

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 746 909**

51 Int. Cl.:

F28F 1/32 (2006.01)

F25B 39/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.05.2009 PCT/JP2009/002292**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.12.2009 WO09144909**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.05.2009 E 09754418 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2019 EP 2314973**

54 Título: **Intercambiador de calor de tubo y de aleta**

30 Prioridad:

27.05.2008 JP 2008138145

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

09.03.2020

73 Titular/es:

**DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (100.0%)
Umeda Center Building 4-12, Nakazaki-Nishi 2-
chome, Kita-ku, Osaka-shi
Osaka 530-8323, JP**

72 Inventor/es:

**FUJINO, HIROKAZU;
KAMADA, TOSHIMITSU y
NAKATA, HARUO**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 746 909 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 tubo y de aleta

Campo de la técnica

5 La presente invención se refiere a un intercambiador de calor de tipo de tubo y aleta y más particularmente se refiere a un intercambiador de calor de tipo de tubo y aleta que comprende múltiples aletas de transferencia de calor, que están dispuestas en una corriente de gas tal que están alineadas y separadas en las direcciones del espesor de la placa, y múltiples tubos de transferencia de calor que se insertan en las aletas de transferencia de calor y se disponen en direcciones sustancialmente ortogonales a la dirección del flujo de la corriente de gas, en donde múltiples partes cortadas y elevadas, que están alineadas desde el lado aguas arriba al lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas, se forman mediante un proceso de fabricación de corte y elevación en las superficies de las aletas de transferencia de calor a ambos lados de cada uno de los tubos de transferencia de calor en las direcciones verticales.

Antecedentes de la técnica

15 En un intercambiador de calor de tipo tubo y aleta conocido usado en un acondicionador de aire y similares, como se muestra en la Figura 1 y la Figura 2, para reducir el tamaño de un área de agua muerta formada en partes de cada aleta 102 de transferencia de calor en el lado aguas abajo de cada tubo 103 de transferencia de calor en una dirección del flujo de corriente de aire y para promover la transferencia de calor, por ejemplo, actualizando las capas límite de las aletas 102 de transferencia de calor, se forman partes 104a-104c, 104d-104f cortadas y elevadas, que están inclinadas con respecto a la dirección del flujo de la corriente de aire, mediante un proceso de fabricación de corte y elevación en las superficies 102b de aletas de transferencia de calor a ambos lados de cada uno de los tubos 103 de transferencia de calor en las direcciones verticales de manera que una corriente de aire en las inmediaciones de cada uno de los tubos 103 de transferencia de calor se guía hacia la parte trasera del tubo 103 de transferencia de calor en la dirección del flujo de la corriente de aire; además, para evitar que el agua de drenaje generada por el intercambio de calor entre el aire y un medio térmico, tal como un refrigerante, se acumule en las partes 104a-104c, 104d-104f cortadas y elevadas y, reduciendo así el rendimiento de drenaje, las partes 104a-104c, 104d-104f cortadas y elevadas se dividen en grupos de tres y se alinean desde el lado aguas arriba al lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de aire. Además, las partes 104a-104c cortadas y elevadas que están alineadas desde el lado aguas arriba al lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de aire, y las partes 104d-104f cortadas y elevadas, que están alineadas desde el lado aguas arriba al lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de aire, se forman de manera tal que su altura desde las superficies de la aleta de transferencia de calor aumenta gradualmente a lo largo de todo el tramo hacia el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de aire (como el Documento de Patente 1, se refiere a la publicación de solicitud de patente japonesa abierta a la inspección pública N° 2008-111646).

35 El documento WO 2007/077968 A1 describe un dispositivo de transferencia de calor capaz de promover un efecto de transferencia de calor mientras limita un incremento de la pérdida de presión del fluido que transporta el calor en un intercambiador de calor donde la velocidad de la corriente de aire se establece en un nivel relativamente bajo. Una pluralidad de cuchillas que generan vórtices verticales están dispuestas en una dirección de tramo a cada lado de un cuerpo de transferencia de calor. Las cuchillas generadoras de vórtices verticales están orientadas sustancialmente en la misma dirección para así desviar el fluido que transporta el calor a la misma dirección para guiar el fluido que transporta el calor a la región trasera del cuerpo de transferencia de calor. Cada cuchilla generadora de vórtice vertical tiene un perfil que disminuye gradualmente en su altura hacia el lado aguas arriba en el fluido que transporta calor. El fluido que transporta el calor fluyendo hacia la parte trasera mientras circula sobre una pluralidad de cuchillas generadoras de vórtices verticales, forma una pluralidad de vórtices verticales en la parte posterior de las cuchillas generadoras de vórtices verticales.

45 El documento WO 89/04447 describe un tubo de intercambio de calor. En las costillas horizontales transversales de un tubo de intercambio de calor están dispuestos tabuladores esencialmente triangulares que forman un ángulo con el plano longitudinal del tubo que pasa a través del eje del tubo y se extiende paralelo a la dirección del flujo de fluido. Los tabuladores se perforan en el plano de las costillas y luego se doblan a aproximadamente 90°. Tienen bordes inclinados en ángulo con respecto a la dirección del flujo de fluido y al tubo de intercambio de calor. De este modo se generan turbulencias longitudinales detrás de los tabuladores, que en este punto mezclan las capas limitantes y mejoran la transmisión de calor.

55 El documento JP 2008-089237 A describe un intercambiador de calor del tipo de tubo y aleta que comprende una aleta de transferencia de calor y una pluralidad de tubos de transferencia de calor. La aleta de transferencia de calor está dispuesta en el flujo de aire. La pluralidad de tubos de transferencia de calor se insertan en la aleta de transferencia de calor y se disponen aproximadamente ortogonalmente al flujo de aire. La aleta de transferencia de calor está provista de una pluralidad de primeras partes cortadas y elevadas en un lado inferior de los tubos de transferencia de calor y una pluralidad de segundas partes cortadas y elevadas en un lado superior de los tubos de transferencia de calor. Una primera línea recta que conecta la pluralidad de las primeras partes cortadas y elevadas y una segunda línea recta que conecta la pluralidad de las segundas partes cortadas y elevadas están inclinadas hacia la dirección

del flujo de aire para guiar el flujo de aire hacia una parte trasera en la dirección del flujo de la corriente de aire de los tubos de transferencia de calor. La pluralidad de las primeras partes cortadas y elevadas se forma en posiciones que excluyen las posiciones prescritas entre una pluralidad de posiciones simétricas a la pluralidad de las segundas partes cortadas y elevadas hacia una cara horizontal que pasa a través de los ejes centrales de los tubos de transferencia de calor.

Compendio de la invención

Un intercambiador de calor de tipo de tubo y aleta según la presente invención se define en la reivindicación 1. Comprende una pluralidad de aletas de transferencia de calor y una pluralidad de tubos de transferencia de calor. Las aletas de transferencia de calor están alineadas de tal manera que están separadas entre sí en las direcciones del espesor de la placa y están dispuestas en una corriente de gas. Los tubos de transferencia de calor se insertan en la pluralidad de aletas de transferencia de calor y se disponen en direcciones sustancialmente ortogonales a una dirección del flujo de corriente de gas. Además, en cada una de las aletas de transferencia de calor, se forma una pluralidad de partes cortadas y elevadas, estando las partes cortadas y elevadas alineadas desde el lado aguas arriba al lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas, mediante un proceso de fabricación de corte y elevación a ambos lados de cada uno de los tubos de transferencia de calor en las direcciones verticales; la pluralidad de partes cortadas y elevadas están inclinadas con respecto a la dirección del flujo de la corriente de gas, de manera que la corriente de gas en las inmediaciones de cada uno de los tubos de transferencia de calor se guía hacia una parte trasera en la dirección del flujo de la corriente de gas de ese tubo de transferencia de calor; las alturas de cada una de las partes cortadas y elevadas con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor aumentan gradualmente hacia el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas; y, para cada una de las partes cortadas y elevadas, el valor calculado al dividir la altura media de la altura del extremo delantero, que es la altura del extremo delantero de la dirección del flujo de la corriente de gas con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor, y la altura del extremo trasero, que es la altura del extremo trasero de la dirección del flujo de la corriente de gas con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor, por un paso de aleta, que es la separación entre las aletas de transferencia de calor, es mayor que 0,3 y menor que 0,6.

Como en la técnica convencional, la adopción de una configuración en la que las aletas de transferencia de calor se forman de manera que, con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor, las alturas de las múltiples partes cortadas y elevadas alineadas desde el lado aguas arriba al lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas aumenta gradualmente lo largo de todo el tramo hacia el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de aire facilita la obtención del efecto de guía en el que la corriente de aire en las inmediaciones de cada uno de los tubos de transferencia de calor se guía hacia la parte trasera en la dirección del flujo de la corriente de aire de ese tubo de transferencia de calor, lo que reduce el área de agua muerta correspondiente, y evita, en la medida de lo posible, cualquier incremento de la resistencia de ventilación en las partes cortadas y elevadas en el lado aguas arriba en la dirección del flujo de la corriente de aire; sin embargo, junto con la adopción de tal configuración, si las alturas de las partes cortadas y elevadas en el lado aguas arriba en la dirección del flujo de la corriente de aire con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor son demasiado bajas, entonces el efecto de producir vórtices longitudinales detrás de las partes cortadas y elevadas disminuye, lo que dificulta la obtención del efecto de promoción de la transferencia de calor producido por estos vórtices longitudinales, lo cual es un problema.

En consecuencia, cuando se forman en la aleta de transferencia de calor las múltiples partes cortadas y elevadas, que están alineadas desde el lado aguas arriba al lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas, es necesario determinar la altura de cada una de las partes cortadas y elevadas con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor de manera que las partes cortadas y elevadas dadas, produzcan rendimiento de transferencia de calor y rendimiento de ventilación; si este punto de vista no se toma en consideración, entonces definitivamente no se puede decir que sea preferible formar las múltiples partes cortadas y elevadas, que están alineadas desde el lado aguas arriba al lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas, en la aleta de transferencia de calor tal que sus alturas con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor aumenten gradualmente en todo el tramo hacia el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de aire.

En contraste, en el intercambiador de calor del tipo de tubo y aleta en el que las múltiples partes cortadas y elevadas, que están alineadas desde el lado aguas arriba hacia el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas, están dispuestas con respecto a la dirección del flujo de la corriente de gas de manera que la corriente de gas en las inmediaciones de cada uno de los tubos de transferencia de calor es guiada hacia la parte trasera en la dirección del flujo de la corriente de gas de ese tubo de transferencia de calor, los inventores de la presente solicitud evaluaron el rendimiento de transferencia de calor de las partes cortadas y elevadas teniendo en cuenta la resistencia de la ventilación y descubrieron que el rendimiento de la transferencia de calor por unidad de resistencia de la ventilación se puede incrementar haciendo que las alturas de cada una de las partes cortadas y elevadas con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor aumenten gradualmente hacia el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas (es decir, haciendo, para cada una de las partes cortadas y elevadas, la altura del extremo trasero, que es la altura con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor en el extremo trasero en la dirección del flujo de la corriente de gas, mayor que la altura del extremo delantero, que es la altura con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor en el extremo delantero en la dirección del flujo de la corriente de gas) y establecer el valor calculado dividiendo la altura media de la altura del extremo delantero y la altura del extremo trasero por el paso de la aleta entre un valor mayor que 0,3 y menor que 0,6.

Además, en el presente intercambiador de calor del tipo de tubo y aleta, porque se supone que la altura del extremo trasero es mayor que la altura del extremo delantero para cada una de las múltiples partes cortadas y elevadas, que están dispuestas para estar inclinadas con respecto a la dirección del flujo de la corriente de gas de modo que la corriente de gas en las inmediaciones de cada uno de los tubos de transferencia de calor sea guiada hacia la parte trasera en la dirección del flujo de la corriente de gas de ese tubo de transferencia de calor, y se aplique la relación entre la altura media y el paso de aleta descrito anteriormente, con respecto a las partes cortadas y elevadas en el lado aguas arriba en la dirección del flujo de la corriente de gas, las alturas de las partes cortadas y elevadas que están en el lado aguas arriba en la dirección del flujo de la corriente de gas con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor ya no son insuficientes; por lo tanto, el efecto de generar un vórtice longitudinal en la parte posterior de cada una de las partes cortadas y elevadas aumenta, lo que hace posible mejorar el rendimiento de transferencia de calor por unidad de resistencia a la ventilación (es decir, mejorar el rendimiento de transferencia de calor y minimizar cualquier incremento en la resistencia a la ventilación). Además, las alturas de las partes cortadas y elevadas que están en el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor ya no son excesivas, lo que facilita la obtención del efecto de guía en el que la corriente de gas en las inmediaciones de cada uno de los tubos de transferencia de calor se guía hacia la parte trasera en la dirección del flujo de la corriente de gas de ese tubo de transferencia de calor; por lo tanto, el rendimiento de la transferencia de calor por unidad de resistencia a la ventilación se puede mejorar (es decir, es posible evitar un incremento en la resistencia a la ventilación mientras se maximiza el efecto de guía).

Por lo tanto, en el presente intercambiador de calor del tipo de tubo y aleta, es posible lograr tanto el rendimiento de transferencia de calor como el rendimiento de ventilación de las partes cortadas y elevadas y, por lo tanto, hacer un intercambiador de calor de alto rendimiento.

Además, un ángulo de inclinación, que es un ángulo formado entre un reborde de cada una de las partes cortadas y elevadas y la superficie de la aleta de transferencia de calor, es menor que 30°.

En el intercambiador de calor del tipo de tubo y aleta según la presente invención descrito anteriormente, porque se supone que la altura del extremo trasero es mayor que la altura del extremo delantero y se aplica la relación entre la altura media y el paso de la aleta descrito anteriormente, si, por ejemplo, la altura del extremo delantero de cada una de las partes cortadas y elevadas se hizo extremadamente pequeña, entonces sería necesario aumentar la altura del extremo trasero de cada una de las partes cortadas y elevadas; por lo tanto, aumentaría un ángulo de inclinación formado por el reborde de cada una de las partes cortadas y elevadas y la superficie de la aleta de transferencia de calor.

Sin embargo, si el ángulo de inclinación es excesivamente grande, el rendimiento de la transferencia de calor por unidad de resistencia a la ventilación disminuirá adversamente; además, la aplicación de la relación entre la altura media y el paso de la aleta descrito anteriormente con el supuesto de que la altura del extremo trasero es mayor que la altura del extremo delantero dificultará la mejora en el rendimiento de la transferencia de calor por unidad de resistencia a la ventilación.

En consecuencia, los inventores de la presente solicitud evaluaron la relación entre el ángulo de inclinación y el rendimiento de transferencia de calor por unidad de resistencia a la ventilación y descubrieron que, al hacer que el ángulo de inclinación sea inferior a 30°, se puede mantener un alto rendimiento de transferencia de calor por unidad de resistencia a la ventilación.

Además, en el presente intercambiador de calor del tipo de tubo y aleta, debido a que la condición del ángulo de inclinación descrito anteriormente se aplica además con respecto a cada una de las múltiples partes cortadas y elevadas, que están dispuestas para estar inclinadas con respecto a la dirección del flujo de la corriente de gas de modo que la corriente de gas en las inmediaciones de cada uno de los tubos de transferencia de calor se guía hacia la parte trasera en la dirección del flujo de la corriente de gas de ese tubo de transferencia de calor, es posible obtener de manera fiable el efecto de mejorar la transferencia de calor por unidad de resistencia de ventilación por la aplicación de la relación entre la altura media y el paso de la aleta descrito anteriormente.

La pluralidad de partes cortadas y elevadas están dispuestas de tal manera que sus alturas medias aumentan secuencialmente para ser mayores en las partes cortadas y elevadas en el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas que en las partes cortadas y elevadas en el lado aguas arriba en la dirección del flujo de la corriente de gas.

En el intercambiador de calor del tipo de tubo y aleta de acuerdo con la presente invención descrita anteriormente, debido a que solo se define la forma para cada una de las partes cortadas y elevadas, pueden surgir casos en los que las alturas de las partes cortadas y elevadas en el lado aguas arriba en la dirección del flujo de la corriente de gas con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor son mayores que las alturas de las partes cortadas y elevadas en el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor; por lo tanto, en comparación con el caso en el que se adopta una configuración en la que las aletas de transferencia de calor se forman de manera que las alturas de las múltiples partes levantadas y cortadas, que están alineadas desde el lado aguas arriba hacia el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas, aumentan gradualmente a lo largo de todo el tramo hacia el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la

corriente de gas con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor, existe el riesgo de que resulte difícil obtener el efecto de guía en el que la corriente de aire en las inmediaciones de cada uno de los tubos de transferencia de calor se guía hacia la parte trasera en la dirección del flujo de la corriente de gas de ese tubo de transferencia de calor.

- 5 Por consiguiente, en el presente intercambiador de calor del tipo de tubo y aleta de acuerdo con la presente invención, disponer las partes cortadas y elevadas de modo que sus alturas medias aumenten secuencialmente para ser mayores en las partes cortadas y elevadas en el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas que en las partes cortadas y elevadas en el lado aguas arriba en la dirección del flujo de la corriente de gas facilita la obtención del efecto de guía en el que la corriente de gas en las inmediaciones de cada uno de los tubos de transferencia de calor se guía hacia la parte trasera en la dirección del flujo de la corriente de gas de ese tubo de transferencia de calor, lo que a su vez permite reducir el tamaño del área de agua muerta correspondiente.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es una vista en sección transversal de un intercambiador de calor de tipo de tubo y aleta convencional.

La Figura 2 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea I-I en la Figura 1.

- 15 La Figura 3 es una vista en sección transversal de un intercambiador de calor del tipo de tubo y aleta según una realización (no incluido en la presente invención).

La Figura 4 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea I-I en la Figura 3.

La Figura 5 es un diagrama que muestra esquemáticamente una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea II-II o a lo largo de la línea III-III en la Figura 3.

- 20 La Figura 6 muestra el efecto de la forma (es decir, la altura media) de la parte cortada y elevada en la promoción de la transferencia de calor.

La Figura 7 muestra el efecto de la forma (es decir, el ángulo de inclinación) de la parte cortada y elevada en la promoción de la transferencia de calor.

- 25 La Figura 8 es una vista en sección transversal de un intercambiador de calor del tipo de tubo y aleta según una realización de acuerdo con la presente invención.

La Figura 9 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea I-I en la Figura 8.

Descripción de las realizaciones

El siguiente texto explica una realización de un intercambiador de calor del tipo de tubo y aleta según la presente invención, que hace referencia a los dibujos.

- 30 Las Figuras 3 a 7 muestran las partes principales de un intercambiador de calor 1 de tipo de tubo y aleta de acuerdo con una realización que no está incluida en la presente invención. Aquí, la Figura 3 es una vista en sección transversal del intercambiador de calor 1 de tipo de tubo y aleta. La Figura 4 es una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea II en la Figura 3. La Figura 5 es un diagrama que muestra esquemáticamente una vista en sección transversal tomada a lo largo de la línea II-II o a lo largo de la línea III-III en la Figura 3. La Figura 6 muestra el efecto de la forma (es decir, la altura media) de la parte cortada y elevada en la promoción de la transferencia de calor. La Figura 7 muestra el efecto de la forma (es decir, el ángulo de inclinación) de la parte cortada y elevada en la promoción de la transferencia de calor.

(1) Configuración básica del intercambiador de calor de tipo de tubo y aleta

- 40 El intercambiador de calor 1 de tipo de tubo y aleta es un intercambiador de calor de tipo de aleta transversal y tubo y comprende principalmente múltiples aletas 2 de transferencia de calor con forma de placa y múltiples tubos 3 de transferencia de calor. Las aletas 2 de transferencia de calor están alineadas de tal manera que están separadas por una separación prescrita en las direcciones del espesor de la placa en el estado en el que sus superficies planas generalmente discurren a lo largo de la dirección del flujo de una corriente de gas, tal como el aire. Los múltiples orificios 2a pasantes, que están separados en direcciones sustancialmente ortogonales a la dirección del flujo de la corriente de gas, están formados en cada una de las aletas 2 de transferencia de calor. La parte que rodea cada uno de los orificios 2a pasantes es una parte 8 de collar anular, que sobresale en una de las direcciones del espesor de la placa de cada una de las aletas 2 de transferencia de calor. Cada una de las partes 8 de collar está configurada de tal manera que hace contacto con la superficie que está en el lado opuesto a la superficie en la parte 8 de collar de la aleta 2 de transferencia de calor que es adyacente en las direcciones del espesor de la placa, se forma y, por lo tanto, mantiene una separación prescrita entre las aletas 2 de transferencia de calor en las direcciones del espesor de la placa (en adelante, esta separación prescrita se denomina un paso de aleta FP). Cada uno de los tubos 3 de transferencia de calor es un miembro de tubo a través del cual fluye un medio térmico, tal como un refrigerante; además, los tubos 3 de transferencia de calor se insertan en las múltiples aletas 2 de transferencia de calor y se

5 disponen en las direcciones sustancialmente ortogonales a la dirección del flujo de la corriente de gas. Específicamente, los tubos 3 de transferencia de calor se insertan a través de los orificios 2a pasantes formados en las aletas 2 de transferencia de calor y se sellan herméticamente a las superficies internas de las partes 8 del collar mediante un procedimiento de expansión del tubo que se realiza cuando el intercambiador de calor 1 del tipo de tubo y aleta está montado.

10 Además, el intercambiador de calor 1 de tipo de tubo y aleta de la presente realización se utiliza en el estado en el que el intercambiador de calor 1 de tipo de tubo y aleta se instala de manera tal que las direcciones en las que se colocan los múltiples tubos 3 de transferencia de calor son sustancialmente las direcciones verticales (a saber, la Figura 3 muestra solo dos tubos 3 de transferencia de calor de los múltiples tubos 3 de transferencia de calor). En consecuencia, la corriente de gas fluye de manera tal que atraviesa el intercambiador de calor 1 de tipo de tubo y aleta en una dirección sustancialmente horizontal. Además, cuando los términos "aguas arriba", "por encima", "aguas abajo" y "por debajo" se usan en la explicación a continuación, se refieren a la dirección en la que se disponen los tubos 3 de transferencia de calor.

(2) Forma detallada de las aletas de transferencia de calor

15 A continuación, se explicará la forma detallada de las aletas 2 de transferencia de calor usadas en el intercambiador de calor 1 de tipo de tubo y aleta de la presente realización.

20 En cada una de las aletas 2 de transferencia de calor, las múltiples partes 4a-4f cortadas y elevadas se forman en una superficie 2b de aleta de transferencia de calor mediante un proceso de fabricación de corte y elevación a ambos lados de cada uno de los tubos 3 de transferencia de calor en las direcciones verticales (es decir, por encima y por debajo de cada uno de los tubos 3 de transferencia de calor), de manera que estén alineados desde el lado de aguas arriba al lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas (en la presente realización, tres por debajo de cada uno de los tubos 3 de transferencia de calor y tres por encima de cada uno de los tubos 3 de transferencia de calor). Aquí, las tres partes cortadas y elevadas por debajo de cada uno de los tubos 3 de transferencia de calor son las primeras partes 4a-4c cortadas y elevadas, y las tres partes cortadas y elevadas por encima de cada uno de los tubos 3 de transferencia de calor son las segundas partes 4d-4f cortadas y elevadas. Cada una de las partes 4a-4f cortadas y elevadas es una parte sustancialmente trapezoidal formada al hacer un corte en la aleta 2 de transferencia de calor y luego elevar la parte cortada en las direcciones del grosor de la placa de la aleta 2 de transferencia de calor. Además, junto con el corte y la elevación de las partes 4a-4f cortadas y elevadas, se forman orificios 7a-7f de hendidura sustancialmente trapezoidales correspondientes a cada una de las partes 4a-4f cortadas y elevadas en porciones adyacentes a cada una de las partes 4a-4f cortadas y elevadas de cada una las aletas 2 de transferencia de calor.

30 Las primeras partes 4a-4c cortadas y elevadas y las segundas partes 4d-4f cortadas y elevadas están dispuestas para ser inclinadas con respecto a la dirección del flujo de la corriente de gas, de manera que la corriente de gas en las inmediaciones de cada uno de los tubos 3 de transferencia de calor sea guiada hacia la parte trasera del tubo 3 de transferencia de calor en la dirección del flujo de la corriente de gas. Más específicamente, las primeras partes 4a-4c cortadas y elevadas están dispuestas de tal manera que un ángulo α_1 de ataque de cada una de las primeras partes 4a-4c cortadas y elevadas con respecto a la dirección del flujo de la corriente de gas es positivo y de manera que estén alineadas directamente a lo largo de una línea recta M1. Además, las segundas partes 4d-4f cortadas y elevadas están dispuestas de manera tal que un ángulo α_2 de ataque de cada una de las segundas partes 4d-4f cortadas y elevadas con respecto a la dirección del flujo de la corriente de gas sea positivo y de manera que estén alineadas directamente a lo largo de una línea recta M2. Aquí, los ángulos α_1 , α_2 de ataque son positivos si cada una de las partes 4a-4f cortadas y elevadas están inclinadas de tal manera que cada uno de los extremos 5a-5f delanteros de la dirección del flujo de la corriente de gas de las partes 4a-4f cortadas y elevadas está colocado más lejos desde el tubo 3 de transferencia de calor correspondiente de lo que lo está cada uno de los extremos 6a-6f traseros de la dirección del flujo de la corriente de gas de las partes 4a-4f cortadas y elevadas.

45 Además, en la presente realización, las alturas de cada una de las partes 4a-4f cortadas y elevadas desde la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor aumentan gradualmente hacia el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas. Más específicamente, en la primera parte 4a cortada y elevada, la altura del extremo 6a trasero con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor es mayor que la altura del extremo 5a delantero con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor; en la primera parte 4b cortada y elevada, la altura del extremo 6b trasero con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor es mayor que la altura del extremo 5b delantero con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor; en la primera parte 4c cortada y elevada, la altura del extremo 6c trasero con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor es mayor que la altura del extremo 5c delantero con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor; en la segunda parte 4d cortada y elevada, la altura del extremo 6d trasero con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor es mayor que la altura del extremo 5d delantero con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor; en la segunda parte 4e cortada y elevada, la altura del extremo 6e trasero con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor es mayor que la altura del extremo 5e delantero con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor; y en la segunda parte 4f cortada y elevada, la altura del extremo 6f trasero con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor es mayor que la altura del extremo 5f delantero con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor. Además, si dejamos que la altura a del extremo delantero sea la altura de cada una de las partes 4a-4f cortadas y elevadas con respecto a la superficie 2b

de la aleta de transferencia de calor en el extremo delantero en la dirección del flujo de la corriente de gas, la altura b del extremo trasero sea la altura de cada una de las partes 4a-4f cortadas y elevadas con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor en el extremo trasero en la dirección del flujo de la corriente de gas, y la altura H media sea el valor medio de la altura a del extremo delantero y la altura b del extremo trasero (es decir, $(a + b)/2$) (referirse a la Figura 5), entonces el valor calculado dividiendo la altura H media por el paso de la aleta FP (es decir, $\{(a + b)/2\}/FP$) es establecido de tal manera que el valor sea mayor que 0,3 y menor que 0,6. En el intercambiador de calor 1 de tipo de tubo y aleta, en el que múltiples partes 4a-4f cortadas y elevadas, que están alineadas desde el lado aguas arriba hacia el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas, están dispuestas para ser inclinadas con respecto a la dirección del flujo de la corriente de gas de modo que la corriente de gas en las inmediaciones de cada uno de los tubos 3 de transferencia de calor sea guiada hacia la parte trasera en la dirección del flujo de la corriente de gas de ese tubo 3 de transferencia de calor, el inventor de la presente solicitud descubrió la relación entre la altura H media de cada uno de las partes 4a-4f cortadas y elevadas y el paso de la aleta FP mediante la evaluación del rendimiento de la transferencia de calor de las partes 4a-4f cortadas y elevadas mientras se tiene en cuenta la resistencia a la ventilación. Específicamente, en el intercambiador de calor 1 del tipo de aleta, en donde múltiples partes 4a-4f cortadas y elevadas, que están alineadas desde el lado aguas arriba hacia el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas, están dispuestas para estar inclinadas con respecto a la dirección del flujo de la corriente de gas de forma que la corriente de gas en las inmediaciones de cada uno de los tubos 3 de transferencia de calor sea guiada al lado trasero en la dirección del flujo de corriente de gas de ese tubo 3 de transferencia de calor, cuando los inventores de la presente solicitud evaluaron el rendimiento de transferencia de calor de las partes 4a-4f cortadas y elevadas teniendo en cuenta la resistencia de ventilación, descubrieron la relación entre el valor calculado al dividir una tasa ΔPa de incremento de la resistencia de ventilación cuando el número de partes cortadas y elevadas se incrementó por un coeficiente de tasa Δha de incremento de la transferencia de calor cuando el número de partes cortadas y elevadas se incrementó (es decir, $\Delta Pa / \Delta ha$) y el valor $\{(a + b)/2\}/FP$ descrito anteriormente es el que se muestra en la Figura 6; además, basándose en esta relación, el intervalo de $\{(a + b)/2\}/FP$ en el que el factor de promoción del rendimiento de la transferencia de calor por unidad de resistencia de ventilación aumenta se derivó como mayor que 0,3 y menor que 0,6.

Además, en el intercambiador de calor 1 de tipo de tubo y aleta de la presente realización, debido a que la altura b del extremo trasero se supone que es mayor que la altura a del extremo delantero para cada una de las múltiples partes 4a-4f cortadas y elevadas, que están dispuestas para ser inclinadas con respecto a la dirección del flujo de la corriente de gas, de modo que la corriente del gas en las inmediaciones de cada uno de los tubos 3 de transferencia de calor se guíe hacia la parte trasera en la dirección del flujo de la corriente de gas de ese tubo 3 de transferencia de calor, y se aplica la relación entre la altura H media y el paso de aleta FP descrito anteriormente, con respecto a las partes 4a-4f cortadas y elevadas en el lado aguas arriba en la dirección del flujo de la corriente de gas, las alturas de las partes 4a-4f cortadas y elevadas que están en el lado aguas arriba en la dirección del flujo de la corriente de gas (p. ej., las partes cortadas y elevadas 4a, 4d, que están dispuestas más en el lado aguas arriba en la dirección del flujo de la corriente de gas) con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor ya no son insuficientes; por lo tanto, aumenta el efecto de generar un vórtice longitudinal en la parte posterior de cada una de las partes 4a-4f cortadas y elevadas, lo que hace posible mejorar el rendimiento de transferencia de calor por unidad de resistencia a la ventilación (es decir, mejorar el rendimiento de transferencia de calor mientras se minimiza cualquier incremento de la resistencia a la ventilación). Además, las alturas de las partes 4a-4f cortadas y elevadas que están en el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas (p. ej., las partes 4c, 4f, cortadas y elevadas que están dispuestas más en el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas) con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor ya no son excesivas, lo que facilita la obtención del efecto de guía en el que la corriente de gas en las inmediaciones de cada uno de los tubos 3 de transferencia de calor es guiada hacia la parte trasera en la dirección del flujo de corriente de gas de ese tubo 3 de transferencia de calor; por lo tanto, el rendimiento de la transferencia de calor por unidad de resistencia a la ventilación se puede mejorar (es decir, es posible evitar un incremento en la resistencia a la ventilación mientras se maximiza el efecto de guía).

Por lo tanto, en el intercambiador de calor 1 de tipo de tubo y aleta de la presente realización, es posible lograr tanto el rendimiento de transferencia de calor como el rendimiento de ventilación de las partes 4a-4f cortadas y elevadas y, por lo tanto, hacer un intercambiador de calor de alto rendimiento.

Incidentalmente, en el intercambiador de calor 1 de tipo de tubo y aleta de la presente realización, se supone que la altura b del extremo trasero es mayor que la altura a del extremo delantero y se aplica la relación entre la altura H media y el paso de la aleta FP descrito anteriormente, si, por ejemplo, la altura a del extremo delantero de cada una de las partes 4a-4f cortadas y elevadas se hizo extremadamente pequeña, entonces sería necesario aumentar la altura b del extremo trasero de cada una de las partes 4a-4f cortadas y elevadas; de este modo, aumentaría un ángulo de inclinación θ (referirse a la Figura 5) formado por el reborde de cada una de las partes 4a-4f cortadas y elevadas y la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor. Aquí, los rebordes de cada una de las partes 4a-4f cortadas y elevadas se refieren a las líneas que conectan las puntas de los extremos 5a-5f delanteros de las partes 4a-4f cortadas y elevadas que están más alejadas de la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor y las puntas de los extremos 6a-6f traseros de las partes 4a-4f cortadas y elevadas que están más alejadas de la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor. Además, el ángulo de inclinación θ es el ángulo estrecho formado entre el reborde de cada una de las partes 4a-4f cortadas y elevadas y la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor.

Sin embargo, si el ángulo de inclinación θ es excesivamente grande, entonces el rendimiento de la transferencia de calor por unidad de resistencia a la ventilación disminuirá adversamente (referirse a la Figura 7); además, la aplicación de la relación entre la altura H media y el paso de aleta FP descrito anteriormente con el supuesto de que la altura b del extremo trasero es mayor que la altura a del extremo delantero dificultará la mejora en el rendimiento de transferencia de calor por unidad de resistencia de ventilación, y por lo tanto, es preferible limitar el ángulo de inclinación θ para mantener un alto rendimiento de transferencia de calor por unidad de resistencia de ventilación.

En consecuencia, los inventores de la presente solicitud evaluaron la relación entre el ángulo de inclinación θ y el rendimiento de transferencia de calor por unidad de resistencia a la ventilación y descubrieron que, como se muestra en la Figura 7, existe una relación entre el ángulo de inclinación θ y el valor calculado dividiendo la tasa de incremento ΔPa de la resistencia de ventilación cuando el número de partes cortadas y elevadas aumentó por el coeficiente de la tasa del incremento Δha de transferencia de calor cuando la cantidad de partes cortadas y elevadas aumentó (es decir, $\Delta Pa/\Delta ha$) y, en función de esta relación, derivó el ángulo de inclinación θ en el que un alto rendimiento de transferencia de calor por unidad de resistencia de ventilación puede mantenerse en el intervalo menor que 30° .

Además, en el intercambiador de calor 1 de tipo de tubo y aleta de la presente realización, debido a que la condición del ángulo de inclinación θ descrita anteriormente se aplica además con respecto a cada una de las múltiples partes 4a-4f cortadas y elevadas, que están dispuestas para ser inclinadas con respecto a la dirección del flujo de la corriente de gas, de modo que la corriente de gas en las inmediaciones de cada uno de los tubos 3 de transferencia de calor sea guiada hacia la parte trasera en la dirección del flujo de la corriente de gas de ese tubo 3 de transferencia de calor, es posible obtener de manera fiable el efecto de mejorar el rendimiento de transferencia de calor por unidad de resistencia de ventilación mediante la aplicación de la relación entre la altura H media y el paso de aleta FP descrito anteriormente.

Además, en la presente realización, si se definió solo la forma para cada una de las partes 4a-4f cortadas y elevadas (es decir, si solo se aplicó la relación entre la altura H media y el paso de aleta FP descrito anteriormente o si solo se aplicó la relación entre la altura H media y el paso de la aleta FP descritos anteriormente y se aplicó la condición del ángulo de inclinación θ descrito anteriormente), entonces pueden surgir casos en los que las alturas de las partes cortadas y elevadas en el lado aguas arriba en la dirección del flujo de la corriente de gas de las primeras partes 4a-4c cortadas y elevadas con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor son mayores que las alturas de las partes cortadas y elevadas en el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas de las primeras partes 4a-4c cortadas y elevadas con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor o en donde las alturas de las partes cortadas y elevadas en el lado aguas arriba en la dirección del flujo de la corriente de gas de las segundas partes 4d-4f cortadas y elevadas con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor son mayores que las alturas de las partes cortadas y elevadas en el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas de las segundas partes 4d-4f cortadas y elevadas con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor; por lo tanto, en comparación con el caso en el que se adopta una configuración en la que las aletas 2 de transferencia de calor se forman de tal manera que las alturas de las múltiples partes 4a-4f cortadas y elevadas, que están alineadas desde el lado aguas arriba al lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas, aumentan gradualmente a lo largo de todo el tramo hacia el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas con respecto a la superficie 2b de la aleta de transferencia de calor, existe el riesgo de que resulte difícil obtener el efecto de guía en el que la corriente de aire en las inmediaciones de cada tubo 3 de transferencia de calor se guía hacia la parte trasera en la dirección del flujo de la corriente de gas de ese tubo 3 de transferencia de calor.

Por consiguiente, en el intercambiador de calor 1 de tipo de tubo y aleta de la presente realización, disponer las primeras partes 4a-4c cortadas y elevadas de tal manera que sus alturas H medias aumenten secuencialmente para ser mayores en las partes cortadas y elevadas en el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas que en las partes cortadas y elevadas en el lado aguas arriba en la dirección del flujo de la corriente de gas y disponer las segundas partes 4d-4f cortadas y elevadas de manera tal que sus alturas H medias aumenten secuencialmente para ser mayores en las partes cortadas y elevadas en el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas que en las partes cortadas y elevadas en el lado aguas arriba en la dirección del flujo de la corriente de gas facilita la obtención del efecto de guía en el que la corriente de gas en las inmediaciones de cada uno de los tubos 3 de transferencia de calor se guía hacia la parte trasera en la dirección del flujo de la corriente de gas de ese tubo 3 de transferencia de calor, lo que a su vez hace posible reducir el tamaño del área de agua muerta correspondiente,

(3) Realizaciones de acuerdo con la presente invención

En la realización descrita anteriormente (referirse a la Figura 3 y la Figura 4), se utilizan aletas con forma de placa plana como las aletas de transferencia de calor, pero en el caso de la presente invención, se utilizan aletas de transferencia de calor con forma de barquillo como las aletas de transferencia de calor. Por ejemplo, como se muestra en la Figura 8 y la Figura 9, en la realización descrita anteriormente (referirse a la Figura 3 y la Figura 4), las aletas 12 de transferencia de calor, que tienen líneas 19a-19c que son paralelas a las direcciones verticales, pueden adoptarse como las aletas de transferencia de calor y las tres primeras partes 14a-14c cortadas y elevadas, que están alineadas desde el lado aguas arriba al lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas, pueden formarse mediante un proceso de fabricación de corte y elevación en el lado inferior de cada uno de los tubos 3 de transferencia de calor en las direcciones verticales, específicamente en una superficie 12c de la aleta de transferencia de calor entre

5 el extremo delantero de la dirección del flujo de la corriente de gas de la aleta 12 de transferencia de calor y la línea 19a en el lado aguas abajo, en una superficie 12d de transferencia de calor entre la línea 19a y la línea 19b en el lado aguas abajo del mismo, y en una superficie 12e de aleta de transferencia de calor entre la línea 19b y la línea 19c en el lado aguas abajo del mismo; además, se pueden formar tres segundas partes 14d-14f cortadas y elevadas, que están alineadas desde el lado aguas arriba al lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas en el lado superior de cada uno de los tubos 3 de transferencia de calor en las direcciones verticales, específicamente en las superficies 12c-12e de aletas de transferencia de calor. Aquí, en las líneas 19a-19c, las líneas 19a, 19c constituyen pliegues de montaña y la línea 19b constituye un pliegue de valle. Además, en una superficie 12f de aleta de transferencia de calor, no se forma ninguna parte cortada y elevada. Además, a cada parte de las aletas 12 de transferencia de calor en estas realizaciones se le asigna un número de referencia que se calcula sumando 10 al valor de la misma parte como para las realizaciones anteriores (no incluidas) descritas anteriormente, el ángulo de ataques en las presentes realizaciones (incluidas en la invención) se definen sumando un número "1" detrás del símbolo de referencia utilizado para el mismo ángulo de ataque en la realización descrita anteriormente, y las explicaciones de cada parte de cada una de las aletas 12 de transferencia de calor, excepto las líneas 19a-19c y las superficies 12c-12f, de las aletas de transferencia de calor por lo tanto, se omiten.

También en el intercambiador de calor 1 de tipo de tubo y aleta de las presentes realizaciones, es posible obtener los mismos efectos que los de la realización descrita anteriormente.

(4) Otras realizaciones

20 El texto anterior explica las realizaciones (no incluidas en la presente invención) así como realizaciones de la presente invención basadas en los dibujos. La constitución específica de la invención no se limita a estas realizaciones, y se entiende que pueden efectuarse variaciones y modificaciones sin apartarse del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

Aplicabilidad industrial

25 La presente invención puede adaptarse ampliamente a un intercambiador de calor del tipo de tubo y aleta que comprende: múltiples aletas de transferencia de calor, que están alineadas de manera que están separadas en las direcciones del espesor de la placa y dispuestas en una corriente de gas; y múltiples tubos de transferencia de calor, que se insertan en las múltiples aletas de transferencia de calor y se disponen en direcciones sustancialmente ortogonales a la dirección del flujo de la corriente de gas; en donde, en la superficie de la aleta de transferencia de calor a ambos lados de cada uno de los tubos de transferencia de calor en las direcciones verticales, se forman múltiples partes elevadas y cortadas, que están alineadas desde el lado aguas arriba al lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas, mediante un proceso de fabricación de corte y elevación.

Lista de signos de referencia

1	Intercambiador de calor de tipo de tubo y aleta
2, 12	Aletas de transferencia de calor
35 3	Tubo de transferencia de calor
4a-4f, 14a-14f	Partes cortadas y elevadas
A	Altura del extremo delantero
B	Altura del extremo trasero
FP	Paso de aleta
40 H	Altura media
θ	Ángulo de inclinación

Lista de citas

Bibliografía de patentes

Bibliografía de patentes 1

45 Publicación de solicitud de patente japonesa abierta a la inspección pública N° 2008-111646

REIVINDICACIONES

1. Un intercambiador de calor (1) de tipo de tubo y aleta, que comprende:

una pluralidad de aletas (2, 12) de transferencia de calor, estando alineadas las aletas de transferencia de calor de tal manera que están separadas en las direcciones del espesor de la placa y están dispuestas en una corriente de gas;

5 y
una pluralidad de tubos (3) de transferencia de calor, estando los tubos de transferencia de calor insertados en la pluralidad de aletas de transferencia de calor y dispuestos en direcciones sustancialmente ortogonales a una dirección del flujo de corriente de gas;

10 en donde, en cada una de las aletas de transferencia de calor, se forman una pluralidad de partes (4a-4f, 14a-14f) cortadas y elevadas mediante un proceso de fabricación de corte y elevación a ambos lados de cada uno de los tubos de transferencia de calor en las direcciones verticales; la pluralidad de partes cortadas y elevadas están inclinadas con respecto a la dirección del flujo de la corriente de gas, de manera que la corriente de gas en las inmediaciones de cada uno de los tubos de transferencia de calor se guía hacia una parte trasera en la dirección del flujo de la corriente de gas de ese tubo de transferencia de calor; y

15 en donde las alturas de cada una de las partes cortadas y elevadas con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor aumentan gradualmente hacia el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas; caracterizado por que:

20 las partes cortadas y elevadas se alinean desde el lado aguas arriba hacia el lado aguas abajo en la dirección del flujo de la corriente de gas, para cada una de las partes cortadas y elevadas, el valor calculado al dividir la altura media de la altura del extremo delantero, que es la altura del extremo delantero de la dirección del flujo de la corriente de gas con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor, y la altura del extremo trasero, que es la altura del extremo trasero de la dirección del flujo de la corriente de gas con respecto a la superficie de la aleta de transferencia de calor, por un paso de aleta, que es la separación entre las aletas de transferencia de calor, es mayor que 0,3 y menor que 0,6; y

25 un ángulo de inclinación, que es un ángulo formado entre un reborde de cada una de las partes (4a-4f, 14a-14f) cortadas y elevadas y la superficie de la aleta de transferencia de calor, es menor que 30°, en donde la pluralidad de partes (4a-4f, 14a-14f) cortadas y elevadas están dispuestas de manera tal que sus alturas medias aumentan secuencialmente para ser mayores en las partes cortadas y elevadas en el lado aguas abajo en la dirección del flujo de corriente de gas que en las partes cortadas y elevadas en el lado aguas arriba en el flujo de corriente de gas y

30 las aletas (2, 12) de transferencia de calor son aletas de transferencia de calor en forma de barquillo.

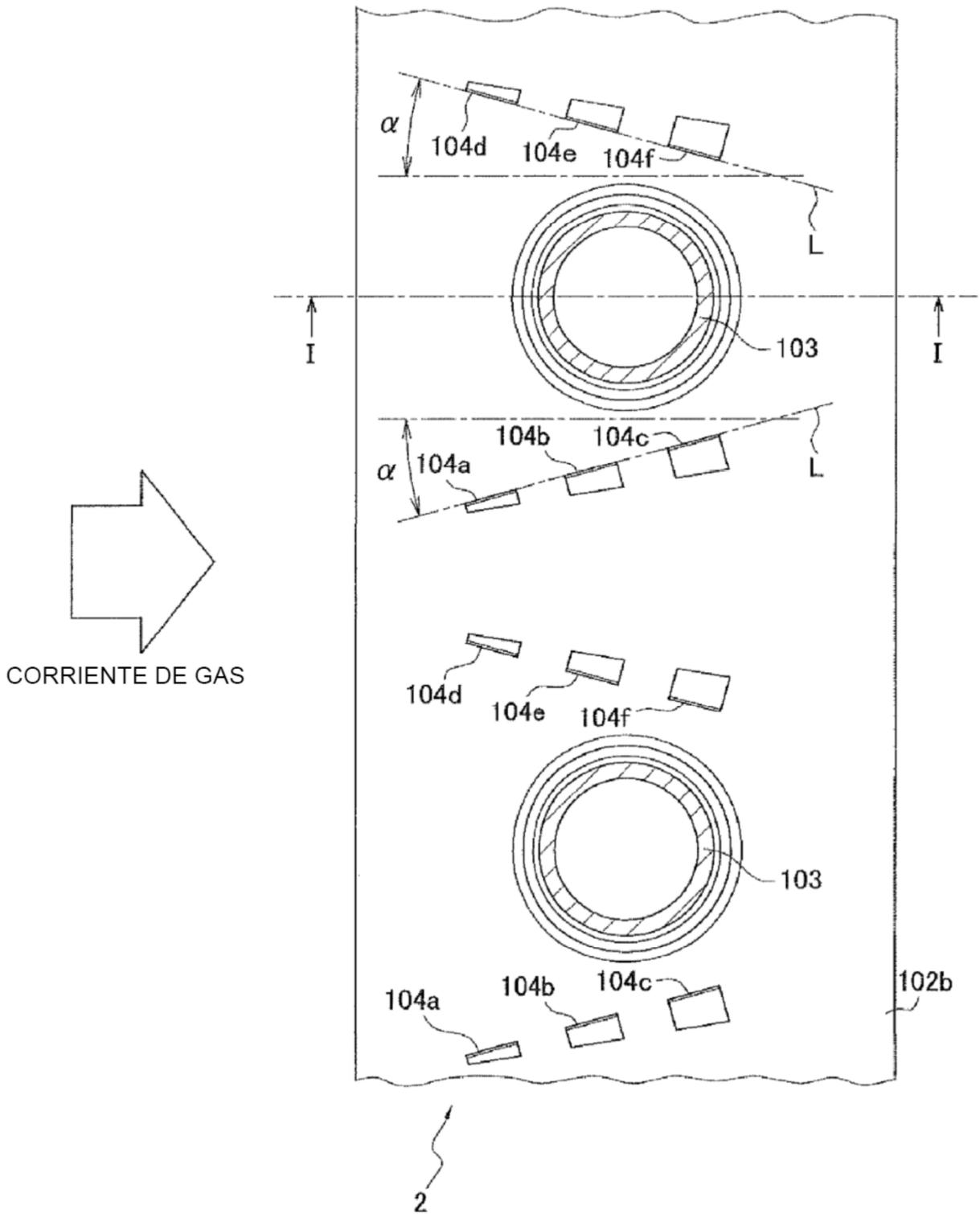


FIG. 1

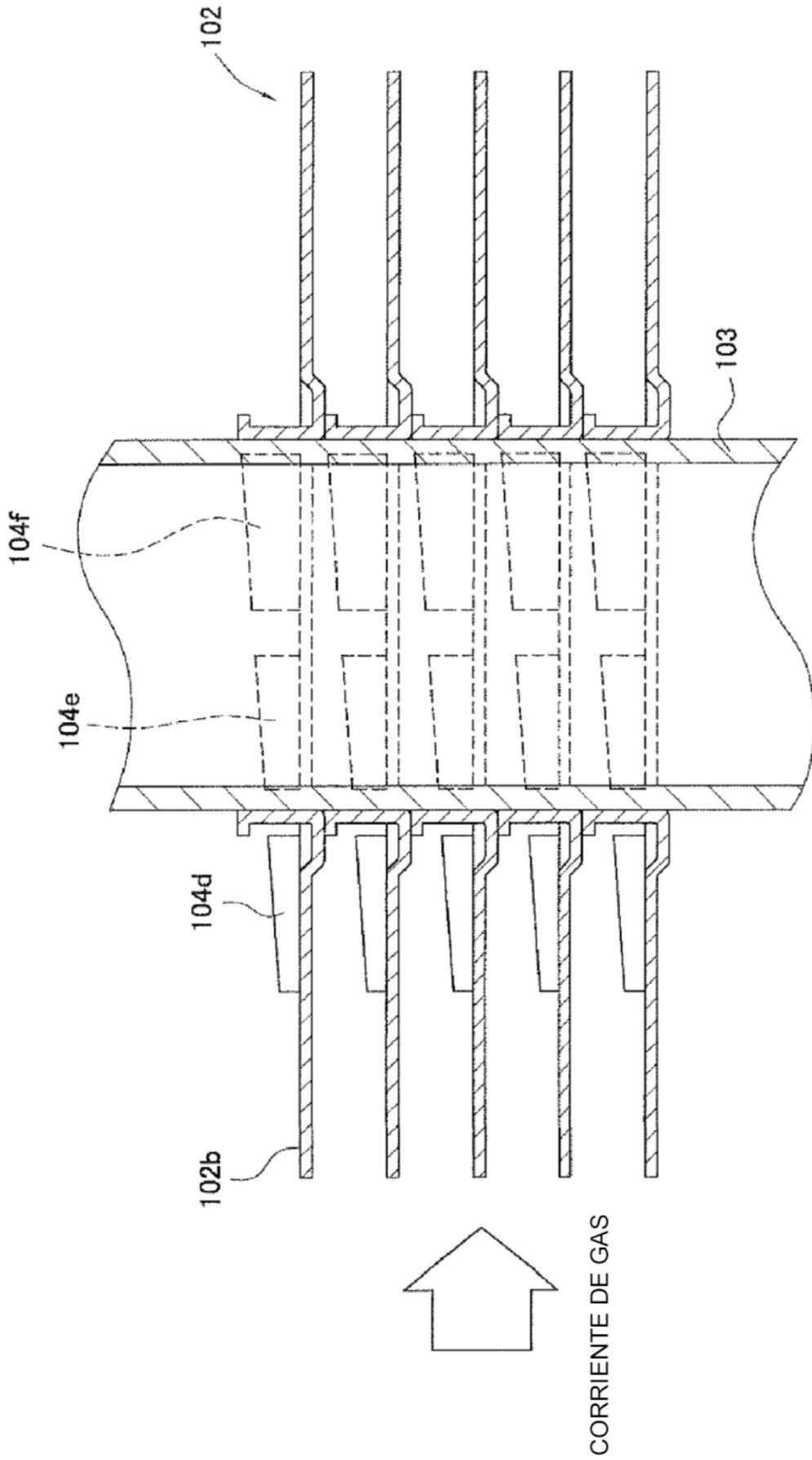


FIG. 2

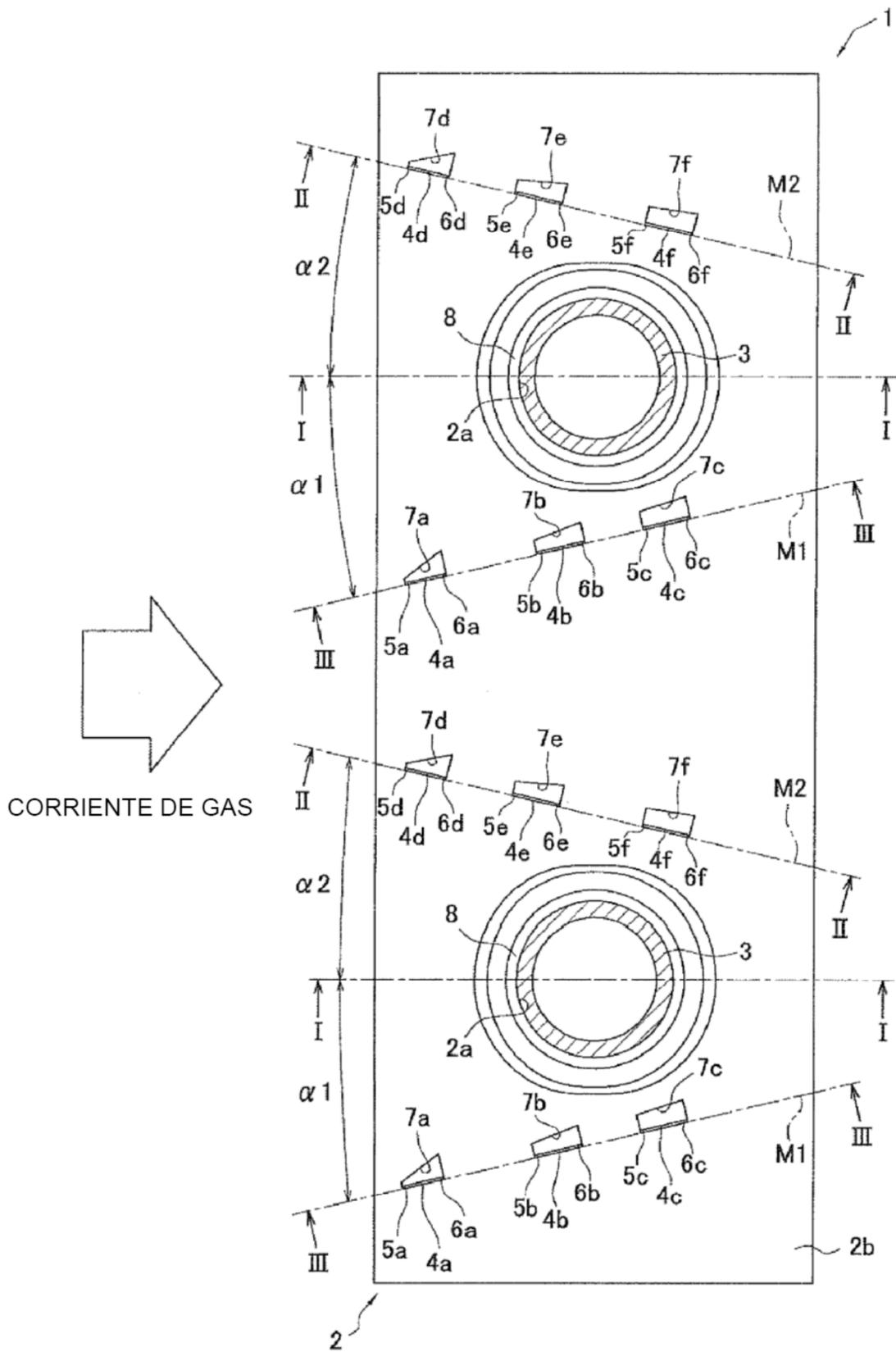


FIG. 3

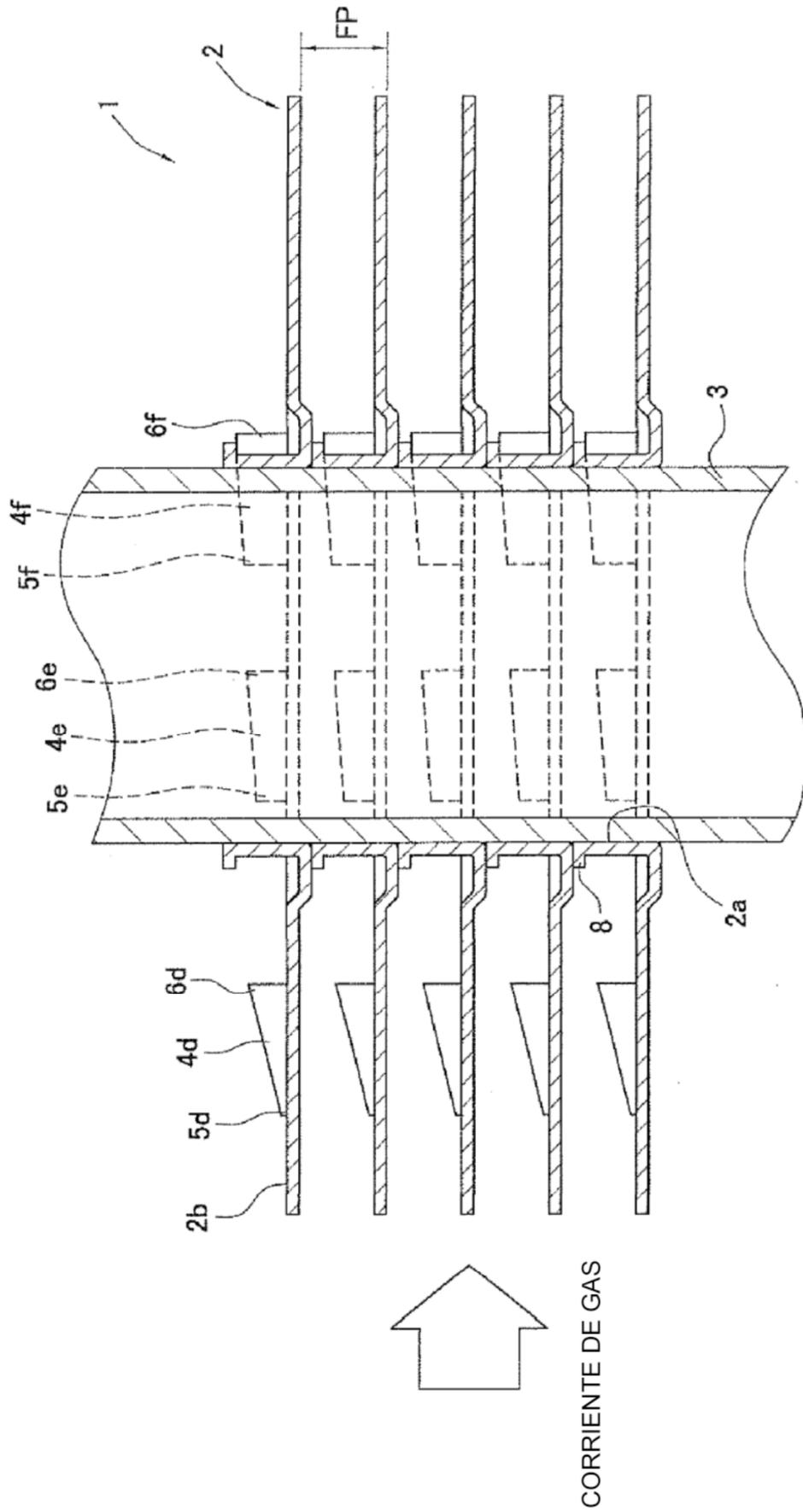


FIG. 4

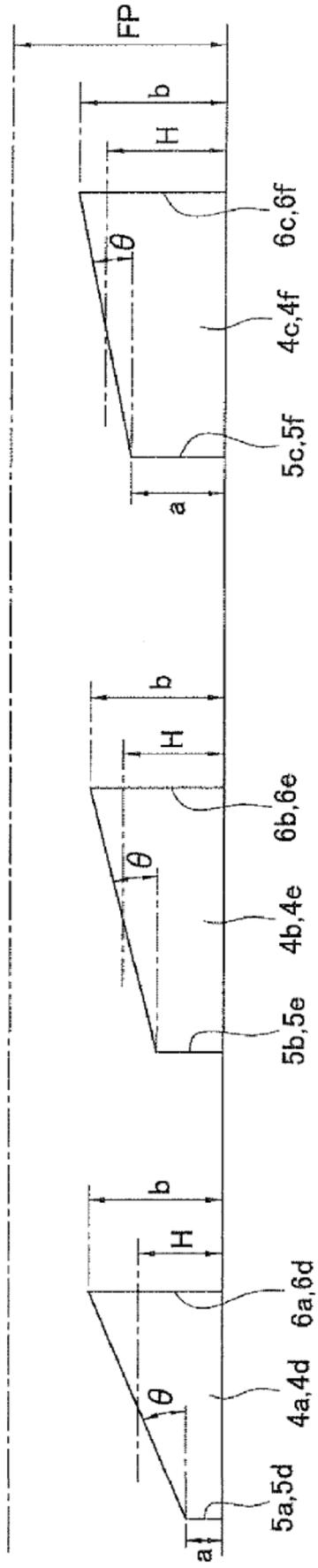


FIG. 5

FIG. 6

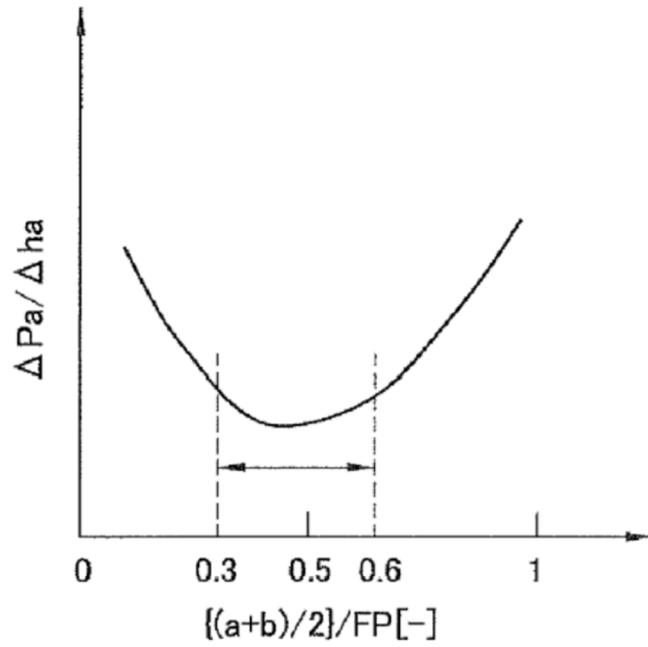
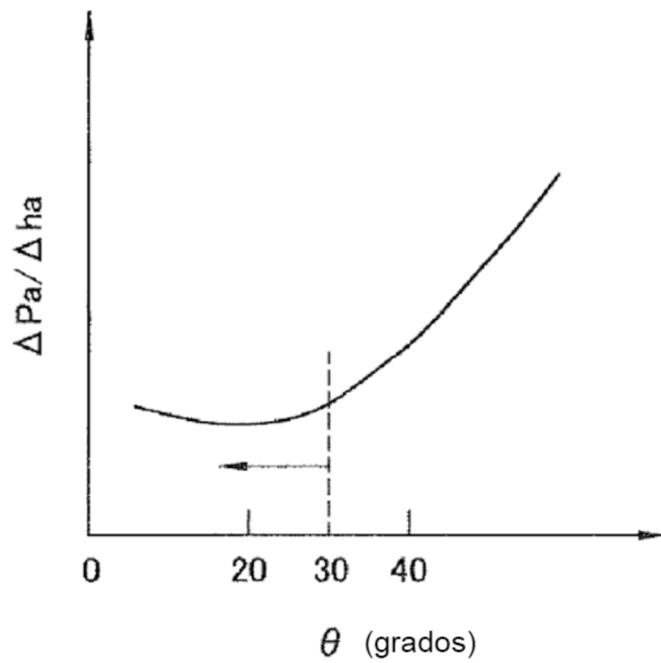


FIG. 7



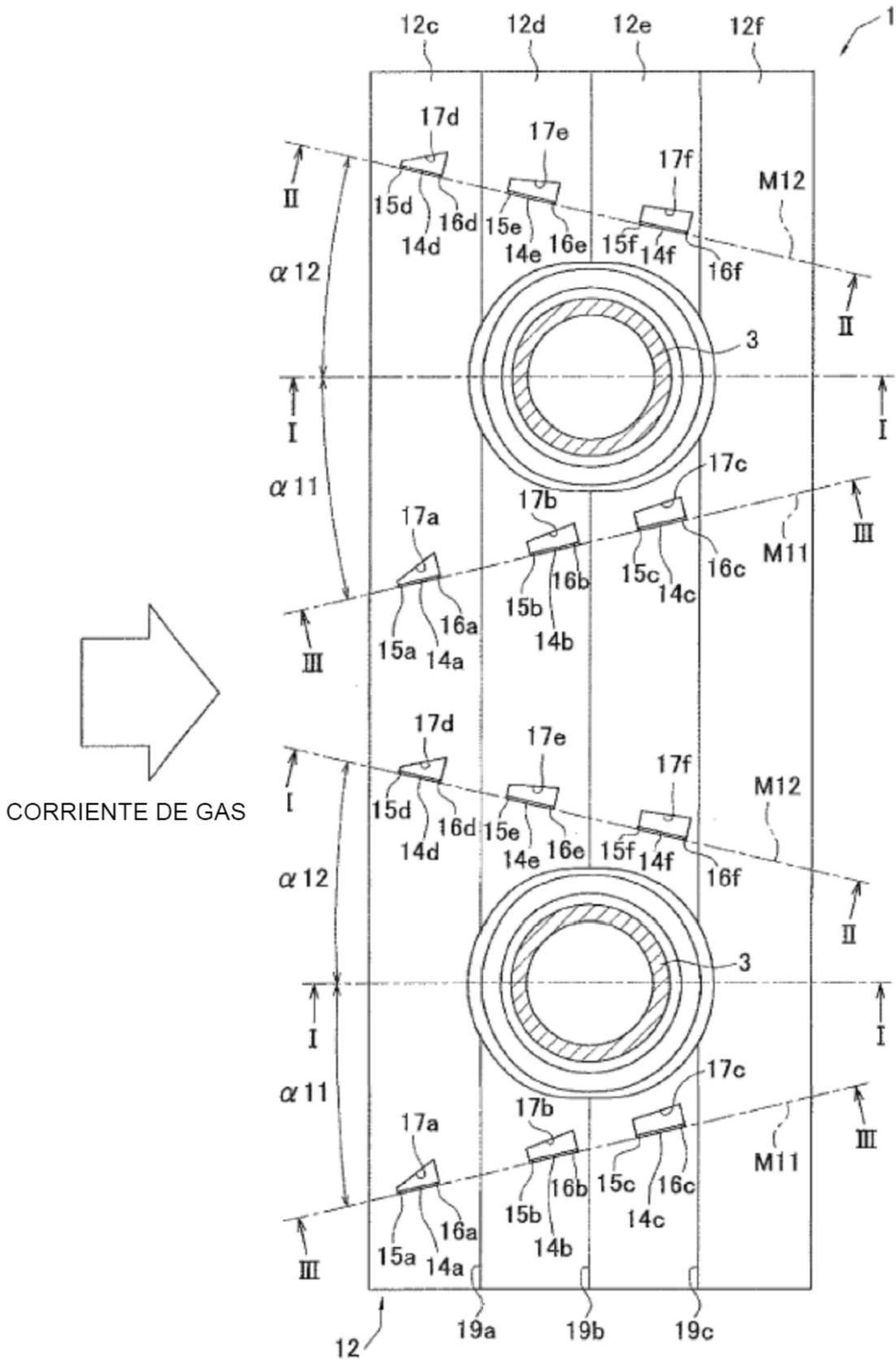


FIG. 8

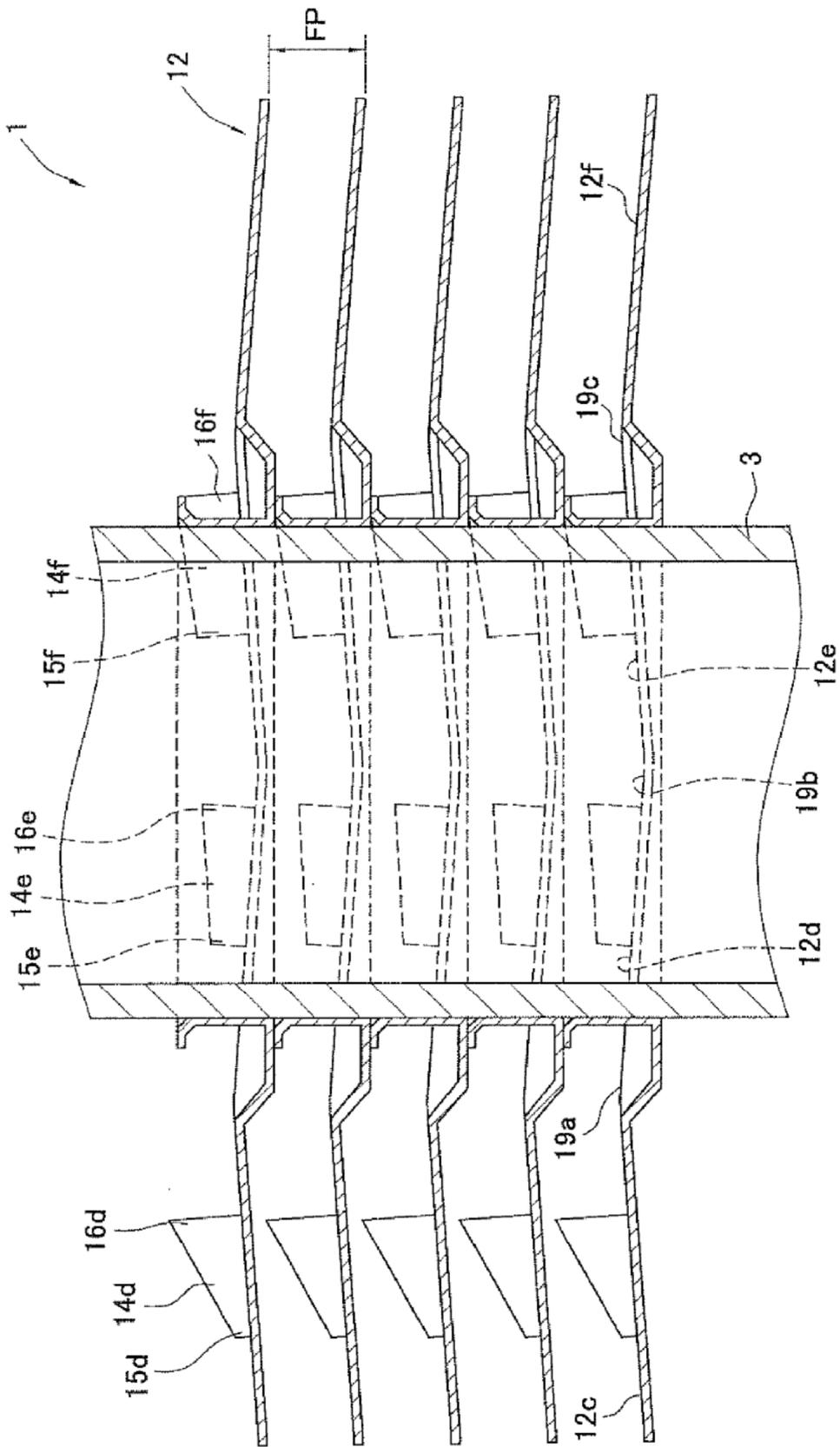


FIG. 9