

P A T E N T E
D E
I N V E N C I O N

422072

a favor de ING. A. BERETTA COSTRUZIONE METALLICHE S.p.A.,
entidad italiana, domiciliada en Lecco (Italia), Via Ri-
sorgimento, 13, por "ELEMENTO DE INTERCAMBIADOR TERMICO,
DEL TIPO DE PLACA".

- . -

MEMORIA DESCRIPTIVA

Esta invención se refiere a intercambiadores
térmicos, y, más especialmente, a un elemento de inter-
cambiador térmico del tipo de placa, de eficacia mejora-
da, y a una caldera para el calentamiento de agua y que
5. incorpora tales elementos, particularmente del tipo en
que el fluido donador de calor es gaseoso, y el fluido
acceptor del mismo es un líquido.

Son conocidas las calderas de agua de composi-
ción compleja que comprenden una pluralidad de elementos
10. de intercambio térmico, generalmente de fundición de hie



5. rro, en los que el coeficiente de transferencia térmica por unidad de superficie de cada uno de dichos elementos ha sido mejorado mediante la provisión de saledizos en forma de aletas, nervios o protuberancias, incorporados por fundición en la cara correspondiente al gas de los elementos.

10. Aparte de la cuestión del rendimiento, una ventaja mayor de estos elementos reside en el elevado coste de fabricación de las piezas colocadas en sí, y en los problemas de limpieza planteados por los saledizos de fundición.

15. Los intentos de producir elementos de intercambiador térmico menos costosos, por el moldeo en frío de piezas, a partir de materiales adecuados, han conducido a rendimientos de intercambio mucho menores. En realidad se puede aumentar el rendimiento de transferencia térmica de los elementos, montando en ellos saledizos adecuados en una operación posterior, pero en este caso los costes de producción se elevan a niveles inaceptables.

20. De acuerdo con ello, el objeto principal de la presente invención es el de mejorar el coeficiente de transferencia térmica en intercambiadores de calor de composición compleja, y reducir al mismo tiempo su coste por cantidad de calor transferido.

25. Otro objeto de esta invención es el de proporcionar un tipo mejorado de elemento de intercambio térmico que puede ser fabricado tanto por moldeo en frío como por colada, y tanto de fundición, acero, aluminio, cobre



o de cualquier otro material adecuado.

- Otro objeto de esta invención es el de proveer un elemento de intercambio térmico en el cual las superficies expuestas a los gases de la combustión pueden ser
5. limpiadas más fácilmente y de forma más completa, sin necesidad de tener que desmontar el elemento.

- Un objeto ulterior de esta invención es el de proveer un elevado rendimiento de intercambio térmico al mismo tiempo que se mejora su porcentaje de recuperación del calor de los gases de combustión sin aumentar, por e
10. llo, la superficie de intercambio térmico.

- Estos y otros objetos han sido alcanzados de acuerdo con la invención mediante un elemento de intercambiador térmico del tipo de placa, que comprende al menos
15. dos piezas a modo de placa, intercambiadoras de calor y huecas, mutuamente enfrentadas definiendo entre ellas un camino para un fluido donador de calor y que tienen respectivos espacios interiores para un fluido circulante, receptor de calor, caracterizado por el hecho de comprender
20. superficies mutuamente enfrentadas de dichos elementos de intercambio térmico a modo de placa, provistas de formaciones de nervios consecutivas, las cuales se extienden al menos parcialmente transversales respecto a dicho camino y que sobresalen de respectivas superficies enfrentadas
25. en relación de tresbolillo entre sí, para definir una configuración en cascada de al menos una porción de dicho trayecto.

De acuerdo con una de las realizaciones preferi



- das, las formaciones nervadas son en forma de porciones de nervio, que en una de las piezas del elemento están correlacionadas y al menos parcialmente en relación oblicua con las porciones de nervio enfrentadas de la otra pieza, cuyas piezas cooperan para definir, conjuntamente un camino para el fluido donador de calor que fluye entre ellas, incidiendo este último, primeramente, contra una de las porciones de nervio de una de las piezas de forma que es desviado en una dirección para adquirir una primera condición de flujo al menos parcialmente no laminar, y luego contra otra de las porciones de nervio de la otra pieza de forma que es desviado en otra dirección, adquiriendo así una segunda condición de flujo al menos parcialmente no laminar, en la que los filetes del flujo de fluido son al menos parcialmente inversos respecto a la primera condición de flujo, de forma que los filetes internos de la corriente circulante son hechos incidir contra las superficies del intercambiador térmico, repitiéndose este proceso en forma alternada en cada porción nervada de la pieza, de manera que el flujo de gas caliente es forzado a seguir un largo trayecto retorcido o en espiral y a adquirir un grado de turbulencia controlado, con el objeto de llevar sucesivamente cada capa de gas a una mejorada relación de intercambio térmico con los lados del elemento.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

Ventajosamente, los nervios de dichas piezas cooperan para definir en el elemento una porción central que recibe de manera amovible una placa diafragma de con-



- figuración, preferiblemente, conformada, cuya placa coopera, una vez instalada, con porciones de nervio complementarias por lados opuestos de la misma, para dividir esta porción central en dos conductos para el paso de los gases calientes, fluyendo la corriente de gas desde un ángulo extremo de un elemento, a través de uno de dichos conductos y saliendo a través del extremo diagonalmente opuesto del mismo, mientras que la corriente de gas del otro ángulo extremo del elemento fluye a través del otro conducto y sale a través del otro extremo diagonalmente opuesto del mismo. De esta manera el flujo de gas es subdividido, en su conjunto, en dos caminos de flujo generales, en una configuración en zig-zag cruzada aproximadamente en la parte central del elemento, sin que estos caminos resulten nunca substancialmente intermezclados.
- 5.
- 10.
- 15.

Otros objetos y ventajas resultarán evidentes de la descripción que sigue, de unas realizaciones preferidas de la invención y de los dibujos adjuntos, donde los mismos números se refieren a partes similares o idénticas, y en los cuales:

- La figura 1 es una vista en alzado frontal de una pieza de elemento intercambiador térmico de acuerdo con esta realización, y muestra el lado de la pieza expuesta a los gases de combustión, con la placa diafragma en su sitio; la figura 2 es una vista en alzado frontal de la otra pieza que, junto con la representada en la figura 1, constituye un par complementario para el elemento
- 20.
- 25.



- de intercambio térmico de acuerdo con la realización, mostrando también la cara expuesta a los gases de combustión y la placa diafragma en su sitio; la figura 3 es una vista en sección transversal del elemento de la figura 1, realizada a lo largo de la línea I-I y vista en la dirección de las puntas de flecha, pero con la placa diafragma retirada con miras a la claridad; la figura 4 es una vista en planta superior del elemento de las figuras 1 y 2, unidos entre sí para formar un elemento de intercambio térmico de acuerdo con la invención y con la placa diafragma instalada; la figura 5 es una vista en perspectiva, parcialmente en corte del elemento intercambiador térmico de acuerdo con la invención, mostrando el perfil del flujo de gas cuando la placa diafragma está retirada de la zona central del elemento; la figura 6 es una vista igual a la figura 5 pero con la placa diafragma en posición, y la figura 7 es una vista en perspectiva general, parcialmente despiezada, de una caldera de calefacción que incorpora el elemento intercambiador térmico de acuerdo con esta invención.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

Haciendo referencia a las figuras 1 y 2, se aprecia en ellas el lado expuesto a los gases de combustión, llamado a continuación "lado gas", de las piezas a modo de placa complementarias del elemento de intercambio térmico -1- y -la-, siendo las piezas en sí de forma substancialmente rectangular y hechas preferiblemente, aunque no de modo exclusivo, de chapa metálica moldeada en frío. Unas porciones de valona periférica -2-

25.



- y -2a- aseguran un área de soporte adecuada para montar juntos los elementos y para su instalación en la caldera, Los orificios -3-, -3a-, -4- y -4a- proporcionan pasos de interconexión para la circulación del agua a lo largo del
5. lado correspondiente al líquido de cada elemento (25 en la figura 3) y en el espacio intermedio que se forma entre elementos adyacentes. A través de cada pieza a modo de placa -1- y -1a- se extienden unas porciones de nervio -5-, -6-, -5a- y -6a-, transversalmente y conectando salientes -8-, -9-, -8a- y -9a-, respectivamente, substancialmente verticales y dispuestos lateralmente, cuyos salientes proporcionan una superficie plana y continua para tope de cada elemento con el que se le empareja, a fin de definir un espacio cerrado, abierto por sus extremos inferior y superior de manera que forma la cámara conducto
10. de gases salientes. Entre los salientes laterales y los nervios transversos se ha previsto unas porciones de tabique -7- y -7a-, formadas a modo que siguen un perfil aproximadamente elíptico que se extiende desde los salientes -8- y -8a- hasta los salientes -9- y -9a-, respectivamente (figura 4). Una placa diafragma amovible -10- se apoya por su borde doblado -12- contra el nervio -6- del elemento -1- y con su borde -11-, doblado en el sentido opuesto, contra el nervio -6a- del elemento -1a-, y es,
15. de preferencia, aunque no exclusivamente, de una configuración generalmente pentagonal o, por lo menos, de una forma tal que le asegure poder llevar a cabo la función que será explicada más adelante; una varilla -13-, conec-
- 20.
- 25.



tada a medios de control no representados, permite al operador retirar selectivamente esta placa diafragma -10- en una dirección generalmente hacia arriba.

5. La figura 3, ya que es una vista en sección transversal del elemento -1- a lo largo de la línea I-I, ilustra ulteriormente la original configuración de las piezas placa, y especialmente las secciones transversales substancialmente triangulares -5- y -6- de los nervios transversales, con aristas arromadas o redondeadas.
10. La figura 4 muestra dos piezas placa -1- y -1a- en la condición montada, según la cual el saliente -9a- se aplica contra el saliente -9- y el saliente -8a- contra el -8-, definiendo de esta manera un conducto central de forma aproximadamente elíptica para el paso de los gases calientes, estando insertada la placa diafragma -10- entre las porciones nervadas de las piezas placa, de las que únicamente los nervios -6- y -6a- son visibles. Los bordes superiores -11- y -12-, respectivamente, de la placa diafragma -10- ayudan en emplazar correctamente la misma, tal como ya se ha explicado anteriormente, en el centro del conducto.
- 15.
- 20.

25. En la figura 7 se proporciona una ilustración general de una caldera de calefacción que incorpora elementos de intercambio térmico de acuerdo con la invención, para una mejor comprensión de un caso práctico en el que son aplicados.

El combustible llega a una batería de quemadores -16- vía un dispositivo de control -15-, cada uno



- de cuyos quemadores se encuentra dispuesto debajo del á
rea de conducto de cada elemento intercambiador de calor
-19-. Por motivos de claridad, el sistema de quemadores
se encuentra dispuesto debajo del área de conducto de ca
5. da elemento intercambiador de calor -19-. Por motivos de
claridad, el sistema de quemadores está representado en
posición separada, siendo evidente que la batería de que
madores estará adaptada dentro de un tipo convencional de
hogar en la parte inferior de la caldera -17-, estando es
10. te hogar definido por placas testero -18- y una placa de
fondo que puede formar parte de los miembros de soporte
-22-. Encima de la caldera -17- se halla montada una chi
menea -20-, conectada a conductos de descarga convencio-
nales. El agua puede ser hecha circular a través del sig
15. tema de calefacción (no representado), mediante una bom-
ba de circulación -21-, por ejemplo, cuyo lado de aspira-
ción puede ser unido al sistema vía un tubo -24-, y el
lado de salida conectado de manera convencional con la
porción inferior de la caldera, de forma que el agua vuel-
20. ve a entrar en el sistema, después de haber sido calen-
tada en la caldera, por el tubo -23- de la parte superior
de la misma placa testero. Los espacios interiores de los
elementos de intercambio térmico comunican los unos con
los otros a través de orificios -3-, -3a-, -4- y -4a- cu-
25. yas paredes de contorno -8-, -8a-, -9- y -9a- se hallan
aplicadas las unas contra las otras. El cierre hermético
es obtenido por soldadura de los bordes en contacto de
los orificios, entre sí.



Los elementos de intercambio térmico son fijados los unos a los otros por soldadura de los bordes de las valonas respectivas -2- y -2a-.

5. La circulación del agua dentro de los espacios interiores de los elementos de intercambio térmico es controlada de la manera usual, por ejemplo por el fenómeno de libre convección o por circulación forzada.

10. Ahora se describirá el funcionamiento del elemento intercambiador térmico con referencia a las figuras 5 y 6, y particularmente con respecto al lado gas del elemento en sí.

15. Tal como se aprecia en la figura 6, cuando la placa diafragma -10- se encuentra correctamente dispuesta entre un par de piezas complementarias -1- y -1a-, se establece el siguiente modelo de flujo para los gases calientes que suben del hogar. La corriente de gases de uno de los extremos de esquina del elemento, representada generalmente por una línea con punta de flecha -A-, incide primeramente contra el nervio -5- y es deflectada, al menos parcialmente, en una dirección transversal respecto a la extensión general de las piezas placa, y luego la corriente incide contra el nervio -5a-, el cual la desvía, al menos parcialmente, en una dirección opuesta a la anterior. No obstante, la placa -10- ajusta contra el nervio -5a- y la corriente -A- es obligada a pasar a través del paso de gases entre la placa citada y la porción central de tabique de la pieza -1-, tal como se indica en línea de trazos, para descargar a través de la esquina
- 20.
- 25.



- superior opuesta del elemento, después de haber incidido contra el nervio -6- y ser ulteriormente deflectada por el mismo. De manera similar, la corriente de gases -B- del otro extremo de esquina del elemento intercambiador térmico primeramente incide contra el nervio -5a- y es deflectada, al menos parcialmente, en una dirección opuesta a la tomada por la corriente -A- después de haber sido desviada por el nervio -5-, y luego contra el nervio -5- donde, a causa de la relación ajustada entre la placa -10- y el nervio -5-, es forzada a pasar a través del conducto de gases entre dicha placa -10- y la porción de tabique central del elemento -1a-, para descargar a través de la esquina superior opuesta del elemento después de haber incidido contra el nervio -6a- y de haber sido desviada por éste.

- La figura 5 muestra el comportamiento de los gases calientes cuando la placa diafragma -10- es retirada de entre las porciones nervadas centrales de las piezas placa. Es de ver que los gases son desviados de su trayectoria ascendente recta, simplemente tal como es impuesto por las ondulaciones creadas por los nervios oblicuos de las dos piezas, en combinación, de forma que las condiciones de tiraje y de transferencia térmica de los gases calientes son distintas respecto a las de la figura 6.

- Los ensayos prácticos han suministrado pruebas suficientes del rendimiento mejorado que se puede obtener con elementos de intercambio térmico de acuerdo con esta invención.

21 DIC 1943



De la anterior descripción detallada de una realización preferida de la invención, resulta evidente que se ha proporcionado un elemento intercambiador térmico del tipo de placa, el cual asegura una mejor transferencia térmica al comunicar al flujo de gases calientes una trayectoria tal que cada filete de corriente es llevado a su vez a contacto con las paredes del elemento, garantizando de esta manera una superior relación de intercambio térmico sin que se produzca una turbulencia indebida, que podría afectar adversamente a la suave circulación de los gases calientes dentro del elemento propiamente dicho.

Además, se apreciará fácilmente que, aun cuando la invención ha sido descrita específicamente con respecto a una realización preferida de la misma, son posibles diversas variaciones y adaptaciones que caen dentro del alcance de las adjuntas reivindicaciones. Por ejemplo, prácticamente cualquier tipo de combustible puede ser quemado en una caldera que incorpore los elementos de intercambio térmico de esta invención, aparte del gas metano, utilizando adaptaciones obvias y bien conocidas en el arte. Los elementos propiamente dichos pueden ser provistos con impresiones o embutidos en sus porciones de tabique para mejorar la resistencia de su panel, especialmente en el caso de placas de elemento de grandes dimensiones, o bien las ondulaciones orientadoras de flujo pueden ser modificadas en mayor o menor grado, por ejemplo mediante la provisión de nervios de contorno ondulado o sinusoidal, o bien la placa diafragma puede ser eliminada, y el número



y configuración de las porciones nervadas de los elementos variada o modificada para adaptarse a diferentes condiciones de flujo de gases.

- . -

N O T A

- Se reivindica como objeto de la presente patente de invención:
5. 1. Elemento de intercambiador térmico del tipo de placa, que incluye al menos dos piezas a modo de placa de intercambio térmico y huecas, mutuamente enfrentadas y que definen entre sí un trayecto para un fluido donador de calor y tienen respectivos espacios internos para un fluido circulante y receptor de calor, caracterizado por el hecho de comprender superficies mutuamente enfrentadas de dichos elementos de intercambio térmico a modo de placa, las cuales tienen formaciones de nervio consecutivas que se extiende, al menos parcialmente, a través de dicho trayecto y sobresalen de respectivas superficies enfrentadas, en relación al tresbolillo las unas respecto de las otras, definiendo de esta manera una configuración de cascada en al menos una porción de dicho trayecto.
 10. 2. Elemento de intercambiador térmico del tipo de placa, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que las formaciones nervadas están
 - 15.
 - 20.



21 Dic



dispuestas en relación escalonada entre sí.

3. Elemento de intercambiador térmico del tipo de placa, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que las formaciones nervadas están dispuestas en relación oblicua las unas con respecto de las otras.
5. Elemento de intercambiador térmico del tipo de placa, de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por el hecho de tener previstos, en el trayecto de los gases de calentamiento, medios para deflectar al menos parcialmente dichos gases en una dirección transversal respecto de la dirección de flujo general a través del elemento de intercambio térmico.
10. Elemento de intercambiador térmico del tipo de placa, de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de tener previstos, entre las piezas placa de intercambio térmico, medios de diafragma divisor para los gases calientes, los cuales separan al menos parcialmente el flujo de dichos gases a través del elemento de intercambio térmico en al menos dos corrientes de gas independientes que tienen, en una zona central por lo menos de dicho elemento, direcciones en relación mutuamente oblicua.
15. Elemento de intercambiador térmico del tipo de placa, de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizado por el hecho de tener previstos, entre las piezas placa de intercambio térmico, medios de diafragma divisor para los gases calientes, los cuales separan al menos parcialmente el flujo de dichos gases a través del elemento de intercambio térmico en al menos dos corrientes de gas independientes que tienen, en una zona central por lo menos de dicho elemento, direcciones en relación mutuamente oblicua.
20. Elemento de intercambiador térmico del tipo de placa, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que las piezas placa de intercambio térmico tienen una forma rectangular con lados de entrada y salida de gases substancialmente paralelos, y cos-
- 25.



- tados substancialmente perpendiculares a ellos, extendiéndose las formaciones nervadas en una dirección oblicua con respecto a los costados de la forma rectangular y transversa respecto al lado de entrada de gases, estando
5. las formaciones nervadas de una de las superficies de una pieza de intercambio térmico en relación oblicua respecto a las formaciones nervadas de la superficie enfrentada de la otra pieza de intercambio térmico enfrentada, teniendo los costados respectivas formaciones de borde regruesadas,
10. con superficies de tope para cerrar lateralmente el espacio entre las placas de intercambio térmico, y habiéndose previsto orificios pasantes en las esquinas de dichas formaciones regruesadas para proveer comunicación entre los interiores de placas de intercambio térmico.
15. 7. Elemento de intercambiador térmico del tipo de placa, de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado por el hecho de que las piezas de intercambio térmico son más de dos y se hallan dispuestas en formación de paquete, habiéndose previsto medios de conexión de tubos,
20. para unir un orificio pasante de una pieza placa de intercambio térmico lateral con un lado de entrada de un circuito de sistema de calefacción, y otra abertura de una pieza placa de intercambio térmico lateral con el lado de salida del circuito del sistema de calefacción, habiéndose
25. previsto medios de quemador debajo del lado de entrada de gases del elemento y medios de chimenea en el lado de salida de gases del mismo, a fin de definir una estructura de caldera.





5. 8. Elemento de intercambiador térmico del tipo de placa, de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que cada una de las piezas placa está formada por una chapa metálica conformada a modo de cubeta y que tiene formaciones nervadas previstas en ella, y una formación de valona a lo largo de su contorno, para conectar con ella una formación de valona de una placa de intercambio térmico complementaria, a fin de formar el elemento hueco de intercambio térmico.
10. 9. Elemento de intercambiador térmico del tipo de placa.

La presente memoria descriptiva consta de dieciséis hojas foliadas escritas a máquina por una sola cara.

Barcelona, 21 de diciembre de 1973

ING. A. BERETTA COSTRUZIONE
METALLICHE S.p.A.

p.a.



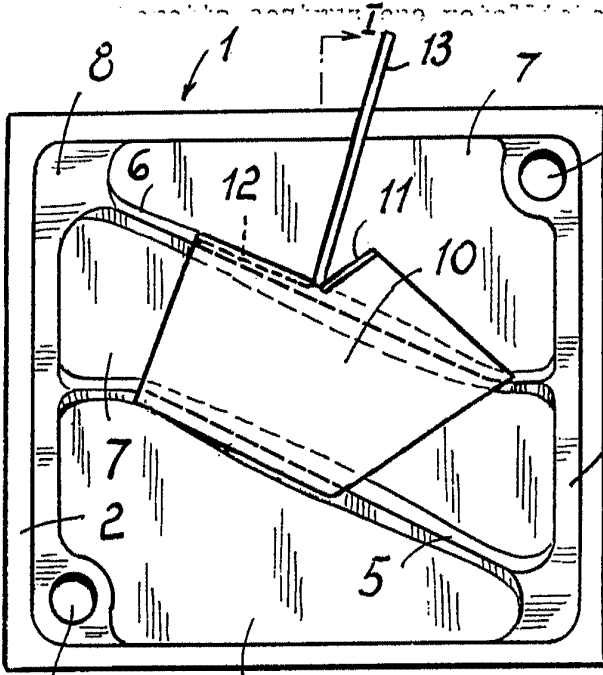


FIG. 1

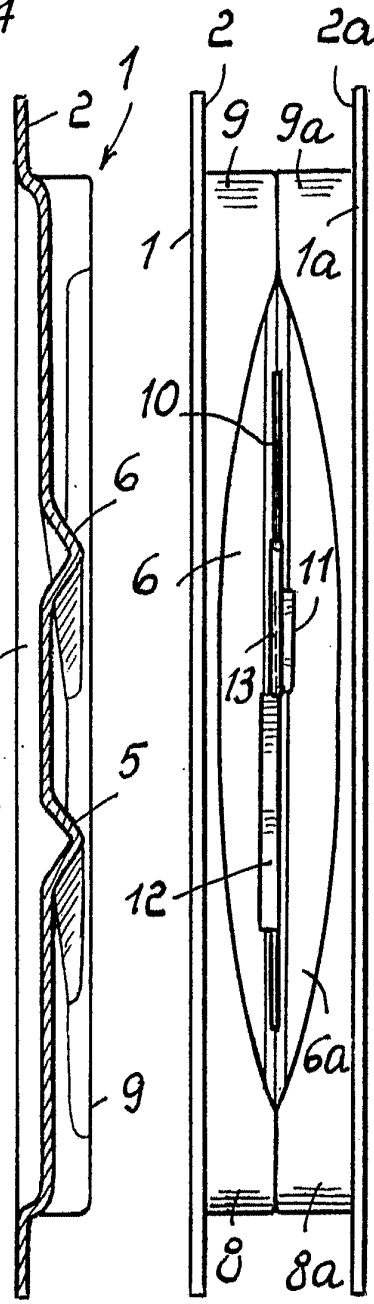


FIG. 3

FIG. 4

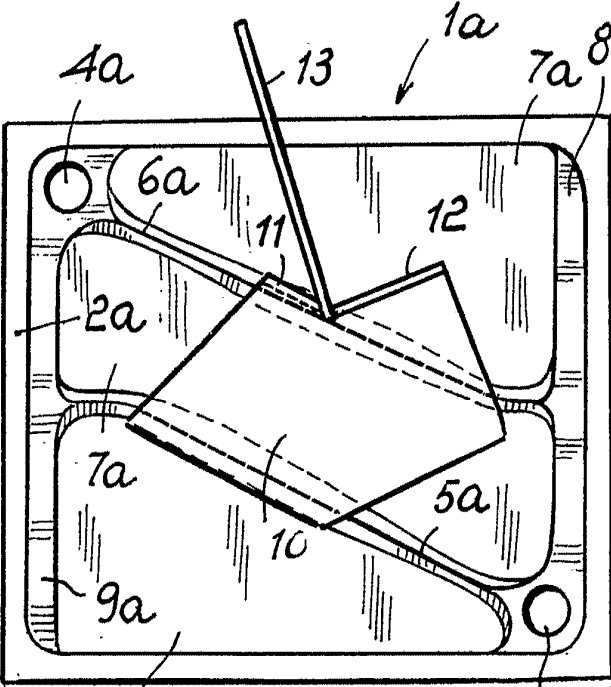
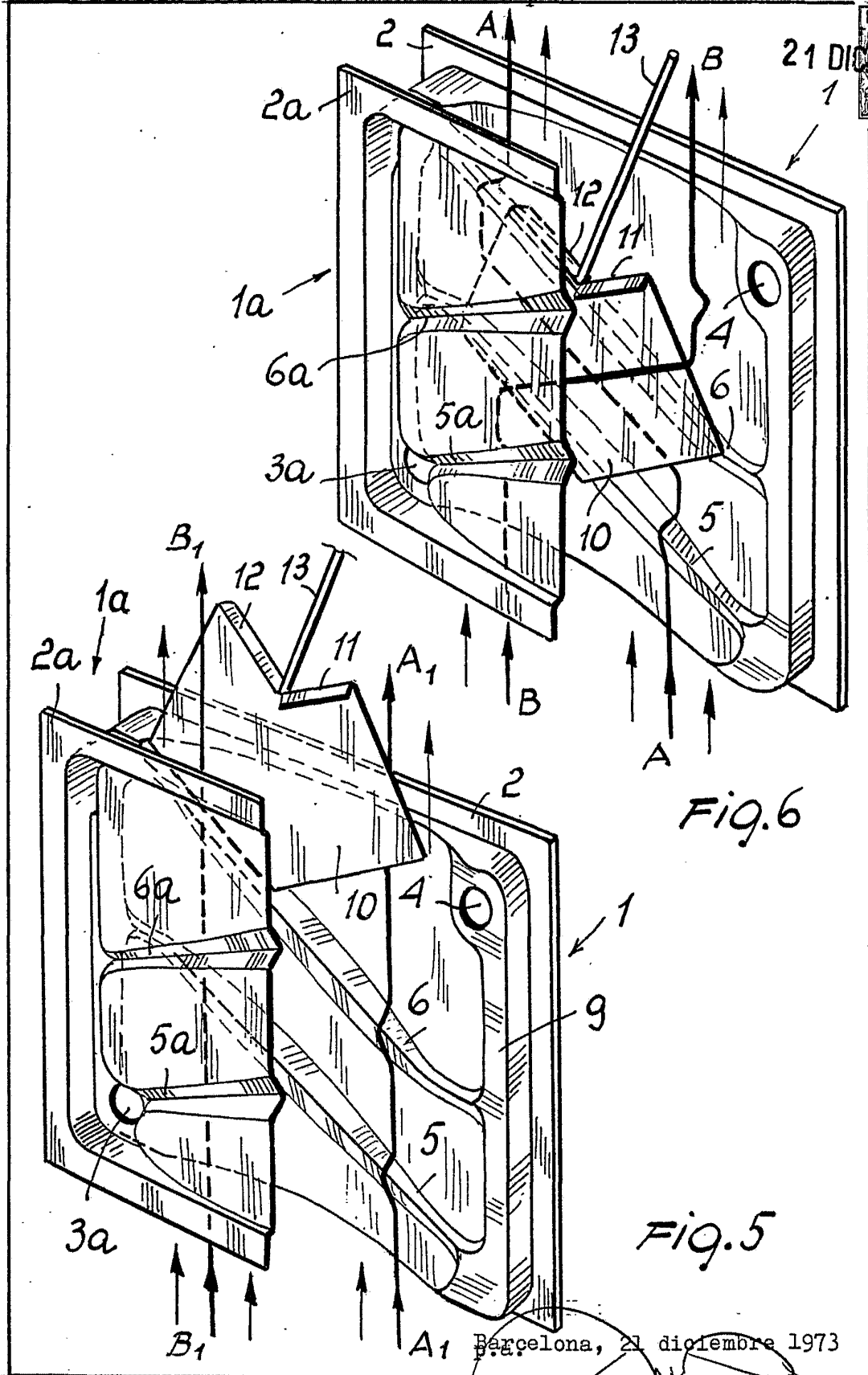


FIG. 2

Barcelona 21 dicembre 1973
P.A.

24.280/3



Barcelona, 21 dicembre 1973

24280/3

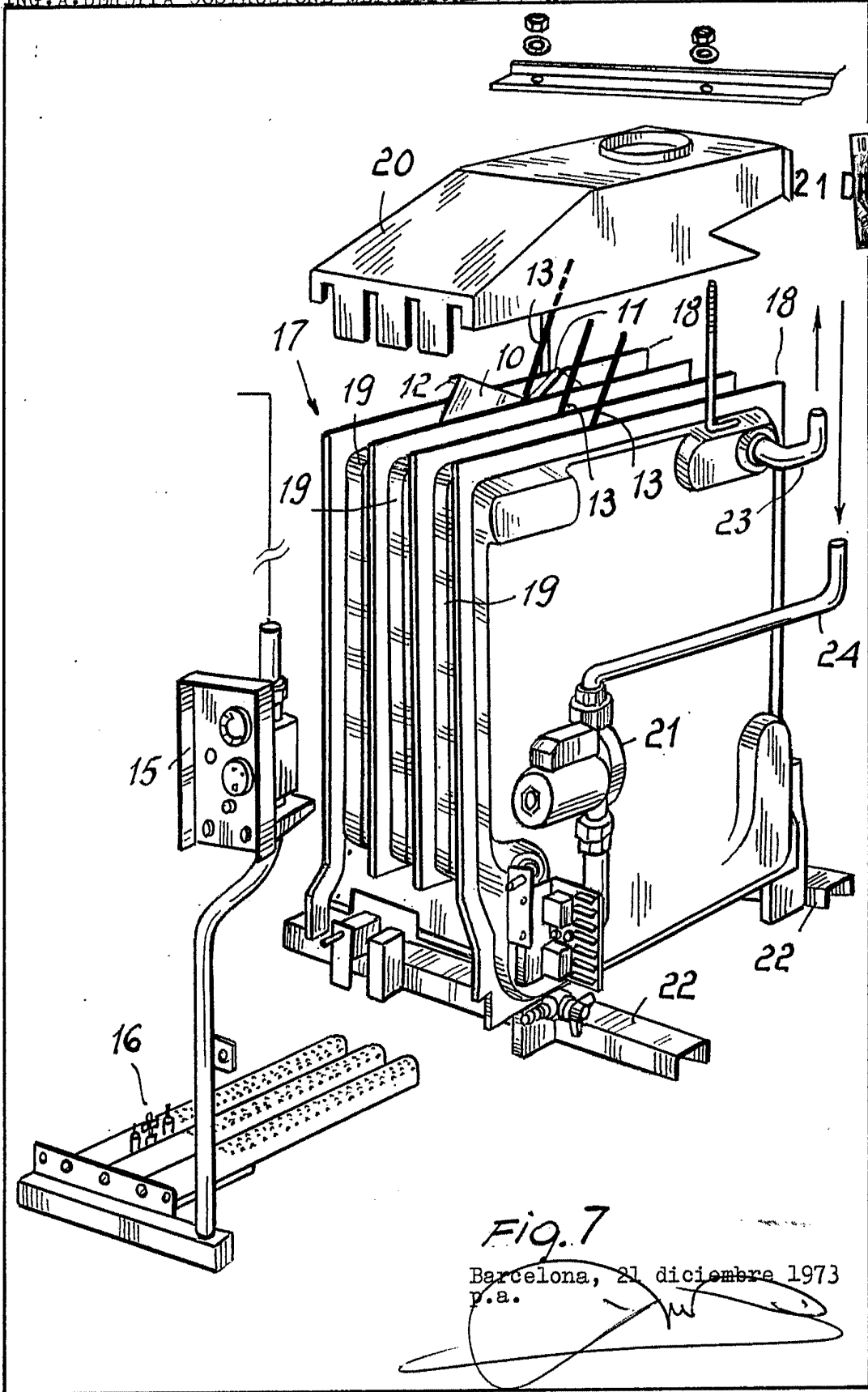


Fig. 7

Barcelona, 21 diciembre 1973
p.a.

[Handwritten signature]