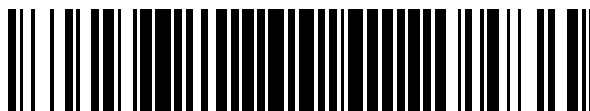


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 390 917**

51 Int. Cl.:
B23P 15/26 (2006.01)
B01J 19/24 (2006.01)
F28D 7/00 (2006.01)
B23K 20/02 (2006.01)
F28F 1/04 (2006.01)
F28F 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09815670 .6**
96 Fecha de presentación: **21.09.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2326458**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.06.2011**

54 Título: **Procedimiento de fabricación de un sistema de intercambiador de calor, preferentemente de tipo intercambiador/reactor**

30 Prioridad:
23.09.2008 FR 0856389

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.11.2012

73 Titular/es:
**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES (100.0%)
Bâtiment "Le Ponant D" 25, rue Leblanc
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:
**TOCHON, PATRICE;
COUTURIER, RAPHAËL y
VIDOTTO, FABIEN**

74 Agente/Representante:
PÉREZ BARQUÍN, Eliana

ES 2 390 917 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

Procedimiento de fabricación de un sistema de intercambiador de calor, preferentemente de tipo intercambiador/reactor

5 La invención se refiere de forma general al campo de los intercambiadores de calor, y preferentemente a los intercambiadores llamados compactos con placa, para los que los intercambios térmicos obtenidos son muy satisfactorios, en razón de la importante relación entre las superficies de intercambio y el volumen del intercambiador. La invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un sistema de intercambiador de calor que comprende al menos un módulo atravesado por una hilera de canales de circulación de fluido.

15 La invención se refiere más específicamente a los sistemas de intercambio térmico que comprenden un módulo o un apilamiento de módulos que forman en alternancia, según una dirección de apilamiento de las placas, una primera zona de circulación fluidica y una segunda zona de circulación fluidica, y concebidos de manera que se produzca una reacción química, eventualmente catalítica, en al menos una de estas zonas de circulación fluidica. Así, en razón de la reacción química encontrada en el seno de al menos una de estas zonas, tales intercambiadores son igualmente llamados reactores. De manera más general, tales intercambiadores de calor se denominan intercambiador/reactor.

20 Se señala que se pueden considerar numerosas aplicaciones para este tipo de sistema de intercambiador, por ejemplo la producción de productos químicos o farmacéuticos, o incluso las instalaciones de pila de combustible.

25 El documento GB-A-2312737, que se considera como que es el estado de la técnica más próximo al objeto de la reivindicación 1, describe un procedimiento de fabricación de un sistema de intercambiador de calor que comprende al menos un módulo atravesado por una hilera de canales de circulación de fluido, implementándose la realización de dicho módulo de la siguiente manera:

30 - formación de un conjunto que comprende, en paralelo, una pluralidad de conductos metálicos que forman cada uno, con su espacio interior, uno de dichos canales de circulación de fluido, estando dispuestos dichos conductos entre dos placas metálicas, y estando vacíos los espacios delimitados por los conductos directamente consecutivos y dichas placas metálicas; y

35 - tratamiento de dicho conjunto de manera que se obtiene una soldadura por difusión de los conductos con dichas placas.

Ningún procedimiento de fabricación se revela enteramente satisfactorio, este tipo de sistema de intercambio está poco extendido en la industria.

40 Para remediar este inconveniente, la invención tiene por objeto un procedimiento de fabricación de un sistema de intercambio de calor que comprende al menos un módulo atravesado por una hilera de canales de circulación de fluido, implementándose la realización de dicho módulo de la siguiente manera:

45 - formación de un conjunto que comprende, en paralelo, una pluralidad de conductos metálicos que forman cada uno, con su espacio interior, uno de dichos canales de circulación de fluido, estando dispuestos dichos conductos entre dos placas metálicas, y estando llenos los espacios delimitados por los conductos directamente consecutivos y dichas placas metálicas por una matriz metálica de llenado, integrando dicho conjunto igualmente dos elementos de empalme metálicos, estando uno provisto de una pluralidad de orificios pasantes que alojan respectivamente uno de los dos extremos de los conductos, y estando el otro provisto de una pluralidad de orificios pasantes que alojan respectivamente el otro de los dos extremos de los conductos; y

50 - tratamiento de dicho conjunto de manera que se obtiene una soldadura por difusión de los conductos con dicha matriz metálica de llenado, con dichas placas, y con los dos elementos de empalme metálicos.

55 El módulo obtenido es ventajosamente muy poco sensible a los problemas de corrosión, dada la ausencia de soldadura/suelda en contacto con el fluido destinado a atravesar los canales de circulación de fluido definidos por este módulo. La esperanza de vida del sistema de intercambio de hecho se aumenta.

60 Por otra parte, el módulo obtenido presenta una estanqueidad perfecta, en particular gracias a la soldadura por difusión de los elementos presentes, lo que se traduce en una seguridad reforzada.

65 Además, el procedimiento según la invención posibilita fácilmente la realización de módulos de geometrías diferentes, elegidas en función de las necesidades encontradas, particularmente en lo que se refiere a la naturaleza del intercambio térmico deseado. Puede por ejemplo tratarse de la elección del diámetro de los canales, o incluso de la forma de estos últimos, confiriendo esto una modularidad notable al procedimiento según la invención.

Una vez realizado dicho tratamiento, la matriz sólida alrededor de los conductos que definen los canales de

circulación de fluido permite conferir una inercia térmica importante al módulo del sistema de intercambiador, ofreciéndole una gran capacidad para resistir el calor de una reacción exotérmica, y procurando por consiguiente una fiabilidad y una seguridad satisfactorias durante la utilización ulterior. Un módulo de misma concepción es de hecho susceptible de responder a varios tipos de reacciones exotérmicas.

5 Por otro lado, se señala que el hecho de poder utilizar un material metálico con gran conductividad térmica para la matriz de llenado y las placas permite aumentar significativamente la conductividad térmica global del sistema de intercambio que integra tal módulo, y por lo tanto disipar mejor el calor.

10 Una vez realizada la operación de tratamiento, los conductos, preferentemente del tipo tubos rectos, en zigzag o de cualquier otra forma reputada apropiada, son sumergidos en la masa que los rodea, constituida por la matriz de llenado y las placas metálicas. El módulo obtenido, asimilable a una estructura de una sola pieza, es de hecho capaz de resistir unas presiones y/o unos diferenciales de presión muy elevados, como por ejemplo varias centenas de bares, sin riesgo de ser dañado.

15 Los costes de producción asociados a la puesta en marcha del procedimiento según la invención permanecen ventajosamente bajos, esencialmente en razón del bajo coste de cada uno de los elementos constitutivos de dicho conjunto.

20 Como se mencionó anteriormente, dicho conjunto se realiza de manera que se integran igualmente dos elementos de empalme metálicos, uno que está provisto de una pluralidad de orificios pasantes que alojan respectivamente uno de los dos extremos de los conductos, y el otro que está provisto de una pluralidad de orificios pasantes que alojan respectivamente el otro de los dos extremos de los conductos. Estos dos elementos de empalme, por ejemplo cada uno en forma de barra, están dedicados a la entrada / la salida del fluido en los canales del módulo.

25 Así, la puesta en marcha de dicho tratamiento genera igualmente una soldadura por difusión de los extremos de los conductos con sus elementos de empalme respectivos. Preferentemente, una soldadura de los extremos en sus orificios asociados se realiza previamente a la operación de tratamiento que conduce a la soldadura por difusión de los elementos presentes. Estas soldaduras previas, preferentemente de tipo TIG, son preferentemente estancas al vacío secundario, en particular con el fin de poder resistir el tratamiento ulterior del conjunto.

30 Preferentemente, se realiza una retirada de material en uno de los dos elementos de empalme metálicos entre dos orificios directamente consecutivos, con el fin de crear un canal de unión entre estos dos orificios, y después se procede a la colocación de una placa de cierre en dicho elemento de empalme implicado, con el fin de hacer estanco dicho canal de unión entre los dos orificios directamente consecutivos. Globalmente, el canal de unión que resulta de ello permite poner en comunicación fluidica los dos canales del módulo directamente consecutivos que desembocan respectivamente en los dos orificios implicados. El fluido que circula por el primer canal y que llega al canal de unión sufre entonces un retorno antes de penetrar en el segundo canal.

40 Así, de una manera simple, poco costosa y flexible, es posible obtener varias configuraciones de distribución del fluido a través del módulo, en función de diferentes criterios mantenidos tales como el tiempo de estancia del fluido en el módulo, así como los niveles de mezclamiento y de intercambio térmico deseados.

45 Al nivel de las placas de cierre, es ventajosamente posible implantar uno o varios instrumentos de medida, con el fin de por ejemplo recoger unos datos concernientes a la temperatura, la presión y/o el pH. Es igualmente posible, mediante el bies de estas placas de cierre, asegurar una introducción adicional de reactivos, y/o efectuar una limpieza de los canales en caso de engrasamiento o de solidificación. Por último, es igualmente posible, siempre mediante el bies de estas placas de cierre, añadir mezclas estáticas o cualquier otro inserto requerido, en particular unos insertos revestidos de catalizador(es).

50 La retirada de material se efectúa preferentemente mediante mecanizado, susceptible de ser puesto en marcha en cualquier estadio del procedimiento, y preferentemente después de la operación de tratamiento del conjunto.

55 Así, es posible modular la sección del canal de unión en función de la profundidad del mecanizado practicado en el elemento de empalme. Son aquí las propiedades de mezclamiento y de intercambio térmico las que pueden por lo tanto ser modificadas mediante simple adaptación de la profundidad del mecanizado practicado.

60 Naturalmente, cualquier otra solución que asegura el retorno del fluido al módulo puede ser considerada, sin salir del alcance de la invención.

Además, en caso de que el sistema de intercambio presente dos módulos superpuestos, cada uno con una fila de canales, tal canal de unión puede ser obtenido entre un canal del primer módulo y un canal del segundo módulo.

65 Preferentemente, dicho conjunto se realiza de manera que se integra igualmente una envoltura de consolidación en la que se desliza el resto del conjunto, y en la que la puesta en marcha de dicho tratamiento conduce igualmente a la soldadura por difusión de esta envoltura con el resto del conjunto. Esta envoltura está generalmente prevista para

asegurar que las interfaces entre los elementos apilados en su seno estén aislados del exterior, durante la soldadura por difusión.

5 Preferentemente, dicho sistema de intercambio de calor comprende, de una sola pieza, al menos unos módulos superpuestos primero y segundo, respectivamente atravesados por una fila de primeros canales de circulación de fluido y por una fila de segundos canales de circulación de fluido, siendo puesta en marcha la realización de dichos módulos primero y segundo de la siguiente manera:

10 - formación de un primer conjunto que comprende, en paralelo, una pluralidad de primeros conductos metálicos que forman cada uno, con su espacio interior, uno de dichos primeros canales de circulación de fluido, estando dispuestos dichos primeros conductos entre dos primeras placas metálicas, y estando llenos los espacios delimitados por los primeros conductos directamente consecutivos y dichas primeras placas metálicas por una primera matriz metálica de llenado, y la formación de un segundo conjunto que comprende, en paralelo, una pluralidad de segundos conductos metálicos que forman cada uno, con su espacio interior, uno de dichos segundos canales de circulación de fluido, estando dispuestos dichos segundos conductos entre dos segundas placas metálicas, y estando llenos los espacios delimitados por los segundos conductos directamente consecutivos y dichas segundas placas metálicas por una segunda matriz metálica de llenado, estando superpuesto dicho segundo conjunto al primer conjunto con la primera placa metálica y la segunda placa metálica situadas entre los conductos primeros y segundos constituidos por una misma placa; y

20 - tratamiento simultaneado de dichos conjuntos superpuestos primero y segundo de manera que se obtiene una soldadura por difusión de los primeros conductos con dicha primera matriz metálica de llenado y dichas primeras placas, así como una soldadura por difusión de los segundos conductos con dicha matriz metálica de llenado segunda y dichas segundas placas.

25 Naturalmente, una alternativa podría ser fabricar independientemente los dos módulos, y después superponerlos y ensamblarlos ulteriormente.

30 Por otro lado, cada uno de los conjuntos primero y segundo comprende preferentemente unos elementos de empalme metálicos del tipo de los mencionados anteriormente.

Además, una configuración en la que el número de módulos superpuestos es superior a dos sigue siendo por supuesto factible, incluso es preferida.

35 Preferentemente, dicho tratamiento es una compresión isostática de calor, o cualquier otra técnica que conduce a la soldadura por difusión deseada.

40 Preferentemente, dicha compresión isostática de calor se realiza a una temperatura de unos 1040°C, a una presión de unos 1200 bares, durante un tiempo de unas 2 horas.

Preferentemente, los conductos son de acero inoxidable, y la matriz metálica de llenado así como dichas placas de aleación de fuerte conductividad térmica. No obstante, otros metales y/o aleaciones pueden ser empleados, en función del tipo de reacción química efectuada.

45 Por ejemplo, dicha matriz metálica de llenado, antes de dicha etapa de tratamiento del conjunto, se realiza con polvo metálico. En este caso, se hace por lo tanto preferentemente de manera que la consolidación del polvo se efectúe durante la operación de tratamiento. Una alternativa consiste por supuesto en prever una matriz sólida, formada por ejemplo de lámina que define entre ellas unos espacios para el alojamiento de los conductos.

50 Preferentemente, al menos uno de los canales de circulación de fluido está equipado de un inserto, preferentemente metálico, revestido al menos parcialmente de un catalizador que posibilita una reacción química catalítica en el seno de este canal.

55 Otras ventajas y características de la invención aparecerán en la descripción detallada no limitativa más adelante.

Esta descripción se hará en relación a los dibujos adjuntos entre los que:

60 - la figura 1 representa una vista esquemática en perspectiva de un módulo de circulación fluidica obtenido después de la puesta en marcha del procedimiento según un modo de realización preferido de la presente invención;

- la figura 2 representa una vista en despiece ordenado en perspectiva del conjunto destinado a formar dicho módulo de la figura 1, antes de su tratamiento;

65 - la figura 3 representa una parte ampliada del conjunto mostrado en la figura 2;

- la figura 4 representa una parte del conjunto mostrado en las figuras 2 y 3, en vista desde abajo;

- la figura 5 es una vista en corte tomada a lo largo de la línea V-V de la figura 4;
 - 5 - la figura 6 representa una vista parcial en corte que muestra una alternativa de realización para la formación de las placas metálicas y de la matriz metálica de llenado que pertenecen al conjunto destinado a ser tratado;
 - las figura 7 a 9 representan unas vistas que esquematizan la etapa de formación de un canal de unión entre dos canales paralelos del módulo;
 - 10 - la figura 10 representa una alternativa de realización en la que un orificio del elemento de empalme está unido a los dos orificios dispuestos directamente consecutivos de una y otra parte de éste, respectivamente por dos canales de unión;
 - 15 - la figura 11 representa una vista en perspectiva de dos módulos de circulación fluidica obtenidos después de la puesta en marcha del procedimiento según otro modo de realización preferido de la presente invención;
 - la figura 12 representa una vista en despiece ordenado en perspectiva de los dos conjuntos destinados a formar los módulos de la figura 11, antes de su tratamiento;
 - 20 - la figura 13 representa una alternativa de realización para los dos módulos;
 - la figura 14 representa unas vistas que esquematizan la etapa de formación de uno o varios canales de unión entre los canales de los dos módulos;
 - 25 - la figura 15 representa una vista esquemática de un sistema de intercambio de calor obtenido después de la puesta en marcha del procedimiento según otro modo de realización preferido de la presente invención;
 - la figura 16 representa una vista esquemática de un sistema de intercambio de calor obtenido después de la puesta en marcha del procedimiento según incluso otro modo de realización preferido de la presente invención; y
 - 30 - las figuras 17 a 22 representan un procedimiento de fabricación según otro modo de realización de la presente invención, en diferentes estadios de su puesta en marcha.
- En referencia a la figura 1, se puede ver un módulo 1 para sistema de intercambio de calor, preferentemente del tipo intercambio/reactor, por ejemplo previsto para la producción de productos químicos o farmacéuticos. Típicamente, este módulo presenta una longitud del orden de 30 cm, una anchura del orden de 13 cm, y un espesor del orden de 2 cm. No obstante, cualquier tipo de dimensionamiento es considerable, en función de la aplicación del sistema.
- 40 El módulo 1, cuyo procedimiento de fabricación específico en la presente invención será descrito después, presenta una forma casi paralelepípeda, o de placa, atravesada por una pluralidad de canales 2 de circulación de fluido, preferentemente paralelos y llamados canales elementales. Sin embargo, estos canales 2 no son necesariamente cilíndricos como ha sido representado de forma esquemática por los punteados de la figura 1, sino que pueden adoptar cualquier forma reputada apropiada, tal como la forma llamada cimbreada o en zigzag que será descrita después. Además, la sección de estos canales 2 puede ser igualmente adaptada en función de las necesidades
- 45 encontradas.
- Para proceder a la fabricación de este módulo 1, se realiza en primer lugar un conjunto de elementos apilados, siendo referenciado este conjunto de manera general por la referencia 4 en la figura 2.
- 50 El apilamiento puede efectuarse en un soporte clásico, preferentemente horizontal, en el que en primer lugar se coloca una placa metálica 6 de aleación, preferentemente con fuerte conductividad térmica, tal como una aleación rica en cobre, por ejemplo una aleación CuCl.
- 55 En la superficie de esta placa 6 está colocada una matriz metálica 8, llamada matriz de llenado, realizada en el mismo material que la placa 6, y que define unos espacios en los que se alojan unos conductos metálicos 10 de acero inoxidable, por ejemplo un acero inoxidable 316L.
- 60 En la figura 3, se puede percibir que la matriz 8 se realiza preferentemente a partir de una pluralidad de láminas 12 espaciadas las unas de las otras, entre las cuales los espacios formados 14 son de geometría complementaria a la de los conductos 10, con el fin de no obtener más que un pequeño juego entre estos elementos una vez colocados los conductos en la placa 6, en los espacios dedicados 14. Los conductos 10, igualmente denominados tubos, son aquí de forma llamada cimbreada o en zigzag. Forman cada uno, con su espacio interior 16, uno de los canales de circulación de fluido. La sección de estos conductos 10 es de forma rectangular, cuadrada, redonda, o de cualquier otra forma reputada apropiada. En el ejemplo mostrado, la sección rectangular presenta una altura de unos 4 mm y
- 65 una anchura de unos 2 mm.

ES 2 390 917 T3

En los extremos de los conductos 10, se encuentran respectivamente dos elementos 20 de empalme en forma de barra, por ejemplo una dedicada a la entrada de fluido, y otra dedicada a la salida de fluido. Cada una de estas barras 20 está dispuesta en el extremo del conjunto 4, de manera casi transversal con respecto a la dirección principal de los conductos 10, a saber, ulteriormente, la dirección principal de corriente del fluido a través del módulo.

5 Siempre en referencia a la figura 3, cada barra 20 presenta una pluralidad de orificios pasantes 22, en número igual al de los conductos, ya que cada extremo 10 de conducto es alojado en uno de los orificios 22. Más precisamente, los orificios 22 son de geometría complementaria a la de los extremos 10 de conductos, con el fin de no obtener más que un pequeño juego entre estos elementos una vez insertados los conductos en los orificios 22 de las dos barras 20. Como se muestra en la figura 4, los extremos 10 de los conductos, representados en punteado, pueden ser insertados en los orificios 22 hasta llenarlos completamente, es decir hasta que sus cantos estén nivelados con la superficie exterior 25 de la barra 20. Una alternativa podría consistir en no insertar estos extremos más que parcialmente en los orificios 22, como ha sido considerado en la representación de la figura 7, que será descrita ulteriormente. Como quiera que sea, el canto de los extremos de conducto es preferentemente soldado en su orificio 22 asociado, a lo largo de toda la periferia de este canto. Estas soldaduras, preferentemente del tipo TIG, están previstas para ser estancas al vacío secundario.

20 El espesor de los conductos 10 es casi idéntico al de la matriz 8, con el fin de que formen conjuntamente una superficie plana de soporte de otra placa 6 casi idéntica a la primera, como se muestra en las figura 2 y 5. En esta última figura, se puede por lo tanto ver que el espacio situado entre las dos placas 6 es completamente llenado por la matriz y los conductos, con en efecto cada espacio 17, delimitado en la dirección de apilamiento por las placas 6, y en la dirección ortogonal de las barras por dos conductos 10 directamente consecutivos, que es llenado por una lámina 12 de la matriz.

25 Por su parte, el espesor de las barras 20 se prevé en función del hecho de que esté o no recubierto por las placas 6, sabiendo que se busca obtener un apilamiento de espesor uniforme. Así, a título de ejemplo indicativo, en el caso de que las placas 6 se acerquen a las barras 20 sin recubrirlas, estas últimas presentan entonces un espesor correspondiente casi a la suma de los espesores de la matriz y de las dos placas 6. Además, estas barras 20 delimitan igualmente, en los extremos de los conductos 10, los espacios 17 antedichos.

30 Después, este apilamiento de espesor uniforme es deslizado en una envoltura 26 de consolidación, cerrada a lo largo de 360°, cuyo interior es de forma complementaria a la del apilamiento antedicho. Como es visible en la figura 2, presenta dos aberturas opuestas 28, al nivel de las cuales las barras 20 están destinadas a ser alojadas, respectivamente. En otros términos, las dos barras cierran las dos aberturas de la envoltura, como se puede percibir para una de ellas en el módulo 1 de la figura 1.

35 En la figura 6, se puede percibir una alternativa de realización para la formación de las placas metálicas 6 y de la matriz metálica 8 de llenado. Aquí, las dos placas 6 llevan cada una de forma fija unas proyecciones 12' en relieve, enfrentadas y en contacto dos a dos, formando estas proyecciones 12' la matriz 8. Así, los espacios 14 dedicados al alojamiento de los conductos se forman entre las proyecciones 12' y las placas 6. Para realizar cada una de las dos partes de este apilamiento, es posible partir de una placa maciza y mecanizarla en una de sus caras con el fin de hacer aparecer las proyecciones 12'. En este aspecto, otra alternativa podría consistir en prever la integralidad de la matriz fijada en una de las dos placas, preferentemente de una sola pieza con ella, y con la otra placa similar a las mostradas en las figuras anteriores.

45 Por último, una posibilidad se basa igualmente en el remplazo de las láminas sólidas descritas anteriormente por el polvo metálico cuya consolidación sería efectuada durante la operación ulterior de tratamiento, que va a ser descrita ahora.

50 La realización del módulo 1 se persigue en efecto tratando el conjunto 4, preferentemente por compresión isostática con calor. Antes de la compresión, se efectúa una desgasificación del apilamiento, por bombeo por mediación de un orificio 30 practicado en la pared de la envoltura, tal como se muestra en la figura 1. Una vez acabada la desgasificación, el orificio 30 es obturado de manera estanca, la compresión se produce por la aplicación de una presión y de una temperatura elevadas, a saber preferentemente a una temperatura de unos 1040°C y a una presión de unos 1200 bares, durante un tiempo de unas 2 horas.

Durante esta compresión, se produce una eliminación de los juegos entre los elementos adyacentes, así como su soldadura en el estado sólido, llamado soldadura por difusión.

60 Por consiguiente, los conductos 10 son soldados por difusión a las láminas 12, a las barras 20 y a las placas 6, estando estas últimas igualmente soldadas por difusión a las láminas 12, a la envoltura 26 y a las barras 20. Por último, la envoltura 26 está soldada también por difusión a las barras 20, de manera que se obtiene un módulo de una sola pieza, correspondiendo este módulo llamado monolítico a un bloque masivo, por ejemplo multimateriales, atravesado por unos canales.

65 Es igualmente durante esta operación de compresión isostática por calor que se obtiene la consolidación del polvo

que forma la matriz, cuando tal polvo es retenido.

5 Durante la utilización del módulo en un sistema de intercambio térmico, el fluido es por ejemplo llevado por un colector de admisión (no representado) colocado en una de las dos barras 20, con el fin de distribuir el fluido en cada uno de los canales 2 formados por el espacio interior 16 de los conductos. El fluido circula en el mismo sentido en cada uno de los canales paralelos 2, antes de escaparse de estos últimos, y de penetrar por ejemplo en un colector de escape (no representado) colocado en la otra barra 20.

10 No obstante, en función de las propiedades de mezclamiento y de intercambio térmico deseadas, puede ser interesante hacer circular el fluido durante un período más largo en el módulo, por ejemplo haciéndolo circular en un canal del módulo según un primer sentido de corriente, y después haciéndolo circular en otro canal de este módulo antes de extraerlo de este último, en un segundo sentido de corriente opuesto al primero.

15 Para hacerlo, puede ser empleado cualquier medio llamado de retorno de fluido, aunque se prefiera el que ahora va a ser descrito en referencia a las figuras 7 a 9.

20 En la figura 7, se puede percibir el módulo 1 después de la operación de compresión isostática por calor. Como se ha mencionado anteriormente, el ejemplo representado prevé aquí que los extremos de los conductos 10 no llenen integralmente sus orificios respectivos 22 de la barra 20.

25 La etapa va a consistir en poner en comunicación los dos orificios 22 a izquierda de la figura. Para hacerlo, se realiza un mecanizado de la parte de la barra 20 situada entre los dos orificios implicados, de manera que se obtiene un canal 32 de unión entre ellos, como se muestra en la figura 8. Por supuesto, la profundidad "P" del mecanizado está en función de la dimensión del canal 32 de unión buscada. Así, en función de la dimensión de este canal 32 de unión, son las propiedades de mezclamiento y de intercambio térmico las que son afectadas.

30 En referencia a las figuras 8 y 9, para hacer estanco este canal 32 de unión, se procede a la puesta en posición de una placa 34 de cierre, en la superficie exterior 25 de la barra 20, de manera que recubre los dos orificios 22 implicados así como el canal 32 de unión, de los que placa 34 constituye una delimitación. La fijación de la placa 34 se efectúa de cualquier manera conocida, por ejemplo por soldadura o elementos atornillados. Además, el material empleado para la realización de la placa 34 es preferentemente idéntico al de los conductos 10 y al de la barra 20.

35 Con tal configuración, en la figura 8, el fluido llega en un primer sentido de circulación por el canal 2 de izquierda, y después sufre un retorno atravesando el canal 32 de unión, que lo trae después al canal 2 adyacente, que toma un segundo sentido de circulación opuesto al primero. A este respecto, se indica que una vez llegado al otro extremo de este segundo canal, el fluido puede o bien ser extraído del módulo 2, o bien retornado de nuevo por un canal de unión idéntico o similar al que acaba de ser presentado, para tomar después un tercer canal en el primer sentido de circulación de fluido.

40 En el otro caso en el que los extremos de conductos vendrían a llenar enteramente sus orificios respectivos, cada canal de unión debería entonces ser realizado mecanizando no solamente la barra entre los dos orificios implicados, sino igualmente una parte de los dos extremos de conductos.

45 A la placa 34 se la pueden añadir una o varias funciones, con ayuda de uno o varios instrumentos de medida, con el fin de por ejemplo recoger datos concernientes a la temperatura, la presión y/o el pH del fluido que atraviesa los canales. Es igualmente posible, por el bies de esta placa 34 de cierre, asegurar una introducción adicional de reactivos, y/o efectuar una limpieza de los canales en caso de engrasamiento o de solidificación. También es posible añadir mezcladores estáticos o cualquier otro inserto requerido, en particular un inserto revestido de uno o varios catalizadores.

50 Por último, se señala que puede ser empleada cualquier otra técnica aparte del mecanizado para obtener la retirada de material deseada, sin salir del alcance de la invención.

55 La figura 10 muestra una alternativa en la que se asocia, a un orificio 22 de la barra 20, un primer canal 32 de unión que lo une a un orificio 22 directamente consecutivo. Así, un mismo orificio 22 está unido a los dos orificios 22 dispuestos en una y otra parte de éste, preferentemente de forma consecutiva, respectivamente por dos canales 32 de unión, con estos tres orificios 22 y estos dos canales 32 recubiertos por una misma placa 34 que asegura la estanqueidad.

60 Con tal configuración, el fluido que proviene del canal elemental de la izquierda es retornado en paralelo en los dos canales elementales siguientes, tomando los dos canales 32 de uniones antedichos.

65 La figura 11 representa una vista en perspectiva de dos módulos 1a, 1b de circulación fluidica, obtenidos después de la puesta en marcha del procedimiento según otro modo de realización preferido de la presente invención.

Estos dos módulos 1a, 1b, que forman un conjunto de una sola pieza, presentan respectivamente una hilera de

primeros canales paralelos 2a, así como una hilera de segundos canales paralelos 2b. Globalmente, corresponden a la superposición de dos módulos 1 tal como se describe en referencia a las figuras anteriores.

5 Los primeros canales 2a forman una primera zona de circulación fluidica, mientras que los segundos canales 2b forman una segunda zona de circulación fluidica, pudiendo una o cada una de ellas estar equipada con uno o varios catalizadores que posibilitan una reacción química catalítica en el seno de estas zonas. Como se mencionó anteriormente, estos catalizadores pueden tomar la forma de un revestimiento previsto en un inserto. Este inserto, por su función de accesorio, puede ventajosamente ser cambiado durante toda la vida del sistema de intercambio, y toma preferentemente la forma de una tubería de acero inoxidable o de cerámica, revestida del catalizador, que puede por su parte tomar la forma de un metal noble (Pt, Rh, Pd, etc.).

10 Por supuesto, los dos fluidos distintos destinados a circular respectivamente a través de los módulos primeros y segundos 1a y 1b pueden ser introducidos a favor de corriente, a saber en un mismo sentido de circulación, o a contracorriente, a saber en sentidos de circulación opuestos. Otra alternativa consiste en prever, en el seno de uno o dos módulos, uno o varios retornos de fluido del tipo del descrito anteriormente.

20 Para obtener estos dos módulos, se realizan globalmente unos conjuntos apilados 4a, 4b casi idénticos al conjunto 4 descrito anteriormente, y respectivamente destinados a formar los dos módulos 1a, 1b. En efecto, en referencia a la figura 12, en primer lugar se coloca una primera placa metálica 6a de aleación, preferentemente de fuerte conductividad térmica, por ejemplo una aleación CuCl, en un soporte.

25 En la superficie de esta placa 6a se coloca una primera matriz metálica 8a, llamada matriz de llenado, realizada en el mismo material que la placa 6a y que define unos espacios en los que son alojados unos primeros conductos metálicos 10a de acero inoxidable, por ejemplo un acero inoxidable 316L, dispuestos en paralelo. La matriz 8a es aquí casi idéntica a la matriz 8 descrita anteriormente. Se señala sin embargo que la modularidad del procedimiento permite eventualmente hacer variar la naturaleza de la matriz para la conformidad de la aplicación a la que se debe el sistema de intercambio.

30 En los extremos de los conductos 10a, se encuentran respectivamente dos primeros elementos 20a de empalme en forma de barra, por ejemplo una dedicada a la entrada de fluido y la otra dedicada a la salida de fluido. Cada una de estas barras 20a está dispuesta en el extremo del conjunto 4a, de manera casi transversal con respecto a la dirección principal de los conductos 10a. Como se describe anteriormente, cada barra 20a presenta una pluralidad de orificios pasantes, en número igual al de los conductos, ya que cada extremo 10a de conducto está alojado en uno de los alojamientos, y soldado a éste.

35 El espesor de los conductos 10a es casi idéntico al de la matriz 8a, con el fin de que formen conjuntamente una superficie plana de soporte de otra placa 6a casi idéntica a la primera, como se muestra en la figura 12.

40 Después, la prosecución del apilamiento encima de los elementos anteriores se realiza de manera que se forma el segundo conjunto 4b, casi idéntico al primero. Este conjunto 4b comprende por lo tanto, de manera análoga a la del primer apilamiento 4a, una segunda placa metálica 6b, una segunda matriz 8b de llenado que define unos espacios en los que están dispuestos unos segundos conductos 10b de circulación de fluido dispuestos en paralelo, dos elementos 20b de empalme en forma de barra, y después otra segunda placa metálica 6b.

45 Se señala que dos barras 20a, 20b superpuestas pueden alternativamente ser realizadas con ayuda de una sola y misma barra, sin salir del alcance de la invención.

50 Como muestra la figura 12, se puede hacer de manera que la primera placa 6a más alta en el apilamiento y la segunda placa 6b más baja en el apilamiento estén constituidas por una misma y única placa metálica que pertenece simultáneamente a los dos conjuntos apilados 4a, 4b, y por una parte y otra de la cual se encuentran los conductos primeros y segundos 10a, 10b.

55 Después, como para el caso del módulo único descrito anteriormente, este apilamiento de espesor uniforme, compuesto por los dos conjuntos 4a, 4b, es deslizado en una envoltura 26 de consolidación, cerrada a 360°, cuyo interior es de forma complementaria a la del apilamiento antedicho.

60 Con el fin de obtener la soldadura por difusión de todos los elementos en contacto, se procede después a un tratamiento que consiste en una compresión isostática por calor, tal como la descrita anteriormente, que permite obtener los dos módulos solidarios superpuestos 1a, 1b.

Se pueden prever igualmente uno o varios canales de unión en estos módulos, con el fin de poner en funcionamiento unos retornos de fluido. Estos canales de unión son preferentemente del tipo descrito anteriormente.

65 Este caso en el que los dos módulos 1a, 1b se superponen puede ser realizado con los canales primeros y segundos 2a, 2b paralelos, como se representa en la figura 11, o alternativamente con los primeros canales 2a casi ortogonales a los segundos canales 2b, como se representa en la figura 13. Esta última configuración asegura una

corriente llamada cruzada de los fluidos que atraviesan respectivamente los dos módulos. Se obtiene fácilmente disponiendo de forma apropiada los conductos 10a, 10b en sus conjuntos apilados respectivos.

5 Si todos estos ejemplos son relativos a aplicaciones en las que dos fluidos distintos están destinados a circular en los dos módulos 1a, 1b respectivamente, es igualmente considerable no hacer circular más que un solo fluido en estos módulos, en la totalidad o solamente en algunos de los canales 2a, 2b.

10 En el ejemplo de la figura 14, el fluido se introduce en el módulo 1b por su orificio 22a más a la izquierda en la figura. Puede después sufrir uno o varios retornos con la ayuda de canales 32 de unión obtenidos gracias a los mecanizados y placas 34 de cierre, permaneciendo en los canales 2b del segundo módulo 1b. Cuando se decide hacerlo circular simultáneamente en uno de los segundos canales 2b y el primer canal 2a que está superpuesto a él, se pone en funcionamiento un canal 32 de unión entre los dos orificios 22a, 22b implicados, preferentemente de una manera similar a la mantenida para la realización de los canales 32 de unión en el seno de un mismo módulo. Se dispone entonces una placa 34 de cierre para hacer estanco este canal 32 de unión, que se extiende por lo tanto según la dirección de apilamiento de los elementos que hayan conducido a la formación de los módulos. En el caso representado en la figura 14, a cada uno de los dos orificios 22a, 22b se asocia igualmente un canal 32 de unión de retorno de fluido en el canal directamente consecutivo del módulo asociado. Para hacer estancos los tres canales 32, una misma placa 34 puede recubrir el conjunto de los cuatro orificios implicados 22a, 22b. Así, llegando por el orificio 22b más a la izquierda de los recubiertos por esta placa 34, el fluido se distribuye en paralelo en los otros tres canales 2a, 2b, tomando los tres canales 32 de unión y los tres orificios 22a, 22b. El fluido retornado circula después en estos tres canales elementales 2a, 2b en un mismo sentido de circulación.

25 De una manera general, se puede prever cualquier canal de unión entre dos orificios 22a, 22b cualesquiera de una misma cara del conjunto de módulos implicados.

30 Naturalmente, el número de módulos superpuestos y solidarios puede ser superior a dos, en función de las necesidades encontradas. En el ejemplo de la figura 15, tres módulos 1a, 1b, 1c están superpuestos, formando parte de un intercambiador/reactor. El módulo intermedio 1b está entonces preferentemente equipado con un catalizador, preferentemente en un inserto, previsto para asegurar una combustión catalítica exotérmica, mientras que los otros dos módulos 1a, 1c dispuestos de una y otra parte de él pueden estar equipados con un catalizador, igualmente en uno de los insertos, previsto para asegurar una reacción catalítica endotérmica, produciéndose entonces perfectamente una transferencia de calor entre el módulo intermedio 1b y los módulos 1a, 1c de extremo. Una situación inversa es igualmente considerable, en la que el módulo intermedio 1b está equipado con un catalizador previsto para asegurar una combustión catalítica endotérmica, para extraer el calor liberado por la combustión catalítica exotérmica producida en los módulos 1a, 1c de extremo.

40 Así, un mismo fluido puede atravesar los dos módulos 1a, 1c, de extremo con una entrada y una salida únicas previstas respectivamente en un colector de admisión y un colector de escape. Otro fluido circula en el módulo intermediario 1b. Se pueden poner en funcionamiento unos retornos de fluido, como se ha representado para el módulo intermedio 1b en la figura 15. En efecto, en este ejemplo, el fluido que entra en cada canal de los módulos 1a, 1c de extremo se extrae de su módulo asociado desde su salida del canal, mientras que en el módulo intermedio 1b el fluido se introduce en uno de los canales antes de sufrir una pluralidad de retornos para tomar el conjunto de los otros canales elementales del módulo, antes de ser extraído de este último.

45 En este tipo de conjunto de módulos, susceptible de ser obtenido por el procedimiento descrito en referencia a las figuras anteriores, la orientación de los canales de los diferentes módulos puede igualmente ser adaptada en función de las necesidades encontradas.

50 Por último, la figura 16 muestra otra alternativa en la que el intercambiador/reactor comprende, en alternancia, unos módulos 1 y unos módulos 1', estando destinados los primeros a ser el lugar de una reacción catalítica exotérmica y estando destinados los segundos a ser el lugar de una reacción catalítica endotérmica, o inversamente. Preferentemente, se prevé que los módulos 1 se obtienen por un procedimiento tal como el descrito anteriormente, mientras que los módulos 1' son de concepción más clásica, tales como unas placas conocidas por el experto en la técnica. En la realización ejemplificada, un colector 50 de distribución alimenta los módulos 1 con un primer fluido, mientras que otro colector 52 de distribución alimenta los módulos 1' con un segundo fluido. Además, un colector 54 de escape recupera el primer fluido de los módulos 1, mientras que otro colector 56 de escape recupera el segundo fluido de los módulos 1'.

60 En referencia a las figuras siguientes, se puede percibir otro modo de realización preferido que permite obtener el módulo 1 mostrado en la figura 1.

65 En la figura 17, se ha representado un conjunto 4 de elementos apilados, similar al representado en la figura 2, en el sentido en el que la envoltura de consolidación ha sido suprimida y remplazada por dos bloques laterales 26' dispuestos respectivamente de una y otra parte de la pluralidad de conductos 10. Estos dos bloques 26', en forma de barrita, son colocados de manera que están apoyados sobre cada una de las dos placas 6 (habiendo sido omitida la placa superior en la figura 18 por razones de claridad), y forman conjuntamente con los elementos 20 de empalme

ES 2 390 917 T3

un cuadrilátero que rodea la pluralidad de conductos 10.

5 Uno de los dos bloques 26' está agujereado con dos orificios 27 que permiten el acceso al interior del espacio en el que se encuentran la pluralidad de conductos, cada uno equipado con un tubo 29. Estos tubos y orificios sirven particularmente para insertar ulteriormente el polvo que forma la matriz metálica de llenado, ya que tal matriz no está prevista inicialmente en el conjunto 4.

10 En efecto, primero se pone en funcionamiento una etapa de soldadura, preferentemente del tipo TIG, entre los elementos constitutivos del conjunto 4, como muestra la figura 19. Para hacerlo, los extremos de los conductos son soldados en los elementos 20 de empalme, soldados ellos mismos a los bloques 26' y las placas 6, estando a su vez estas últimas igualmente soldadas a los bloques 26'.

15 Después, como muestra la figura 20, el polvo es insertado por uno de los tubos 29 en el espacio cerrado delimitado por los elementos 6, 20, 26', con el fin de llenar los juegos dejados libres entre los conductos. Este polvo forma así la matriz metálica de llenado y, para asegurar la mejor distribución posible en el seno del espacio, el conjunto 4 es colocado verticalmente en una tabla vibrante 31.

20 Después se realiza una puesta al vacío en el conjunto 4, durante cerca de 12 horas, siempre con la ayuda de los tubos 29 que son obturados después, y después llenados como se muestra en la figura 21 antes de que el conjunto 4 sufra la etapa de compresión isostática por calor. Esta puede ser puesta en marcha según el protocolo siguiente:

Tiempo (horas)	Presión (bar)	Temperatura (°C)
0	1	20
3	1200	1000
3,5	1400	1040
5,5	1400	1040
8,5	1	20

25 Después de la etapa de compresión isostática por calor, las deformaciones observadas en las superficies exteriores del conjunto 4 pueden ser rectificadas por mecanizado.

30 Se colocan entonces unas placas 34 de cierre en los elementos 20 de una manera análoga a la descrita anteriormente en referencia a las figuras 8 y 9. Así, la figura 22 muestra el módulo 1 obtenido con unas placas 34 de cierre que unen cada uno de los dos conductos directamente consecutivos, y esto con el fin de conectarlos en serie. El fluido que atraviesa el módulo puede así entrar en el primer conducto y no salir más que del último conducto.

Aquí, cada placa 34 de cierre está equipada con un conducto 37 que asegura la comunicación con el canal de unión que delimita, pudiendo permitir este conducto la inserción de un termopar para el control de la temperatura.

35 Por supuesto, diversas modificaciones pueden ser aportadas por el experto en la técnica a la invención que acaba de ser descrita, únicamente a título de ejemplo no limitativo. En particular, el conjunto de las características descritas son susceptibles de aplicarse a cualquier modo de realización preferido considerado.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento de fabricación de un sistema de intercambio de calor que comprende al menos un módulo (1) atravesado por una hilera de canales (2) de circulación de fluido, siendo puesta en marcha la realización de dicho módulo de la siguiente manera:
- 10 - formación de un conjunto (4) que comprende, en paralelo, una pluralidad de conductos metálicos (10) que forman cada uno, con su espacio interior (16), uno de dichos canales (2) de circulación de fluido, estando dispuestos dichos conductos entre dos placas metálicas (6, 6), y estando llenos los espacios (17) delimitados por los conductos directamente consecutivos y dichas placas metálicas por una matriz metálica (8) de llenado, integrando dicho conjunto (4) igualmente dos elementos (20, 20) de empalme metálicos, estando uno provisto de una pluralidad de orificios pasantes (22) que alojan respectivamente uno de los dos extremos de los conductos, y estando el otro provisto de una pluralidad de orificios pasantes (22) que alojan respectivamente otro de los dos extremos de los conductos; y
- 15 - tratamiento de dicho conjunto (4) de manera que se obtiene una soldadura por difusión de los conductos (10) con dicha matriz metálica (8) de llenado, con dichas placas (6,6), y con los dos elementos (20, 20) de empalme metálicos.
- 20 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, en el que se realiza una retirada de material en uno de los dos elementos (20) de empalme metálicos entre dos orificios (22) directamente consecutivos, con el fin de crear un canal (32) de unión entre estos dos orificios, y después se procede a la colocación de una placa (34) de cierre en dicho elemento (20) de empalme implicado, con el fin de hacer estanco dicho canal (32) de unión entre los dos orificios directamente consecutivos.
- 25 3.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho conjunto (4) se realiza de manera que integra igualmente una envoltura (26) de consolidación en la que se desliza el resto del conjunto, y en el que la puesta en marcha de dicho tratamiento conduce igualmente a la soldadura por difusión de esta envoltura (26) con el resto del conjunto.
- 30 4.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho sistema de intercambio de calor comprende, de una sola pieza, al menos unos módulos superpuestos primero y segundo (1a, 1b), respectivamente atravesados por una fila de primeros canales (2a) de circulación de fluido y por una fila de canales segundos (2b) de circulación de fluido, siendo puesta en marcha la realización de dichos módulos primero y segundo de la siguiente manera:
- 35 - formación de un primer conjunto (4a) que comprende, en paralelo, una pluralidad de primeros conductos metálicos (10a) que forman cada uno, con su espacio interior, uno de dichos primeros canales (2a) de circulación de fluido, estando dispuestos dichos primeros conductos (10a) entre dos primeras placas metálicas (6a, 6a), y estando llenos los espacios delimitados por los primeros conductos directamente consecutivos y dichas primeras placas metálicas por una primera matriz metálica (8a) de llenado, y la formación de un segundo conjunto (4b) que comprende, en paralelo, una pluralidad de segundos conductos metálicos (10b) que forman cada uno, con su espacio interior, uno de dichos segundos canales (2b) de circulación de fluido, estando dispuestos dichos segundos conductos (10b) entre dos segundas placas metálicas (6b, 6b), y estando llenos los espacios delimitados por los segundos conductos directamente consecutivos y dichas segundas placas metálicas por una segunda matriz metálica (8b) de llenado, estando superpuesto dicho segundo conjunto al primer conjunto con la primera placa metálica (6a) y la segunda placa metálica (6b) situadas entre los conductos primeros y segundos constituidos por una misma placa; y
- 40 - tratamiento simultaneado de dichos conjuntos superpuestos (4a, 4b) primero y segundo de manera que se obtiene una soldadura por difusión de los primeros conductos (10a) con dicha primera matriz metálica (8a) de llenado y dichas primeras placas (6a, 6a), así como una soldadura por difusión de los segundos conductos (10b) con dicha segunda matriz metálica (8b) de llenado y dichas segundas placas (6b, 6b).
- 50 5.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho tratamiento es una compresión isostática por calor.
- 55 6.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque dicha compresión isostática por calor se realiza a una temperatura de unos 1040°C, a una presión de unos 1200 bares, durante un tiempo de unas 2 horas.
- 60 7.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los conductos (10) son de acero inoxidable, y la matriz metálica (8) de llenado así como dichas placas (6, 6) de aleación con fuerte conductividad térmica.
- 65 8.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque dicha matriz metálica (8) de llenado, antes de dicha etapa de tratamiento del conjunto, se realiza con polvo metálico.

9.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque al menos uno de los canales (2) de circulación fluida está equipado con un inserto revestido al menos parcialmente de un catalizador que posibilita una reacción química catalítica en el seno de este canal.

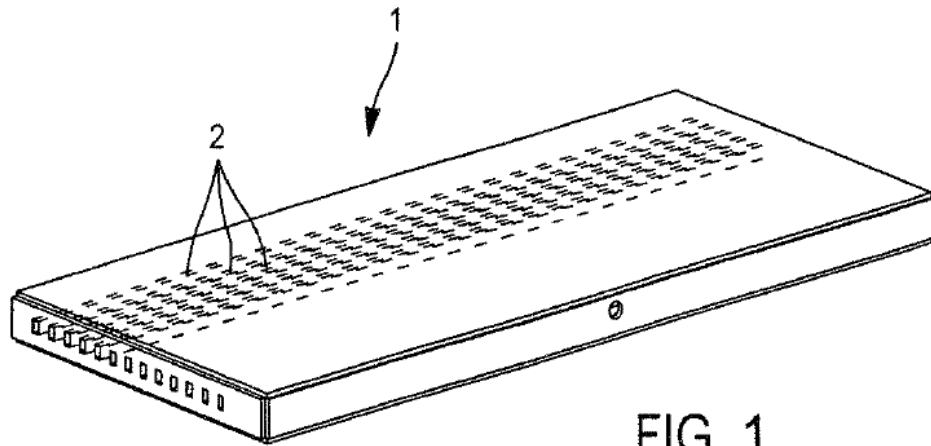


FIG. 1

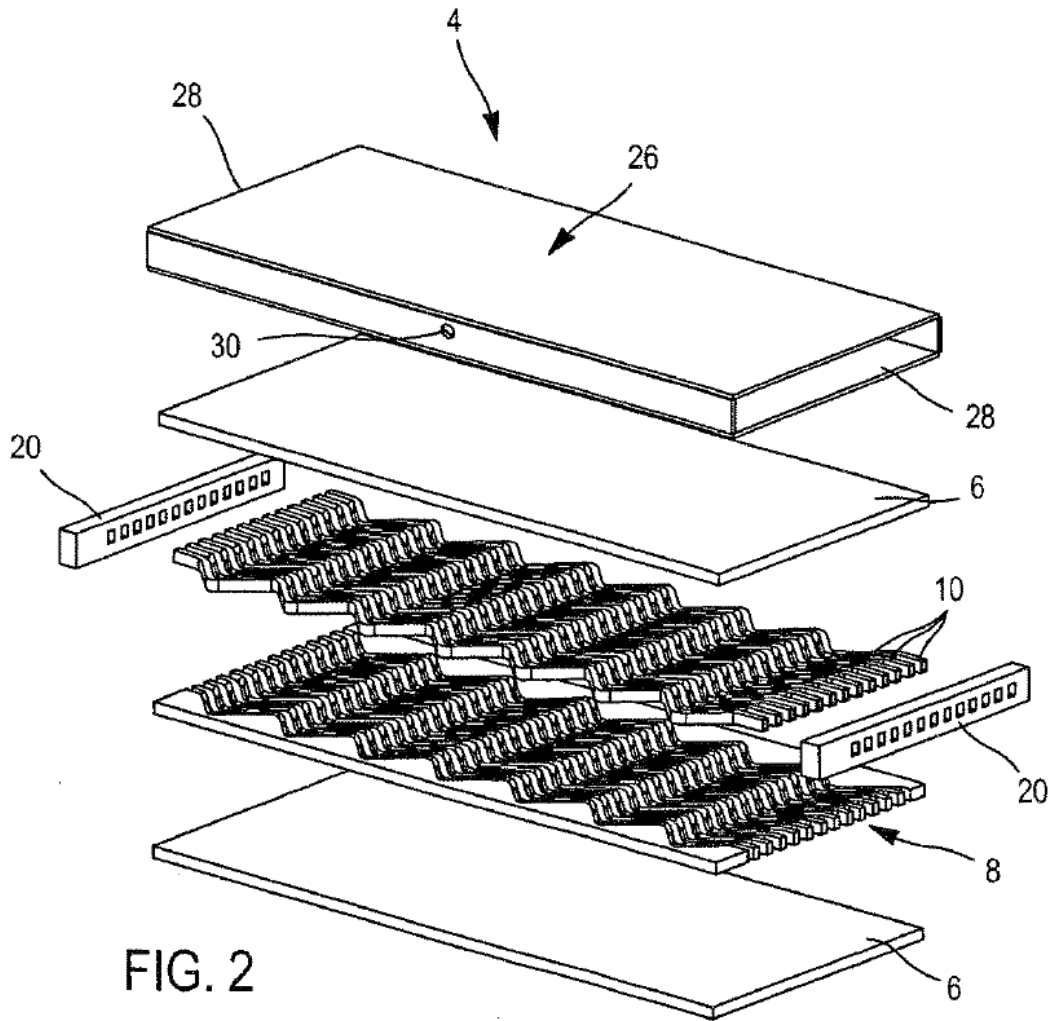


FIG. 2

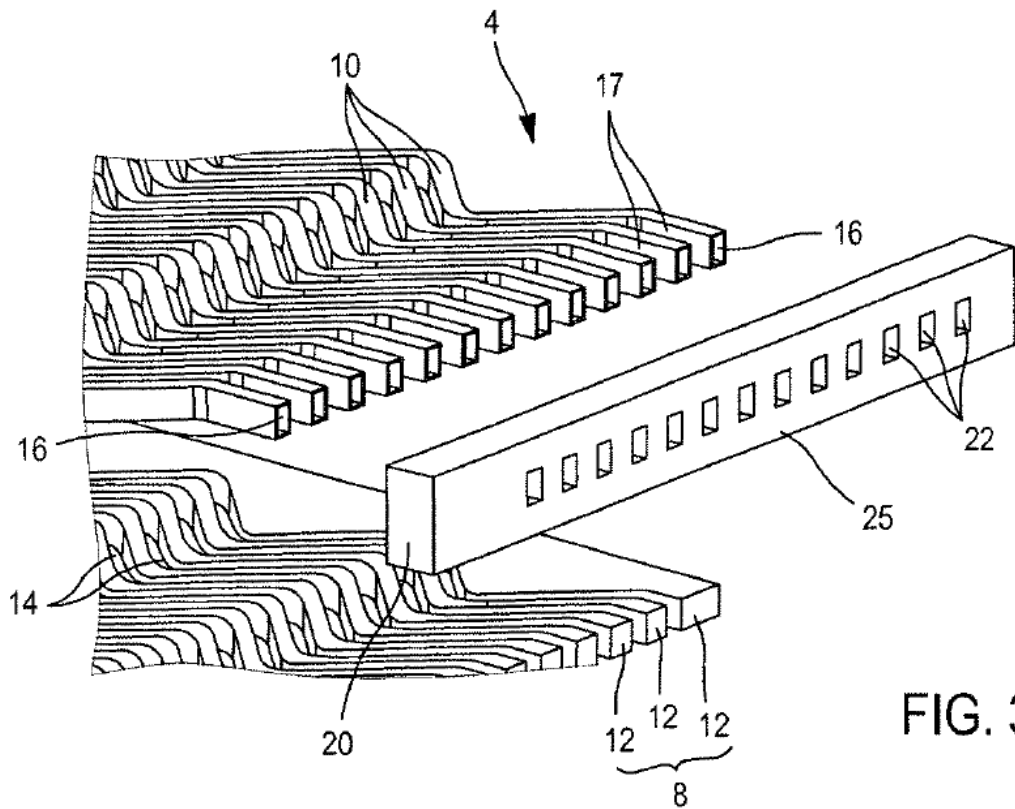


FIG. 3

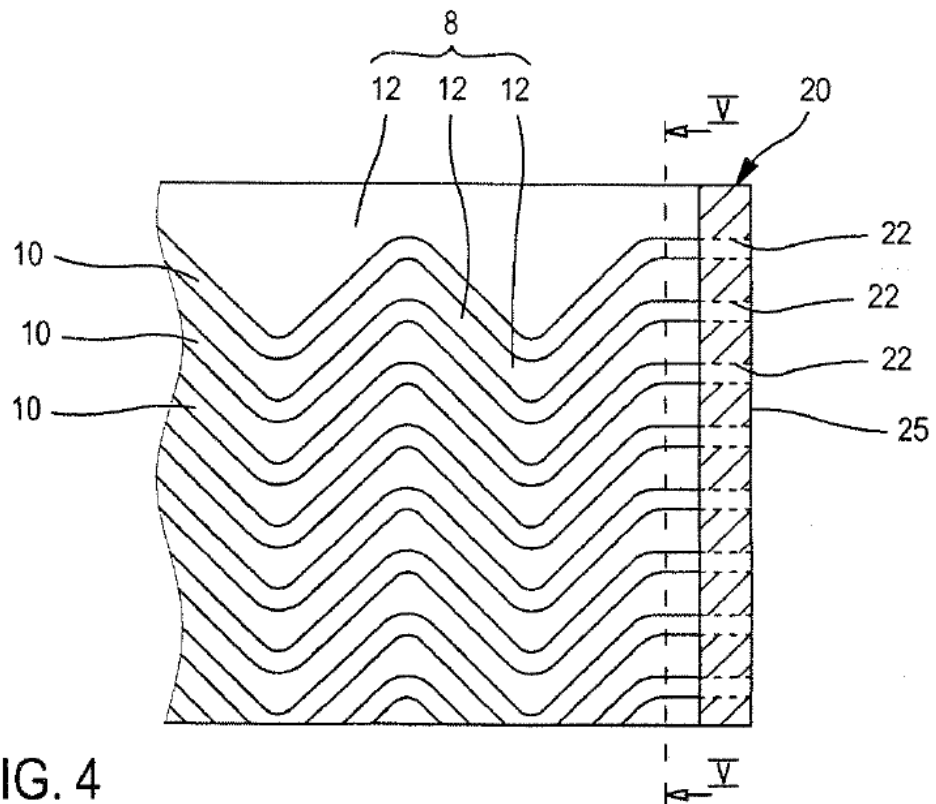


FIG. 4

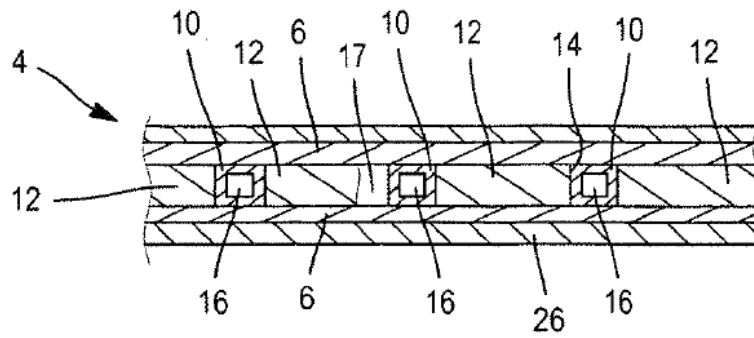


FIG. 5

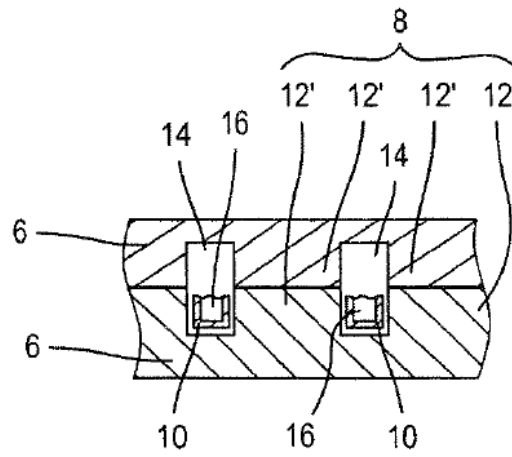


FIG. 6

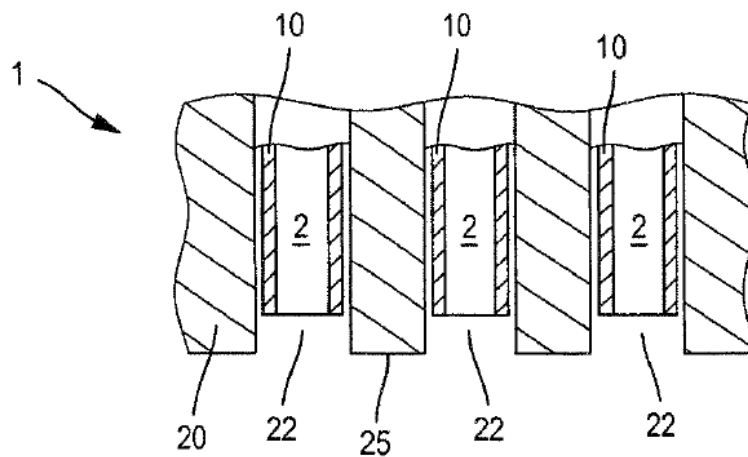


FIG. 7

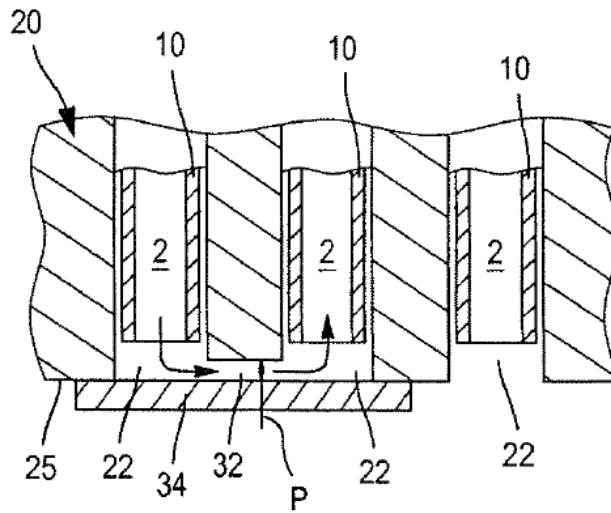


FIG. 8

FIG. 9

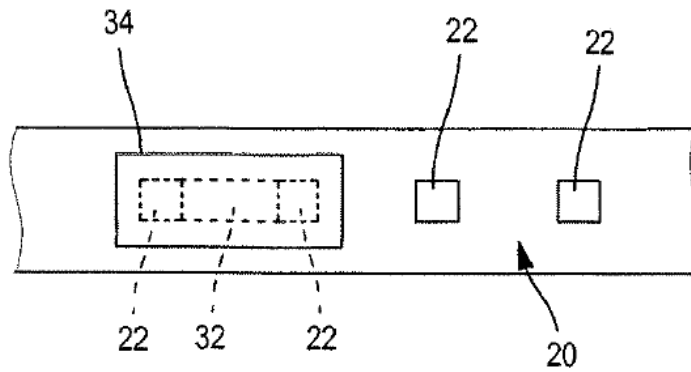
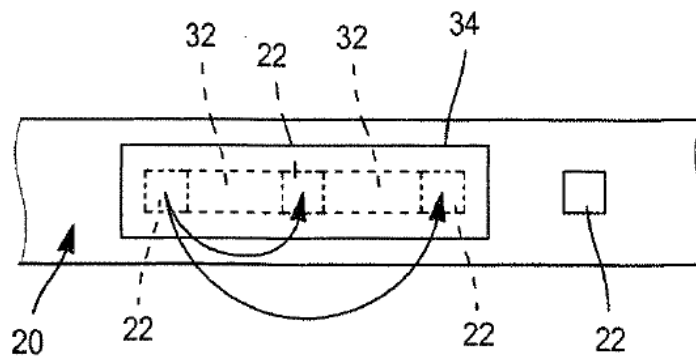
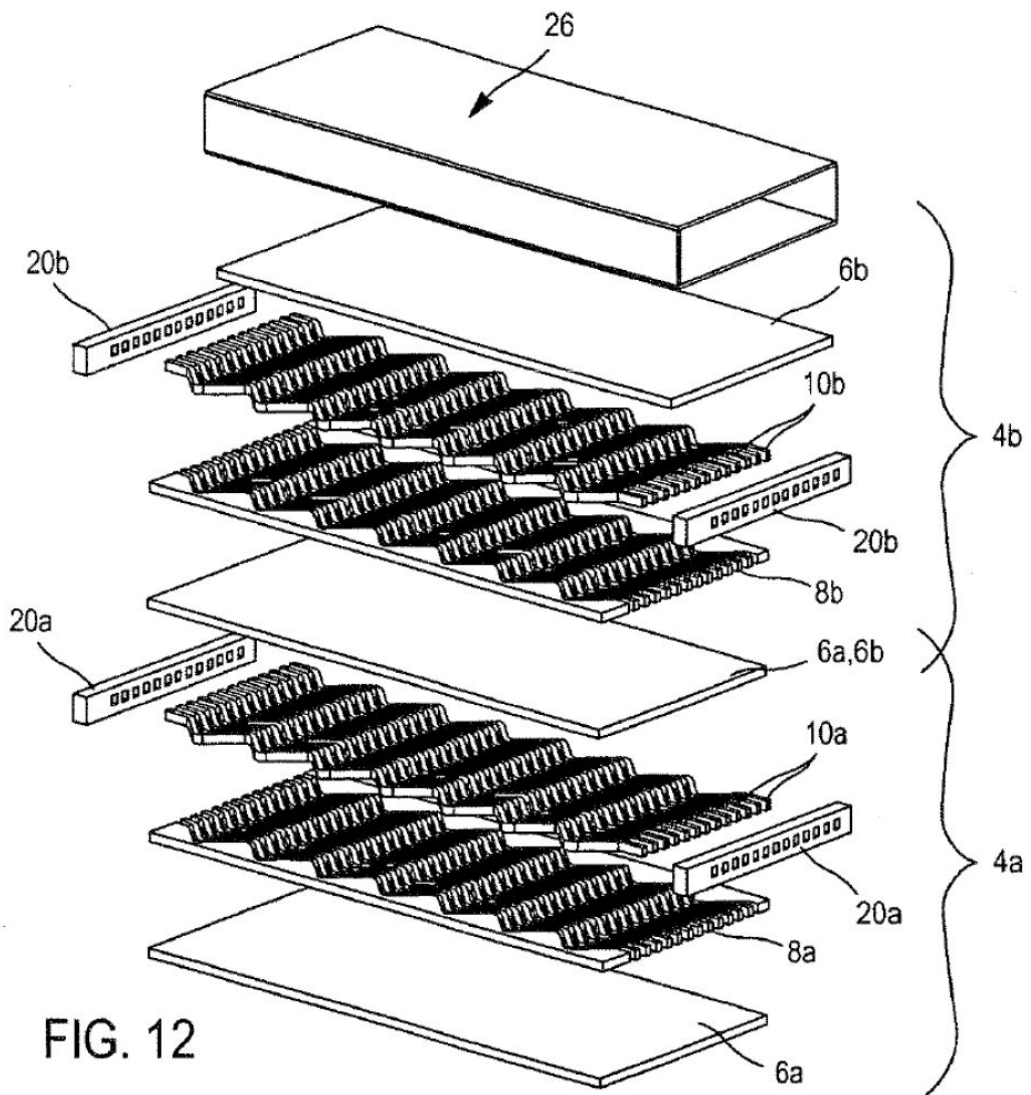
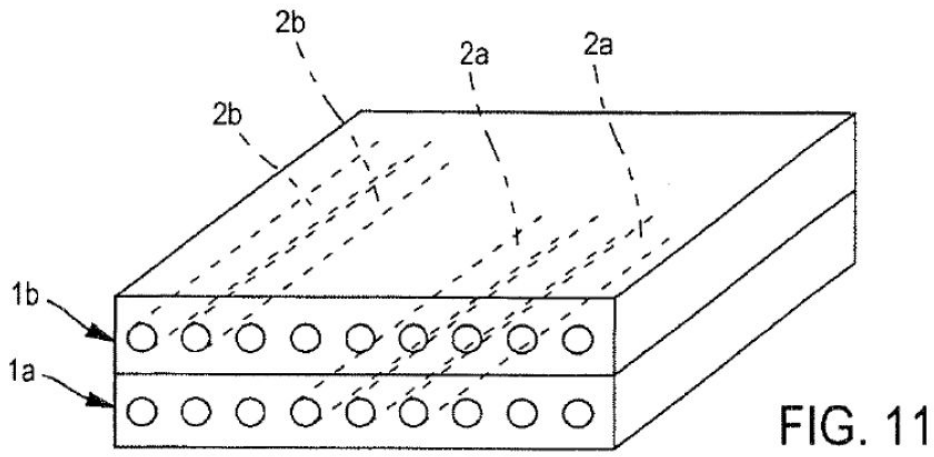


FIG. 10





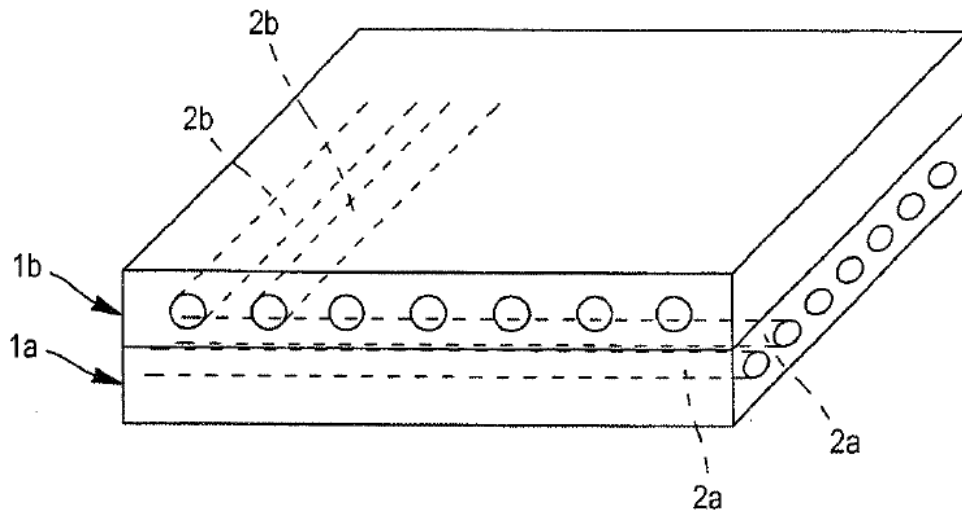


FIG. 13

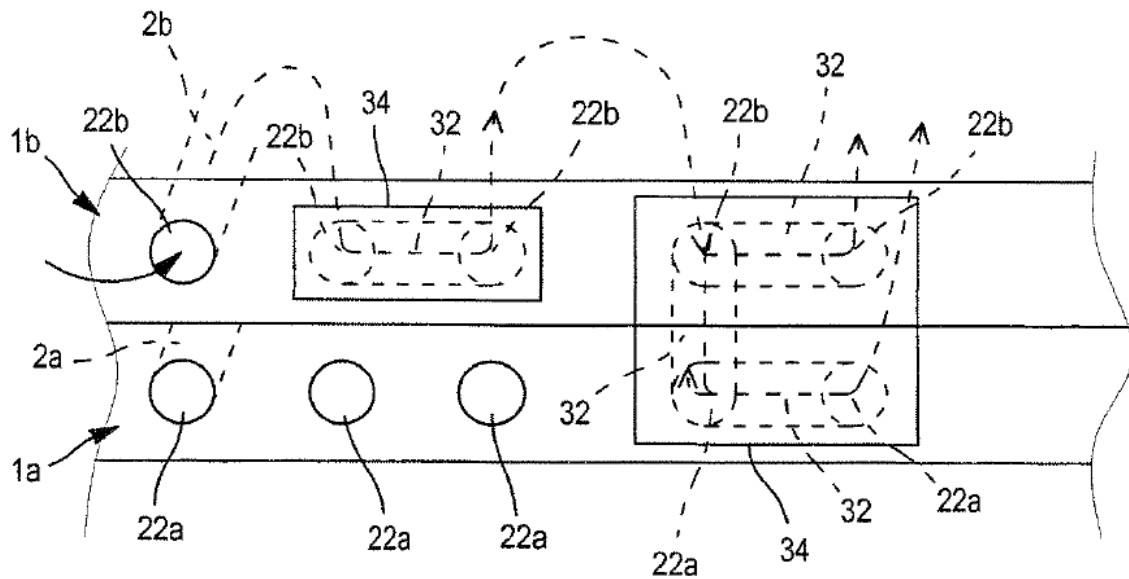


FIG. 14

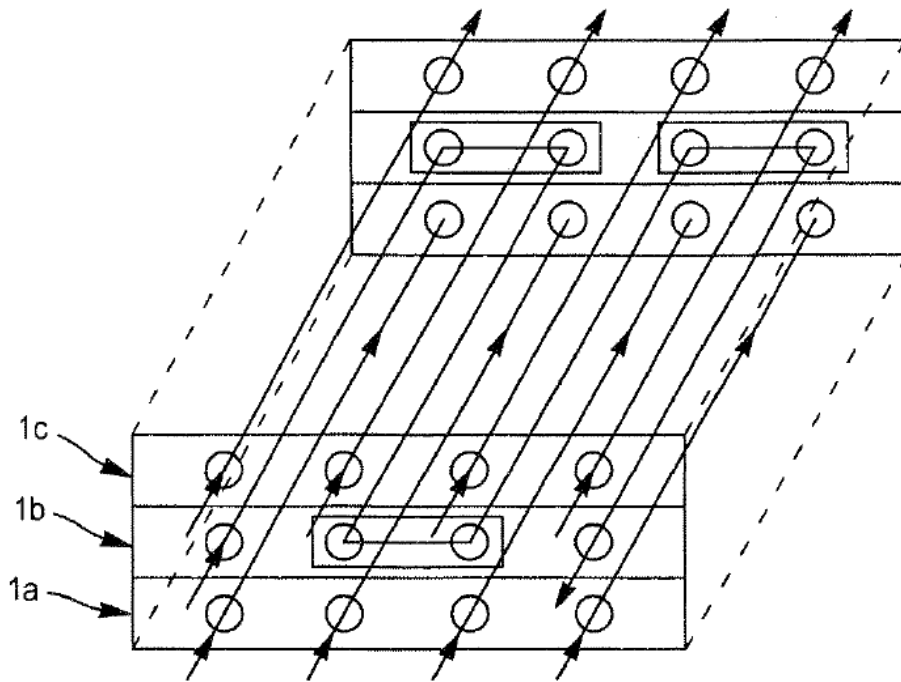


FIG. 15

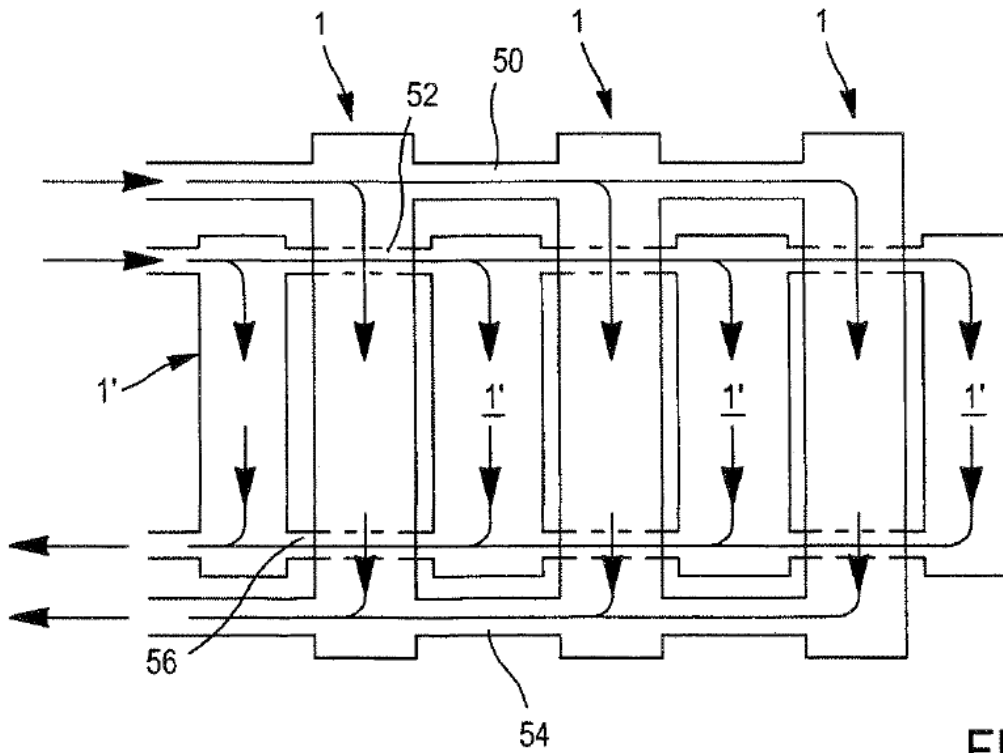


FIG. 16

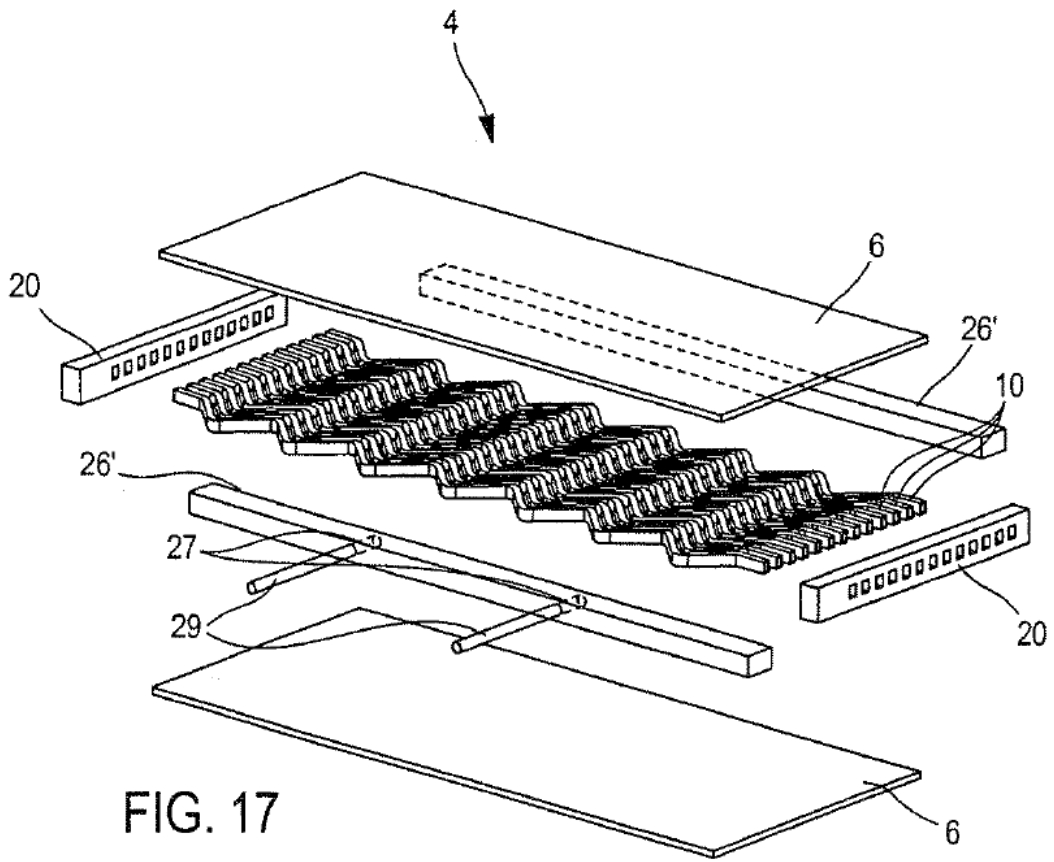


FIG. 17

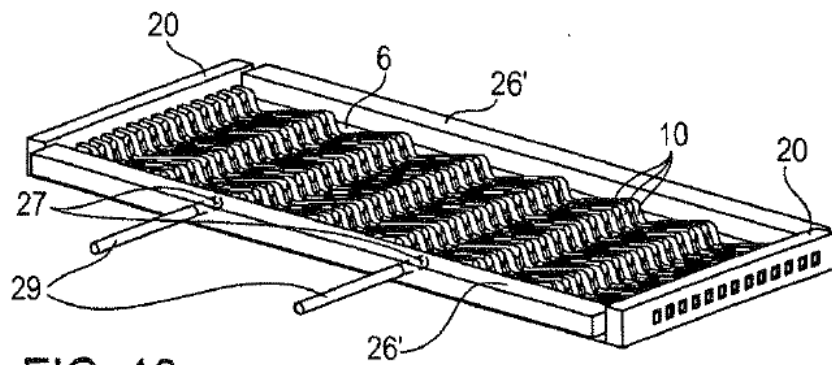


FIG. 18

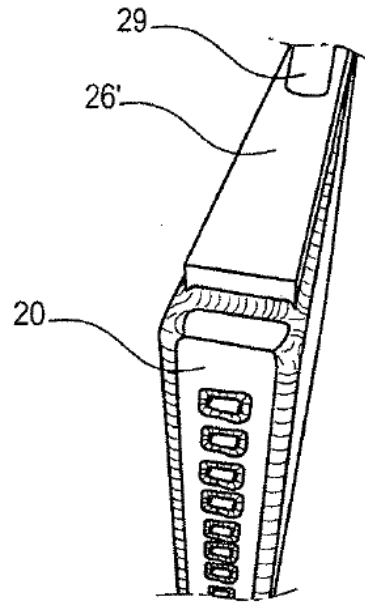


FIG. 19

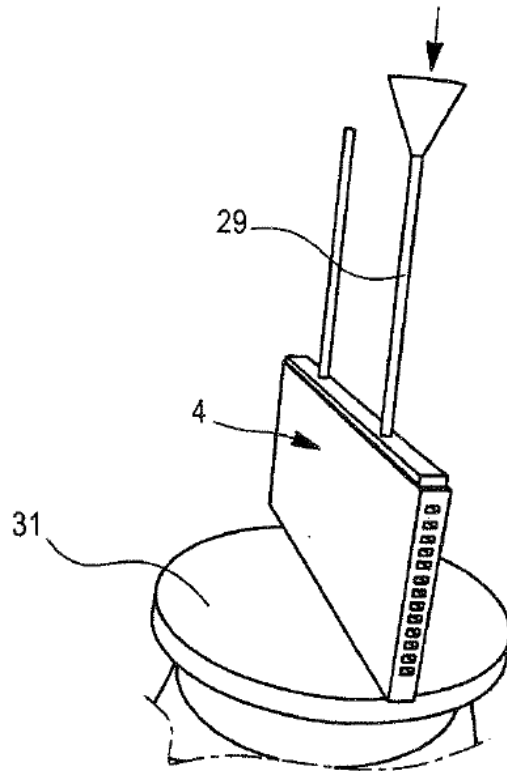


FIG. 20

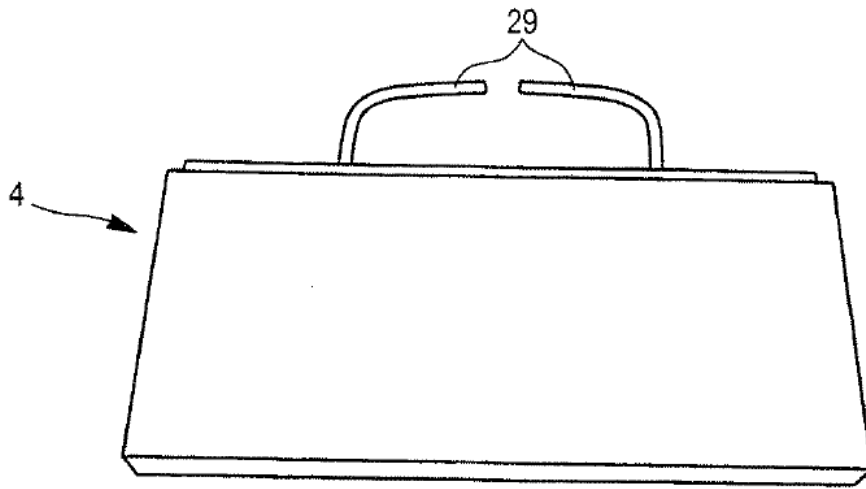


FIG. 21

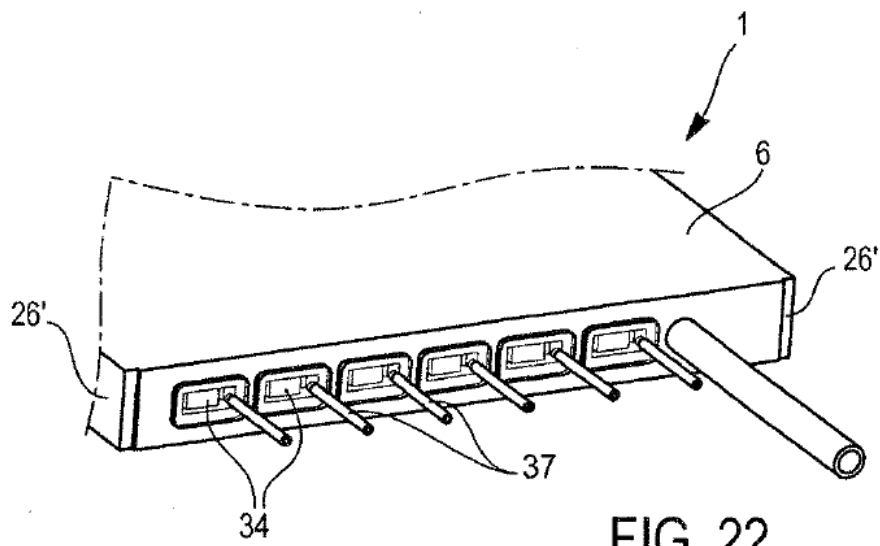


FIG. 22