después de la expansión del tubo de 0,1 y 0,4 mm. Además, se fabricó (Ejemplo Comparativo 6) un intercambiador de calor hecho de cobre cuyo diámetro exterior es de 7 mm, un espesor de fondo de la ranura 21 de 0,25 mm, un ángulo de avance de 30 grados y una profundidad de ranura después de la expansión del tubo de 0,15 mm.

(Tabla 2)

	Diámetro exterior (mm)	Espesor de fondo (mm)	Angulo de avance	Profundidad de ranura después expansión tubo (mm)	Tasa de intercambio de calor
Ejemplo 3	7	0,5	0 grados	0,2	101,5
Ejemplo 4	7	0,5	0 grados	0,3	102,0
Ejemplo Comparativo 4	7	0,5	0 grados	0,1	99,0
Ejemplo Comparativo 5	7	0,5	0 grados	0,4	99,5
Ejemplo Comparativo 6	7	0,25	30 grados	0,15	100,0

10 Como es evidente a partir de la Tabla 2, los intercambiadores 1 de calor de los Ejemplos 3 y 4 muestran una tasa de intercambio de calor más alta y rendimiento de transferencia de calor más alto en el tubo que los intercambiadores de calor de los Ejemplos Comparativos 4 a 6.

A continuación, como se muestra en la Tabla 3, los intercambiadores 1 de calor hechos de aluminio se fabricaron (Ejemplos 5 y 6) con diámetro exterior de 7 mm, un espesor de fondo de la ranura 21 de 0,5 mm, un ángulo de avance de 0 grados y un número de ranuras entre 40 y 60.

15 Además, como ejemplos comparativos, fueron fabricados (Ejemplos Comparativos 7 y 8) intercambiadores de calor hechos de aluminio cuyo diámetro exterior es de 7 mm, un espesor de fondo de 0,5 mm, un ángulo de avance de 0 grados y un número de ranuras entre 30 y 70. Por otra parte, se fabricó (Ejemplo Comparativo 9) un intercambiador de calor hecho de cobre cuyo diámetro exterior es de 7 mm, un espesor de fondo de 0,25 mm, un ángulo de avance de 30 grados y un número de ranuras de 50.

20 (Tabla 3)

	Diámetro exterior (mm)	Espesor de fondo (mm)	Angulo de avance	Número de ranuras	Tasa de intercambio de calor
Ejemplo 5	7	0,5	0 grados	40	101,2
Ejemplo 6	7	0,5	0 grados	60	101,8
Ejemplo Comparativo 7	7	0,5	0 grados	30	99,5
Ejemplo Comparativo 8	7	0,5	0 grados	70	99,6
Ejemplo Comparativo 9	7	0,25	30 grados	50	100,0

Como es evidente a partir de la Tabla 3, el intercambiador 1 de calor de los Ejemplos 5 y 6 muestran una tasa de intercambio de calor más alta y un rendimiento de transferencia de calor más alto en el tubo que los intercambios de calor de los Ejemplos Comparativos 7 a 9.

5 A continuación, como se muestra en la Tabla 4, los intercambiadores 1 de calor hechos de aluminio se fabricaron (Ejemplos 7 y 8) con un diámetro exterior de 7 mm, un espesor de fondo de la ranura 21 de 0,5 mm, un ángulo de avance de 0 grados y un ángulo de vértice de 5 grados y 20 grados.

10 Además, como ejemplos comparativos, se fabricaron (Ejemplos Comparativos 10 y 11) intercambiadores de calor hechos de aluminio cuyo diámetro exterior es de 7 mm, un espesor de fondo de 0,5 mm, un ángulo de avance de 0 grados y un ángulo de vértice de 0 grados y 40 grados. Por otra parte, se fabricó (Ejemplo Comparativo 12) un intercambiador de calor hecho de cobre cuyo diámetro exterior es de 7 mm, un espesor de fondo de la ranura 21 de 0,25 mm, un ángulo de avance de 30 grados y un ángulo de vértice de 15 grados.

(Tabla 4)

	Diámetro exterior (mm)	Espesor de fondo (mm)	Angulo de avance	Angulo de vértice	Tasa de intercambio de calor
Ejemplo 7	7	0,5	0 grados	5	101,0
Ejemplo 8	7	0,5	0 grados	20	101,3
Ejemplo Comparativo 10	7	0,5	0 grados	0	99,3
Ejemplo Comparativo 11	7	0,5	0 grados	40	99,8
Ejemplo Comparativo 12	7	0,25	30 grados	15	100,0

15 Como es evidente a partir de la Tabla 4, los intercambiadores 1 de calor de los Ejemplos 7 y 8 muestran una tasa de intercambio de calor más alta y un rendimiento de transferencia de calor más alto en el tubo que los intercambiadores de calor de los Ejemplos Comparativos 10 a 12.

A continuación, como se muestra en la Tabla 5, los intercambiadores 1 de calor hechos de aluminio se fabricaron (Ejemplos 9, 10 y 11) con un diámetro exterior de 7 mm, un espesor de fondo de la ranura 21 de 0,5 mm, un ángulo de avance de 0 grados y una anchura de la parte superior de la cresta de 0,08 mm, 0,15 mm o 0.18 mm.

20 Además, como ejemplo comparativo, se fabricó (Ejemplo Comparativo 13) un intercambiador de calor hecho de aluminio cuyo diámetro exterior es de 7 mm, un espesor de fondo de la ranura 21 de 0,5 mm, un ángulo de avance de 0 grados y una anchura de la parte superior de la cresta de 0,07 mm.

25 Se ha realizado un ensayo de expansión de un tubo utilizando los intercambiadores de calor de los Ejemplos 9 a 11 y del Ejemplo Comparativo 13 anteriormente descrito. El ensayo del tubo de expansión se llevó a cabo mediante la inserción de la bola 30 expansionadora del tubo dentro del tubo ranurado interiormente para expandir el tubo con una tasa de expansión del 106% y después de la expansión del tubo, se observó con un microscopio la superficie en sección perpendicular al eje del tubo del tubo ranurado interiormente. A continuación, se examinó la magnitud del colapso de la superficie interior del tubo. Una magnitud de reducción de la zona 22 superior de la cresta de 0,04 mm o menos se califica como "O" y la que excede de 0,04 mm se califica como "X".

(Tabla 5)

	Diámetro exterior (mm)	Espesor de fondo (mm)	Angulo de avance	Anchura superior cresta (mm)	Calificación
Ejemplo 9	7	0,5	0 grados	0,08	O
Ejemplo 10	7	0,5	0 grados	0,15	O
Ejemplo 11	7	0,5	0 grados	0,18	O



Ejemplo Comparativo 13	7	0,5	0 grados	0,07	X
------------------------	---	-----	----------	------	---

5 Como es evidente a partir de la Tabla 5, los intercambiadores 1 de calor de los Ejemplos 9 a 11 muestran una magnitud de colapso pequeña y la inclinación de las crestas de la ranura en comparación con el intercambiador de calor del Ejemplo Comparativo 13, y se mejora la adherencia entre el tubo 20 de transferencia de calor y la aleta 10 del intercambiador 1 de calor.

**Referencias numéricas**

- 1 intercambiador de calor
- 10 aleta
- 20 tubo de transferencia de calor
- 10 21 ranura
- 22 zona superior de la cresta
- 23 capa de difusión de zinc
- 30 bola expansionadora del tubo
- 31 vástago
- 15 32 fluido
- $\alpha$  ángulo de vértice
- H profundidad de la ranura
- R ángulo de avance
- W anchura parte superior de la cresta

20

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Un intercambiador de calor que comprende:
- una aleta (10) hecha de un material a base de aluminio que tiene una baja resistencia a la deformación; y
- 5 un tubo (20) de transferencia de calor hecho de un material a base de aluminio que tiene una resistencia a la deformación más alta que el material a base de aluminio que forma la aleta (10), estando provisto el tubo (20) de transferencia de calor con una pluralidad de ranuras (21) interiores y que penetra la aleta (10) que se fija,
- en el que la pluralidad de ranuras (21) interiores se proporcionan casi paralelas a la dirección axial del tubo del tubo (20) de transferencia de calor,
- 10 el tubo (20) de transferencia de calor se une con la aleta (10) mediante la expansión del tubo (20) de transferencia de calor por el método de expansión del tubo mecánica o el método de expansión del tubo hidráulica,
- la pluralidad de ranuras (21) interiores se inclina de 0 a 2 grados respecto a la dirección axial del tubo (20) de transferencia de calor y el ángulo de vértice de la cresta entre las ranuras (21) interiores es de 5 a 20 grados, y
- la anchura superior de la zona (22) superior de la cresta del tubo (20) de transferencia de calor después de la expansión entre las ranuras (21) interiores se hace para ser de 0,08 mm a 0,18 mm.
- 15 2.- El intercambiador de calor de la reivindicación 1, en el que la profundidad (H) de la ranura (21) del tubo (20) de transferencia de calor después de la expansión es de 0,2 mm a 0,3 mm.
- 3.- El intercambiador de calor de la reivindicación 1 o 2, en el que el número de las ranuras (21) del tubo (20) de transferencia de calor es de 40 a 60.
- 20 4.- El intercambiador de calor de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la superficie exterior del tubo (20) de transferencia de calor se somete a la pulverización térmica de zinc y de proceso de difusión.
- 5.- El intercambiador de calor de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el intercambiador de calor se emplea como evaporador o condensador en un ciclo de refrigeración en el que un compresor, un condensador, un dispositivo de estrangulación y un evaporador están conectados sucesivamente a través de tubos y se utiliza un refrigerante como fluido de trabajo.
- 25 6.- El intercambiador de la reivindicación 5, en el que el refrigerante se selecciona a partir de uno cualquiera de un solo refrigerante HC, de refrigerante HC mixto, R32, R410A, R407C y dióxido de carbono.
- 7.- Un aparato de aire acondicionado en el que se utiliza el intercambiador de calor de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

FIG. 1

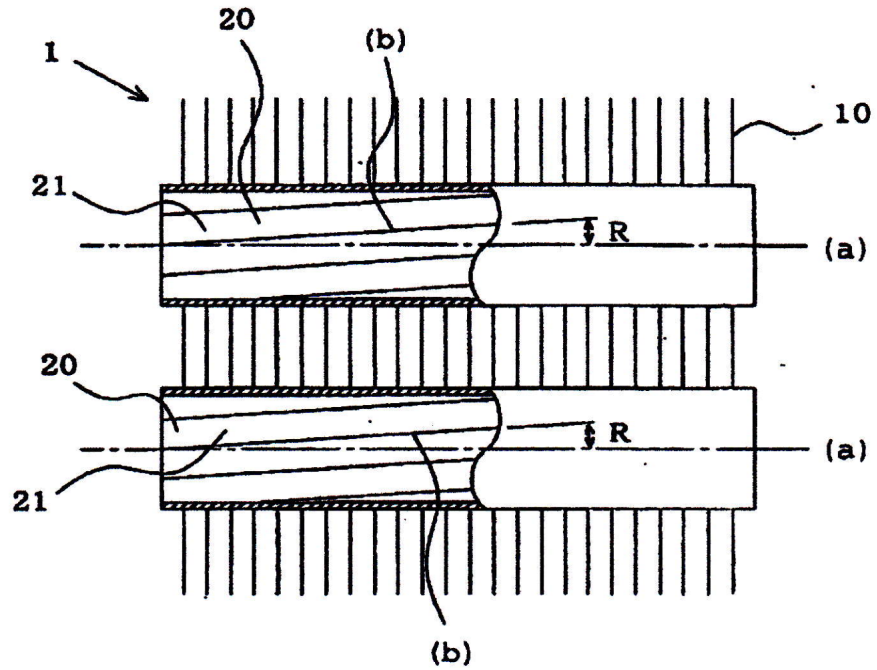


FIG. 2

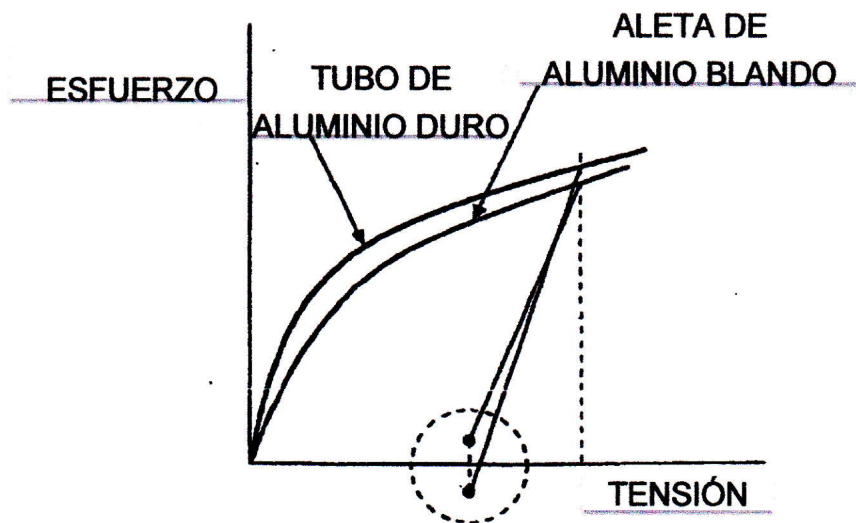


FIG. 3

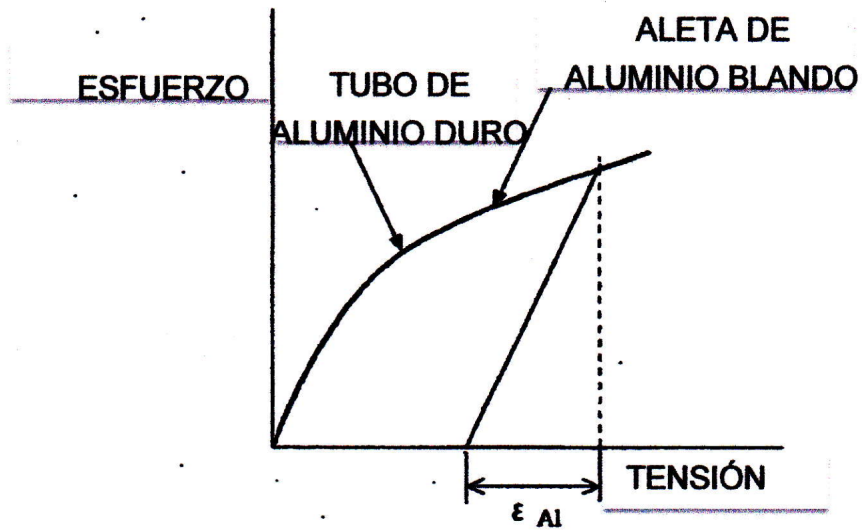


FIG. 4

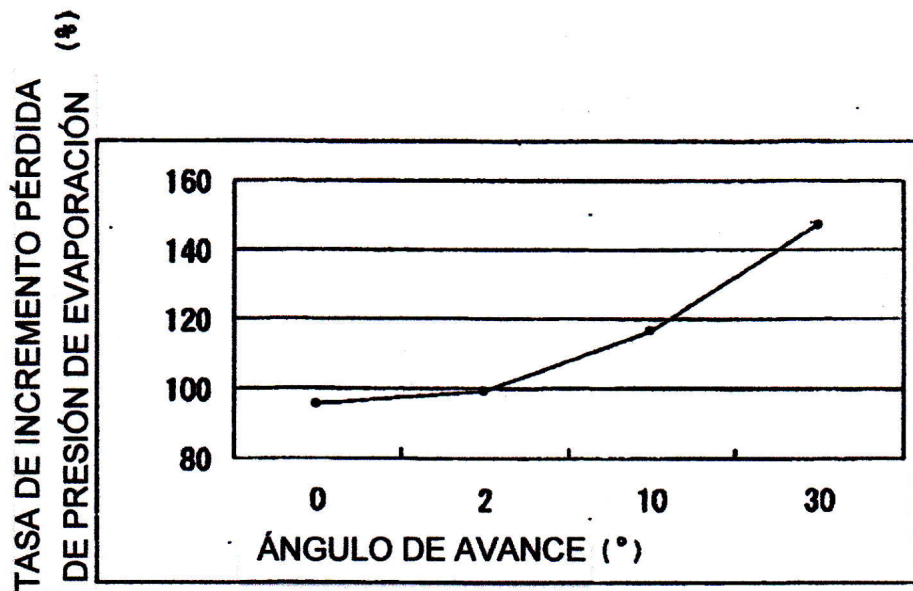


FIG. 5

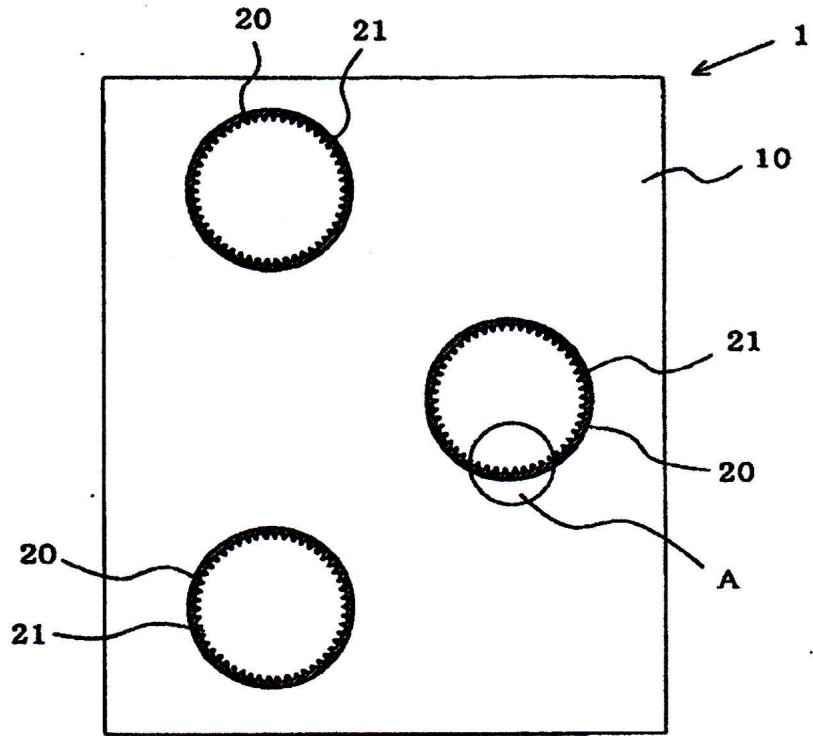


FIG. 6

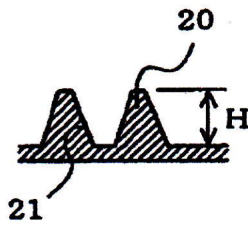


FIG. 7

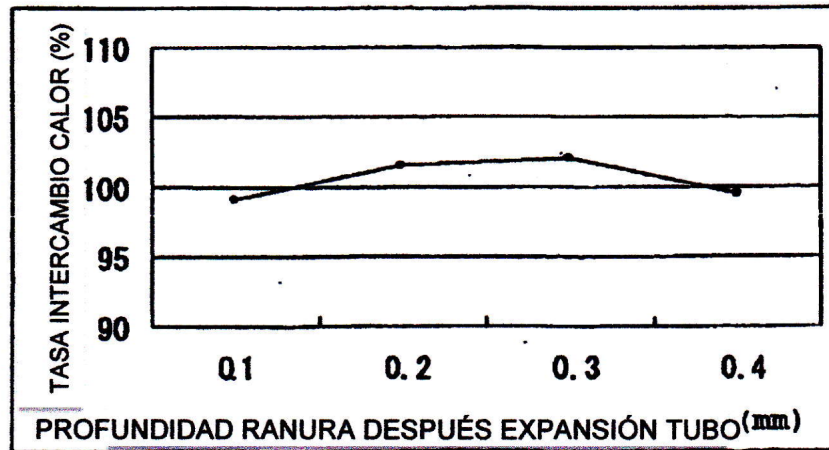


FIG. 8

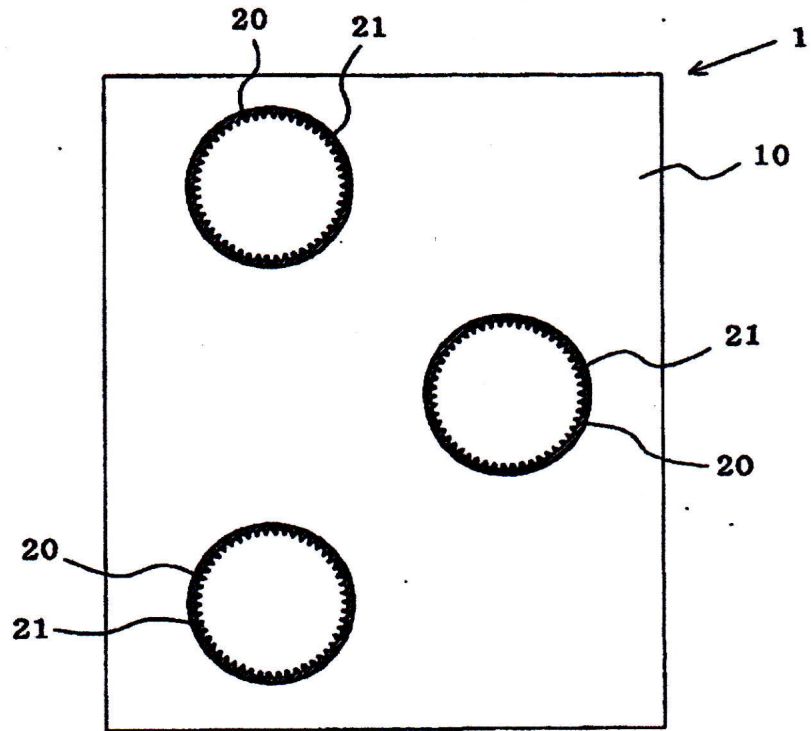


FIG. 9

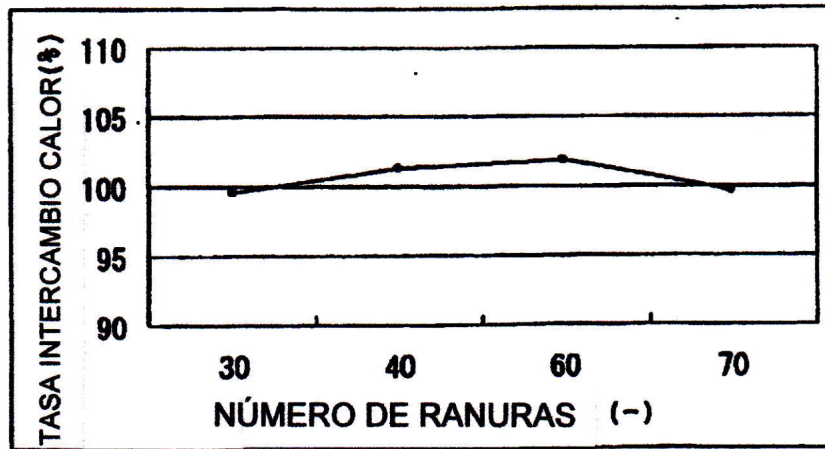


FIG. 10

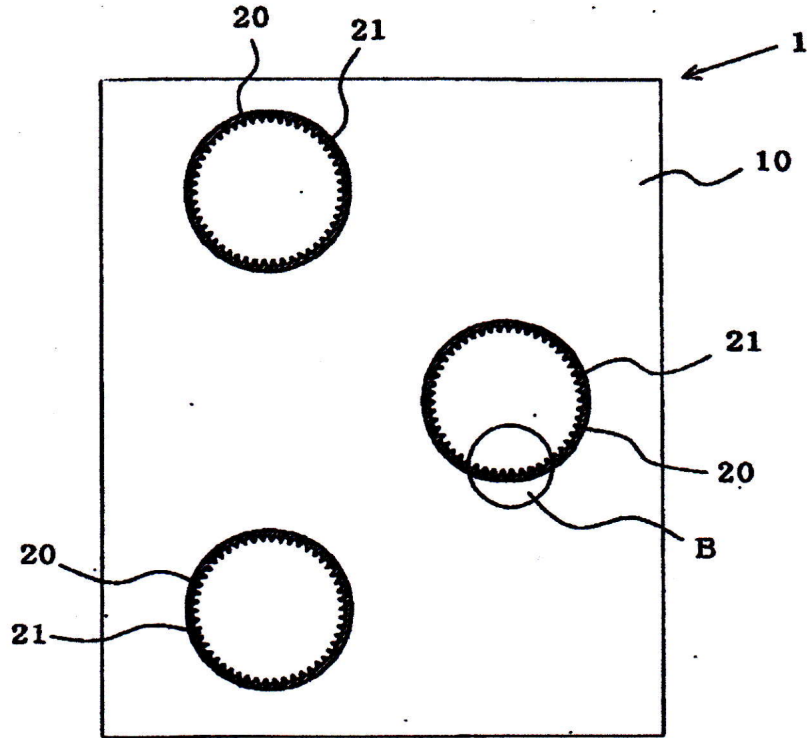


FIG. 11

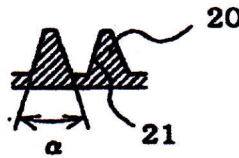


FIG. 12

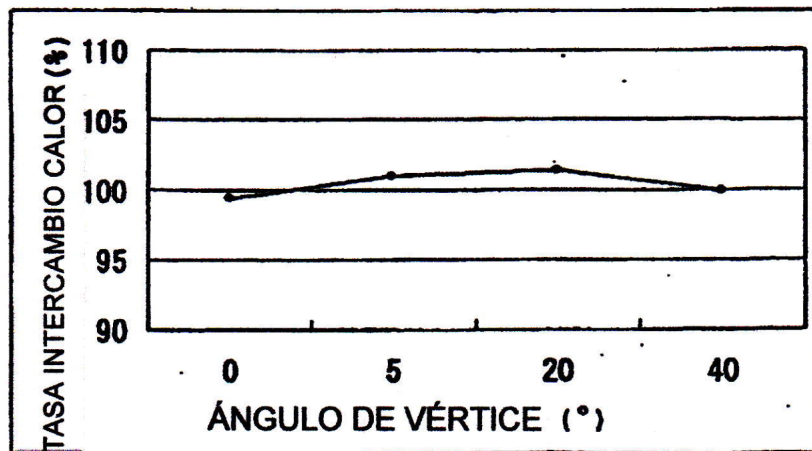


FIG. 13

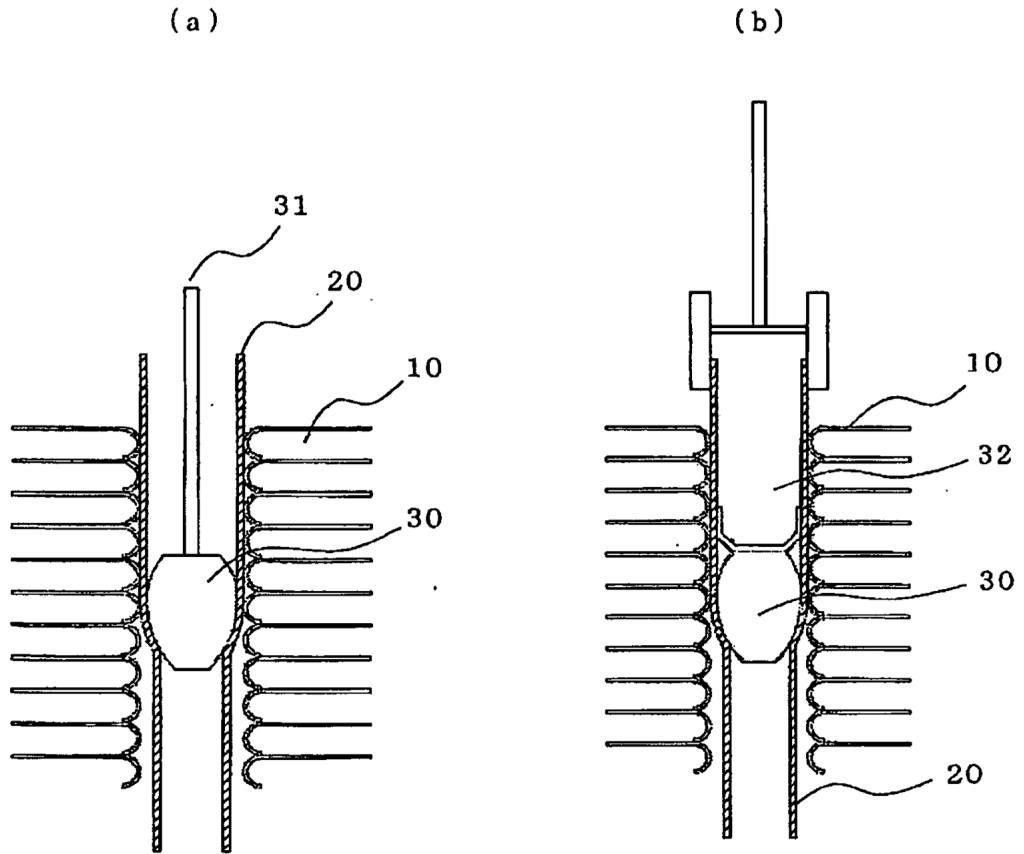




FIG. 14

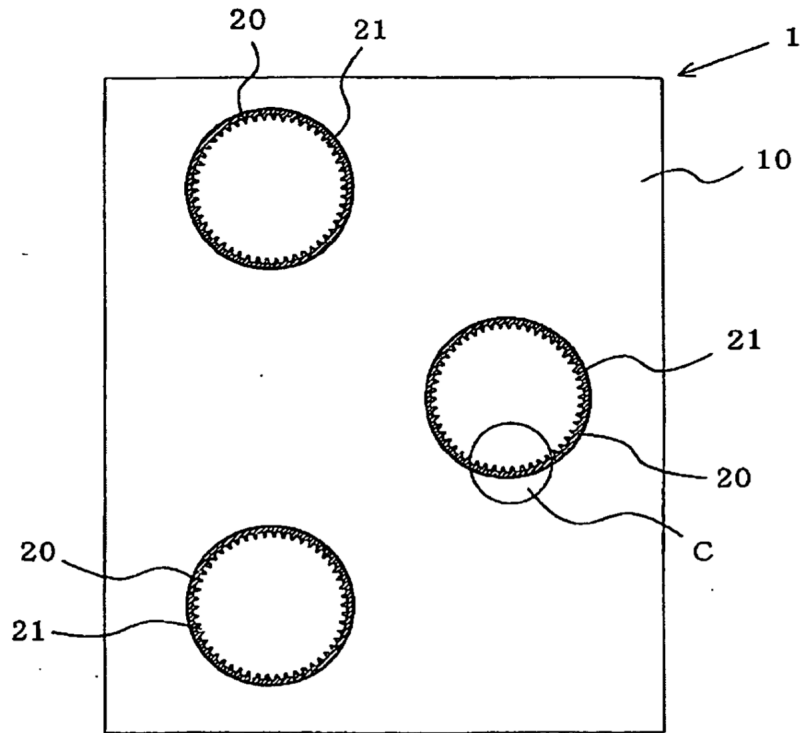


FIG. 15

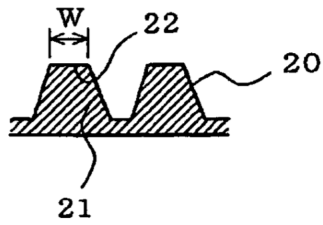


FIG. 16

