

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 588 828**

51 Int. Cl.:

F28D 9/00 (2006.01)

F28F 9/007 (2006.01)

F28F 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2013** **E 13198879 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016** **EP 2886994**

54 Título: **Intercambiador de calor de placas con brida de montaje**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.11.2016

73 Titular/es:
ALFA LAVAL CORPORATE AB (100.0%)
Box 73
221 00 Lund, SE

72 Inventor/es:
LARSSON, HÅKAN

74 Agente/Representante:
VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 588 828 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 placas con brida de montaje

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un intercambiador de placas que comprende una pluralidad de placas de intercambiador de calor que están apiladas y permanentemente conectadas para formar un paquete de placas y una estructura de montaje que está permanentemente conectada al paquete de placas para una fijación liberable del intercambiador de calor de placas a una estructura de soporte externa.

Antecedentes

Los intercambiadores de calor se utilizan en varias aplicaciones técnicas para transferir calor de un fluido a otro fluido. Los intercambiadores de calor configurados en placas son bien conocidos en la técnica. En estos intercambiadores de calor, una pluralidad de placas apiladas que tienen paredes laterales periféricas solapadas, se colocan juntas y conectadas permanentemente para definir un paquete de placas con pasos huecos de fluido entre las placas, normalmente con diferentes fluidos en relación de intercambio de calor en espacios alternados entre las placas. Normalmente una placa base consistente o placa de montaje se fija directa o indirectamente a la placa más extrema de las placas apiladas. La placa de montaje tiene una extensión que excede el apilamiento de placas para definir una brida de montaje circunferencial. La brida de montaje tiene orificios o sujeciones para fijar el intercambiador de calor a una pieza del equipo. Se conoce este tipo de intercambiador de calor de placas por ejemplo de los documentos US2010/0258095 y US8181695.

Cuando está sujeta a la pieza del equipo, la placa de montaje puede estar sometida a una presión y a una carga de peso significativas que tienden a deformar la placa de montaje. Para alcanzar una resistencia y rigidez adecuadas, la placa de montaje necesita ser comparativamente gruesa. Una placa de montaje tan gruesa puede aumentar significativamente el peso del intercambiador de calor. Además, el uso de una placa de montaje gruesa conlleva un mayor consumo de material y un mayor coste para el intercambiador de calor.

La necesidad de una placa de montaje gruesa puede ser particularmente pronunciada cuando el intercambiador de calor se monta en un entorno que está sujeto a vibraciones. Tales vibraciones pueden producirse por ejemplo, cuando el intercambiador de calor de placas se monta en un vehículo como un coche, camión, autobús, barco o avión. En estos entornos, el diseño del intercambiador de calor de placas en general y el diseño y fijación de la placa de montaje en particular, necesitan tener en cuenta el riesgo de fallo por fatiga causado por la carga y descarga cíclica de la placa de montaje por las vibraciones. Las tensiones cíclicas en el intercambiador de calor pueden hacer que falle debido a la fatiga, especialmente en las juntas entre placas, incluso si los valores de tensión nominal están muy por debajo del límite de tensión de tracción. El riesgo de fallo por fatiga normalmente se trata aumentando más el grosor de la placa de montaje, lo que hará incluso más difícil mantener bajo el peso y coste del intercambiador de calor de placas.

La técnica anterior comprende el documento US2006/0115393, que divulga un intercambiador de calor de placas con dos placas de montaje finas y separadas que están fijadas por soldadura a una placa terminal incluida en el apilamiento de placas. La placa de montaje respectiva se proyecta más allá del perímetro del apilamiento de placas para definir bridas de montaje para sujetar el intercambiador de calor de placas.

Los antecedentes de la invención comprenden además el documento WO2011/009412 que divulga un intercambiador de calor de placas con dos placas de montaje separadas, fijadas en el extremo del apilamiento de placas. La forma de la placa de montaje se ajusta al contorno del apilamiento de placas, de manera que el intercambiador de calor de placas no tiene ninguna brida de montaje. En su lugar, el intercambiador de calor se sujeta conectando miembros que se extienden hacia fuera de la respectiva placa de montaje y se reciben en cavidades definidas entre la placa de montaje respectiva y el extremo del apilamiento de placas.

55 **Sumario**

Es un objetivo de la invención superar al menos parcialmente una o más limitaciones de la técnica anterior.

Otro objetivo es proporcionar un intercambiador de calor de placas con un peso relativamente bajo y una resistencia relativamente alta cuando se monta en una estructura de soporte externa.

Otro objetivo más es proporcionar un intercambiador de calor de placas que pueda fabricarse con un bajo coste.

Otro objetivo más es proporcionar un intercambiador de calor de placas adecuado para su uso en entornos sujetos a vibraciones.

Uno o más de estos objetivos, así como más objetivos que pueden aparecer a partir de la siguiente descripción, se alcanzan al menos parcialmente mediante un intercambiador de calor de placas según la reivindicación independiente, estando las realizaciones del mismo definidas en las reivindicaciones dependientes.

Un primer aspecto de la invención es un intercambiador de calor de placas, que comprende: una pluralidad de placas de intercambio de calor que están apiladas y conectadas permanentemente para formar un paquete de placas que define una primera y segunda trayectorias de fluido para un primer medio y un segundo medio, respectivamente, separados por dichas placas de intercambio de calor, definiendo dicho paquete de placas una pared externa circundante que se extiende en una dirección axial entre el primer y segundo extremos axiales; una placa terminal conectada permanentemente a uno del primer y segundo extremos axiales para proporcionar una superficie terminal que se extiende entre el primer y segundo extremos longitudinales en un plano lateral que es ortogonal a la dirección axial; y dos placas de montaje permanentemente conectadas a una porción de la superficie respectiva de la superficie terminal en el primer extremo longitudinal y en el segundo extremo longitudinal, respectivamente, tal que las placas de montaje están separadas entre sí en una dirección longitudinal en la superficie terminal, en la que la placa de montaje respectiva comprende superficies de acoplamiento planas y opuestas y un borde periférico que forma un perímetro de la placa de montaje. La placa de montaje respectiva se dispone con una de sus superficies de acoplamiento permanentemente conectada a la superficie terminal, en la que el borde periférico se extiende parcialmente más allá de la periferia exterior de la superficie terminal, para definir una brida de montaje, y se extiende parcialmente a través de la superficie terminal en contacto con la misma. La placa de montaje tiene un grosor decreciente hacia el borde periférico en regiones de intersección predefinidas, que están situadas donde el borde periférico interseca el perímetro de la pared externa circundante, según se observa en una dirección normal a la superficie terminal.

El intercambiador de calor de placas de la invención se basa en la percepción de que la placa de montaje consistente de la técnica anterior se puede sustituir por dos placas de montaje más pequeñas que están situadas en un extremo longitudinal respectivo sobre la superficie terminal del paquete de placas para proporcionar una brida de montaje respectiva para el intercambiador de calor. El uso de dos placas de montaje más pequeñas, independientes, puede reducir el peso del intercambiador de calor y también su coste de fabricación, ya que se elimina material en el espacio entre las placas de montaje, debajo de la superficie terminal del paquete de placas. El intercambiador de calor de la invención se basa además en la percepción de que el uso de dos placas de montaje independientes puede conllevar la concentración de tensión local en el intercambiador de calor, que puede actuar reduciendo la capacidad del intercambiador de calor de mantener cargas y en particular cargas cíclicas. Se ha descubierto que la concentración de tensión se origina en las regiones de intersección de la placa de montaje. La placa de montaje respectiva se configura por consiguiente con un grosor decreciente hacia el borde periférico en estas regiones de intersección. De este modo, la placa de montaje es más fina en regiones limitadas y cerca de su perímetro, según se observa en la vista en planta hacia la superficie terminal. Esto deriva en una flexibilidad incrementada localmente en el material de la placa de montaje sin reducir significativamente la dureza y rigidez de la placa de montaje en conjunto. La flexibilidad incrementada localmente sirve para distribuir la carga que se transfiere a las placas de montaje, la placa terminal y el paquete de placas a través de las bridas de montaje. El intercambiador de calor de la invención puede por consiguiente, diseñarse para alcanzar una distribución más uniforme de la tensión en las placas del intercambiador de calor y en las juntas entre estas placas.

La distribución de la tensión puede controlarse más optimizando los parámetros de diseño del intercambiador de calor en general, y las placas de montaje en particular, por ejemplo de acuerdo con las siguientes realizaciones.

En una realización, la región de intersección respectiva tiene una forma transversal predefinida que conecta las superficies de acoplamiento reduciendo el grosor de la placa de montaje de un primer grosor, dado por la distancia entre las superficies de acoplamiento, a un segundo grosor en el borde periférico. La forma transversal puede comprender una porción con un grosor continuamente decreciente hacia el borde periférico y puede comprender una porción cóncava. En una implementación, la forma transversal comprende una porción de esquina que tiene un radio, donde la relación entre el radio y el primer grosor puede estar en el intervalo de aproximadamente 0,2-1. Adicionalmente o alternativamente, la forma transversal puede comprender al menos uno de entre un bisel y una pluralidad de escalones.

En una realización, el grosor decreciente está formado mediante rebajes en la placa de montaje respectiva, en la que el rebaje respectivo está formado para extenderse dentro de cada una de las regiones de intersección predefinidas entre la superficie de acoplamiento que se orienta en sentido opuesto a la superficie terminal y el borde periférico, según se observa en la dirección normal de la superficie terminal. El rebaje respectivo puede extenderse a lo largo del borde periférico, según se observa en la dirección normal a la superficie terminal. Además, la placa de montaje puede comprender, entre los rebajes a lo largo del borde periférico, una superficie del borde periférico que une y es esencialmente perpendicular a las superficies de acoplamiento

opuestas, y los rebajes pueden estar situados a lo largo de un saliente entre la superficie de acoplamiento que se orienta en sentido contrario a la superficie terminal y la superficie del borde periférico.

En una realización, el rebaje respectivo define una línea de delimitación con la superficie de acoplamiento que se orienta en sentido opuesto a la superficie terminal, definiendo dicha línea de delimitación un punto de intersección con el perímetro de la pared externa circundante, según se observa en la dirección normal a la superficie terminal, en la que la tangente de la línea de delimitación en el punto de intersección define un ángulo α que es superior a 0° , y preferiblemente es de al menos 1° , 5° , o 10° , a una dirección transversal, que es ortogonal a la dirección longitudinal, en el plano de la placa de montaje. Además, el rebaje puede tener esencialmente la misma forma transversal, según se observa en ángulo recto a la línea de delimitación, a lo largo de la línea de delimitación. Alternativamente o adicionalmente, la línea de delimitación puede comprender o ser una línea esencialmente recta que define dicha tangente.

En una realización, el rebaje respectivo se extiende desde la región de intersección hacia dentro de la brida de montaje.

En una realización, la placa terminal es una placa de sellado que está conectada permanentemente y formando un sello, a una de las placas del intercambiador de calor en uno de dichos primer y segundo extremos axiales.

En una realización alternativa, la placa terminal es una placa de refuerzo que está conectada permanentemente a una placa de sellado en el paquete de placas, en el que la placa terminal tiene al menos dos bridas de soporte que se extienden más allá del perímetro de la pared externa circundante para apoyarse sobre la brida de montaje definida por la placa de montaje respectiva. Además, la placa terminal puede comprender, a lo largo de su perímetro tal y como se observa en la dirección normal de la superficie terminal, superficies cóncavas o biseladas adyacentes a las bridas de soporte, en las que las superficies cóncavas o biseladas pueden situarse para solapar el borde periférico de la placa de montaje respectiva en la proximidad de las regiones de intersección, y la superficie cóncava o biselada respectiva puede no ser perpendicular al borde periférico en el solapamiento, según se observa en la dirección normal a la superficie terminal.

En una realización, al menos una de las placas de montaje define al menos un agujero pasante que se extiende entre las superficies de acoplamiento y está alineado con un agujero pasante correspondiente definido en la placa terminal y un canal interno definido en el paquete de placas, para formar una entrada o una salida para el primer o segundo medio.

En una realización, la brida de montaje comprende una pluralidad de agujeros de montaje adaptados para recibir pernos o pasadores para sujetar el intercambiador de calor de placas.

En una realización, las placas del intercambiador de calor están unidas permanentemente entre sí a través de materiales metálicos fundidos.

Otros objetivos, características, aspectos y ventajas adicionales de la presente invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, de las reivindicaciones adjuntas, así como de los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones de la invención se describirán a continuación en más detalle con referencia a los dibujos esquemáticos que la acompañan.

La Fig. 1 es una vista en perspectiva de un intercambiador de calor de placas según una realización de la invención.

La Fig. 2 es una vista inferior en planta del intercambiador de calor de placas de la Fig. 1.

Las Figs. 3A-3B son vistas en perspectiva desde dos direcciones de una placa de montaje incluida en el intercambiador de calor de placas de la Fig. 1.

La Fig. 4 es una vista inferior en planta de la placa de montaje de las Figs. 3A-3B.

La Fig. 5 es una vista en sección a lo largo de la línea A1-A1 de la Fig. 4.

La Fig. 6A es una vista ampliada de una porción de la Fig. 1 para ilustrar una unión entre la placa de montaje, una placa de refuerzo y una placa de sellado en el intercambiador de calor de placas, la Fig. 6B es una vista inferior en planta de un intercambiador de calor de placas que tiene placas de montaje con un grosor uniforme alrededor de sus perímetros, y la Fig. 6C es una vista ampliada de una unión entre una placa de montaje y una placa terminal en el intercambiador de calor de placas de la Fig. 6B.

La Fig. 7 es una vista en perspectiva de una placa de sellado incluida en el intercambiador de calor de placas de la Fig. 1.

La Fig. 8 es una vista en perspectiva de una placa de refuerzo incluida en el intercambiador de calor de placas de la Fig. 1.

Las Figs. 9A-9B son vistas en perspectiva y vistas inferiores en planta de una primera configuración alternativa de una placa de montaje rebajada, las Figs. 9C-9D son vistas en perspectiva y vistas inferiores

en planta de una segunda configuración alternativa de una placa de montaje rebajada, las Figs. 9E-9F son vistas en perspectiva y vistas inferiores en planta de una tercera configuración alternativa de una placa de montaje rebajada, y la Fig. 9G es una vista en perspectiva de una cuarta configuración alternativa de una placa de montaje rebajada.

5 Las Figs. 10A-10C ilustran, en sección transversal, configuraciones alternativas para proporcionar un grosor periférico reducido de una placa de montaje en el intercambiador de calor de placas de la Fig. 1.

Descripción detallada de los ejemplos de realización

10 Las realizaciones de la presente invención se refieren a configuraciones de una estructura de montaje en un intercambiador de calor de placas. Los elementos correspondientes se han designado con los mismos números de referencia.

15 Las Figs. 1-2 divulgan una realización de un intercambiador de calor de placas 1 según la invención. El intercambiador de calor de placas 1 comprende una pluralidad de placas que están apiladas una encima de otra para formar un paquete de placas 2. El paquete de placas 2 puede ser de cualquier diseño convencional. Generalmente el paquete de placas 2 comprende una pluralidad de placas de intercambiador de calor 3 con porciones corrugadas de transferencia de calor que definen pasos de flujo (canales internos) para un primer y segundo fluido entre las placas del intercambiador de calor 3 de manera que se transfiere el calor a través de
20 las porciones de transferencia de calor de un fluido al otro. Las placas del intercambiador de calor 3 pueden ser de pared sencilla o de pared doble. Las placas del intercambiador de calor 3 están solo indicadas esquemáticamente en la Fig. 1, puesto que son bien conocidas para los expertos en la materia y su configuración no es esencial para la presente invención. El paquete de placas 2 tiene la forma general de un ortoedro rectangular, aunque con esquinas redondeadas. Otras formas son concebibles. Generalmente, el paquete de placas 2 define una pared externa circundante 4 que se extiende en una altura o dirección axial A entre un extremo axial superior y un extremo axial inferior. La pared 4 tiene un perímetro o contorno dado en su extremo axial inferior. En el ejemplo ilustrado, la pared 4 tiene esencialmente el mismo contorno a lo largo de su extensión en la dirección axial A. El extremo axial inferior del paquete de placas 2 comprende o está provisto de una superficie terminal 5 esencialmente plana (Fig. 2), que puede pero no necesariamente tiene
25 que ajustarse al contorno de la pared 4 en el extremo axial inferior. La superficie terminal 5 se extiende en un plano lateral. Generalmente, el paquete de placas 2, y la superficie terminal 5, se extienden entre dos extremos longitudinales en una dirección longitudinal L y entre dos extremos transversales en una dirección transversal T (Fig. 2).

35 Aunque no se muestra en los dibujos, las placas de transferencia de calor 3 tienen en sus partes de esquina, aberturas pasantes, que forman canales de entrada y canales de salida en comunicación con los canales de flujo para el primer fluido y el segundo fluido. Estos canales de entrada y salida desembocan en la superficie terminal 5 del paquete de placas 2 para definir portillas independientes de entrada y salida del primer y segundo fluidos, respectivamente. En el ejemplo ilustrado, la superficie terminal 5 tiene cuatro portillas 6 (Fig. 2).

45 El paquete de placas 2 está conectado permanentemente a dos placas de montaje 7 idénticas (en este ejemplo), que están dispuestas sobre una porción terminal respectiva de la superficie terminal 5. Las placas de montaje 7 están separadas de este modo en la dirección longitudinal L, dejando un espacio libre de material debajo de la porción central del paquete de placas 2. Comparado con el uso de una única placa de montaje que se extiende debajo de todo el paquete de placas 2, la configuración ilustrada ahorra peso y material del intercambiador de calor 1, y de ese modo también coste. Cada placa de montaje 7 tiene dos agujeros pasantes 8 que se hacen coincidir con un par de portillas 6 respectivas del paquete de placas 2 para definir puertos de entrada y salida del intercambiador de calor 1. Las placas de montaje 7 están configuradas para fijar el
50 intercambiador de calor 1 a una estructura externa de suspensión (no mostrada) tal que los puertos de entrada y de salida coincidan con puertos de suministro correspondientes para el primer y segundo medio en la estructura externa. Opcionalmente, uno o más sellos (no mostrados) pueden proporcionarse en la interfaz entre la placa de montaje 7 y la estructura externa.

55 Cada placa de montaje 7 define una brida de montaje 9 que se proyecta desde la pared 4 y se extiende alrededor del extremo longitudinal del paquete de placas 2. Los orificios 10 están provistos en la brida de montaje 9 como medio de sujeción del intercambiador de calor 1 a la estructura externa. Sujeciones roscadas o pernos, por ejemplo, pueden introducirse en los orificios 10 para acoplarse con los orificios correspondientes en la estructura externa.

60 El paquete de placas 2 y las placas de montaje 7 están hechos de metal, tal como acero inoxidable o aluminio. Todas las placas del intercambiador de calor 1 están conectadas permanentemente unas a otras, preferiblemente a través de material metálico fundido, como soldadura fuerte, soldadura blanda o una combinación de soldadura fuerte y soldadura blanda. Las placas del paquete de placas 2 pueden estar
65 alternativamente conectas permanentemente por encolado.

Las placas de montaje 7 están dimensionadas, con respecto al material, grosor y extensión en las direcciones longitudinal y transversal, para tener una resistencia y rigidez adecuadas a la carga estática que se aplica a las placas de montaje 7 cuando están sujetas a la estructura externa. La carga estática, que tiende a deformar las placas de montaje 7, puede originarse en una combinación del peso del intercambiador de calor 1, la presión interna aplicada por los medios en el intercambiador de calor 1 y transferida a las placas de montaje 7, y las fuerzas de compresión aplicadas a las placas de montaje 7, por ejemplo en los sellos mencionados anteriormente, a través de sujeciones y orificios 10. Esta carga estática tiende a deformar las placas de montaje 7. Como se ve en las Figs. 1-2, las placas de montaje 7 generalmente están diseñadas para tener un grosor significativo. Como ejemplo no limitativo, el grosor puede ser de 15-40 mm. El fondo del paquete de placas 2, por otra parte, normalmente está hecho de un material mucho más fino.

Si el intercambiador de calor 1 se instala en un entorno donde las vibraciones se transfieren a la placa de montaje 7 a través de la estructura externa, el intercambiador de calor 1 también necesita estar diseñado para tener en cuenta las tensiones mecánicas causadas por la carga cíclica de las vibraciones, es decir, tensiones cíclicas. Por ejemplo, tales vibraciones se producen en los intercambiadores de calor que se montan en vehículos, tales como coches, camiones y barcos. En un ejemplo no limitativo, el intercambiador de calor 1 es un enfriador de aceite para un motor. Cuando las presiones cíclicas se aplican a un material, aunque las tensiones no causen deformación plástica, el material puede fallar debido a la fatiga, especialmente en regiones locales con alta concentración de tensiones. El uso de placas de montaje gruesas y rígidas 7 conectadas a un paquete de placas 2 con un fondo relativamente fino es probable que conlleve altas concentraciones de tensión cíclica en la interfaz entre las placas de montaje 7 y el paquete de placas 2, y posiblemente también dentro del paquete de placas 2.

Las realizaciones de la presente invención están diseñadas para contrarrestar la concentración de tensión que puede conllevar un fallo por fatiga. Para este fin, generalmente las placas de montaje 7 están diseñadas con un grosor reducido de la placa de montaje 7 en las regiones de intersección seleccionadas 11, que están situadas en y alrededor del punto donde el perímetro de la placa de montaje 7 interseca el perímetro de la pared 4 del paquete de placas 2, como se observa en la vista en planta (Fig. 2). Tal y como se usa en este documento, el "perímetro" designa el contorno exterior. El perímetro de la placa de montaje 7, según se observa en la dirección normal a la superficie terminal 5, también denominado "borde periférico" en este documento. Específicamente, cada región de intersección 11 incluye el punto de intersección y abarca un área donde la placa de montaje 7 se solapa y está unida al paquete de placas 2. El intercambiador de calor 1 de las Figs. 1-2 tiene cuatro regiones de intersección 11, que están indicadas aproximadamente por líneas e trazos discontinuos en la Fig. 2. Las regiones de intersección 11 normalmente se extienden aproximadamente 5-20 mm desde el punto de intersección en el plano de la placa de montaje 7. Al adelgazar la placa de montaje 7 en las regiones de intersección 11, se obtiene una flexibilidad aumentada localmente en cada una de tales regiones 11 sin perjudicar significativamente la rigidez de la placa de montaje 7 en conjunto. La flexibilidad resulta en una transferencia de carga favorable en la interfaz entre la placa de montaje 7 y el paquete de placas 2.

Las Figs. 3A, 3B y 4 ilustran una placa de montaje 7 en más detalle. La placa de montaje 7 tiene una forma generalmente alargada con partes de esquina redondeadas, según se observa en la vista en planta. La placa de montaje 7 tiene superficies inferior y superior 12, 13 esencialmente planas, donde la superficie superior 12 forma una superficie de acoplamiento para estar permanentemente conectada a la superficie terminal 5 sobre el paquete de placas 2, y la superficie inferior 13 forma una superficie de acoplamiento para aplicarse y fijarse a la estructura externa de soporte. Los agujeros pasantes 8 y orificios 10 están formados para extenderse entre las superficies superior e inferior 12, 13. En el perímetro de la placa de montaje 7, las superficies superior e inferior están conectadas por una superficie del borde periférico 14. La superficie del borde 14 es esencialmente plana y en ángulo recto con las superficies superior e inferior 12, 13 excepto por dos rebajes 15 alargados o cortes que están formados en dos partes de esquina de la placa de montaje 7. Los rebajes 15 resultan en una reducción local y gradual del grosor de la placa de montaje 7 hacia su perímetro en las partes de esquina. Como se ve en la Fig. 2, los rebajes 15 están provistos en la placa de montaje 7 de manera que se solapan con la pared 4 que define el perímetro del paquete de placas 2. En otras palabras, los rebajes 15 están dispuestos para incrementar localmente la flexibilidad de la placa de montaje 7 en una región de intersección 11 respectiva.

En las realizaciones ilustradas, el rebaje 15 respectivo se alarga y extiende a través de toda la porción de esquina redondeada de la placa de montaje 7. El rebaje 15 se extiende esencialmente paralelo a la superficie superior 12 y define una línea de corte lineal o línea de delimitación 16 sobre la superficie inferior 13, como se muestra en la Fig. 4. La línea de corte 16 define un ángulo α a la dirección transversal T del paquete de placas 2. El presente solicitante ha descubierto que tanto la extensión del rebaje 15 como el ángulo α pueden optimizarse para obtener una distribución deseada de tensión en la interfaz entre la placa de montaje 7 y el paquete de placas 2. Específicamente, podría ser ventajoso que el rebaje 15 se extendiera fuera del perímetro del paquete de placas 2, es decir, hacia dentro de la brida de montaje 9 (Fig. 1). Además, podría ser ventajoso que el ángulo α fuera superior a 0°. Actualmente se cree que la distribución de tensión mejora con el incremento del ángulo α , hasta un ángulo de 90°. Sin embargo, el ángulo puede estar limitado por otras

consideraciones de diseño, y en la práctica el ángulo α puede ser al menos 1° , al menos 5° , o al menos 10° . Cabe destacar que la colocación de los orificios 10 debe ser fija si éstos han de corresponderse con los correspondientes orificios, pernos, pasadores u otras sujeciones en la estructura externa. En una situación tal, podría ser necesario diseñar la placa de montaje 7 con una anchura b incrementada en la dirección longitudinal

5 L para poder acomodar un rebaje 15 con una extensión y un ángulo dados mientras se deja suficiente material entre el rebaje 15 y el orificio 10 más cercano. Como se muestra en la Fig. 4, el rebaje 15 forma un ángulo para dejar una distancia d en el plano de la placa de montaje 7 entre la línea de corte 16 y el centro del orificio más cercano 10.

10 Cabe destacar que el rebaje 15 no necesita definir una línea de corte lineal 16 con la superficie inferior 13. Las Figs. 9A-9B ilustran parte de un intercambiador de calor con un rebaje más pequeño 15 en la placa de montaje 7. El rebaje 15 define una línea de corte curva 16 en la superficie inferior 13 y se extiende aproximadamente solo hasta la mitad de la porción de esquina de la placa de montaje 7. El ángulo α está definido respecto al punto de intersección (marcado por un punto negro) entre la pared circundante 4 y la línea de corte 16, según

15 se observa desde el fondo del intercambiador de calor. En la Fig. 9B, la pared circundante 4 está parcialmente oculta detrás de la placa de montaje 7 y la localización de la pared 4 viene indicada por una línea de puntos. El ángulo α está definido como el ángulo, en el plano de la placa de montaje 7, entre la dirección transversal T y la tangente de la línea de corte 16 en el punto de intersección. Como se ha destacado anteriormente, este ángulo α es un parámetro de diseño que puede establecerse para ser superior a 0° , y preferiblemente ser al

20 menos 1° , 5° o 10° . Esta definición y elección del ángulo α es aplicable a todas las realizaciones mostradas en este documento.

Las Figs. 9C-9D ilustran una variante en la que el rebaje 15 define una línea de corte 16 con una porción lineal central delimitada por partes terminales curvadas. La porción lineal central hace que el rebaje se extienda más

25 por debajo del paquete de placas 2.

Las Figs. 9E-9F ilustran otra implementación en la que la placa de montaje 7 tiene una anchura menor (véase B en la Fig. 4). Comparado con la placa de montaje 7 de las Figs. 9A-9D, hay menos material alrededor del orificio 10 más cercano, y el rebaje 15 no puede extenderse hacia dentro de la porción de esquina. El rebaje 15

30 define una línea de corte 16 con una porción lineal que se extiende por debajo del paquete de placas 2 y una porción terminal curva en la brida de montaje 9.

Aunque todos los ejemplos ilustrados implican rebajes 15 que se extienden hacia dentro de la brida de montaje 9, podría ser posible obtener una distribución suficiente de la tensión confinando los rebajes 15 completamente dentro del perímetro de la pared 4. También se puede concebir que los rebajes 15 sean mucho más largos para extenderse no solo por la brida de montaje 9 sino también más lejos por debajo del paquete de placas 2. Los dos rebajes 15 pueden incluso unirse debajo del paquete de placas 2. Una realización de este tipo se muestra en la Fig. 9G. Sin embargo, un rebaje 15 que se extienda significativamente por debajo del paquete de

35 placas 2 puede reducir la resistencia de la placa de montaje 7 sin contribuir significativamente a una distribución más uniforme de la tensión.

40

La placa de montaje 7 puede estar inicialmente fabricada con una superficie de borde 14 consistente por ejemplo, plana y en ángulo recto, como se muestra en las Figs. 3A-3B, y los rebajes 15 pueden proporcionarse retirando localmente una porción respectiva alrededor del saliente entre la superficie inferior 13 y la superficie

45 del borde 14. Los rebajes 15 pueden formarse por mecanizado, por ejemplo, fresado, desbaste, perforación o taladrado.

Volviendo a la Fig. 4, el rebaje 15 respectivo está formado con una sección transversal que es generalmente ahusada hacia el perímetro de la placa de montaje 7. La Fig. 5, que está tomada a lo largo de la línea A1-A1 de la Fig. 4, muestra la sección transversal de la placa de montaje 7 en la ubicación del rebaje 15. Como se observa, el rebaje 15 define una transición 20 de un mayor grosor t_1 de la placa de montaje a un menor grosor t_2 en el borde periférico. La transición 20 es generalmente cóncava y tiene una porción de esquina interior curva. En este ejemplo, la porción de esquina interior está rodeada de porciones esencialmente rectas. La porción de esquina interior está formada como una curva circular con un radio predefinido R. Los cálculos indican que la relación del radio R sobre el mayor grosor t_1 puede estar en el intervalo de aproximadamente 0,2-1,0 para obtener resultados deseables. La sección transversal de la Fig. 5 está tomada en ángulos rectos a la línea de corte 16. Para facilitar la fabricación y/o estimación de la distribución de la tensión (inferior), la sección transversal en ángulos rectos a la línea de corte 16 puede (pero no necesariamente) ser la misma a lo largo del rebaje 15, es decir, a lo largo de la línea de corte 16. Esto es aplicable a todos los ejemplos de rebajes mostrados en este documento, y así la Fig. 5 también puede ilustrar la sección transversal a lo largo de

50 la línea C de las Fig. 9B, la Fig. 9D y la Fig. 9F.

55

60

El intercambiador de calor 1 de la Fig. 1 comprende algunas características adicionales que pueden servir para mejorar la estabilidad y durabilidad. La Fig. 6A muestra la unión entre la placa de montaje 7 y el paquete de placas 2 en mayor detalle y está tomada dentro del rectángulo en trazos discontinuos 6A de la Fig. 1. En este ejemplo, una placa de sellado 21 está conectada al apilamiento de placas del intercambiador de calor para

65

definir una superficie inferior del paquete de placas 2. La placa de sellado, como se muestra en la Fig. 7, es generalmente plana y tiene agujeros pasantes 22 en sus esquinas para coincidir con los correspondientes agujeros pasantes del intercambiador de placas 3. El perímetro de la placa de sellado 21 está doblado hacia arriba para formar una brida circundante 23 que está adaptada para apoyarse sobre y fijarse a una brida correspondiente de un intercambiador de calor de placas superpuesto, como se conoce en la técnica. De este modo, el perímetro de la placa de sellado 21 se ajusta en general al perímetro de la pared circundante 4, aunque la brida circundante 21 puede proyectarse ligeramente más allá del perímetro de la pared circundante 4 que definen las placas del intercambiador de calor. En ciertas realizaciones, las placas de montaje 7 pueden fijarse directamente a la placa de sellado 21. En tales realizaciones, la placa de sellado 21 es una placa terminal que define la superficie terminal 5.

Sin embargo, en la realización ilustrada, una placa adicional 24 se fija entre la placa de sellado 21 y la placa de montaje 7 con el propósito de reforzar la superficie inferior del paquete de placas 2. De este modo, la superficie terminal 5 está definida por este refuerzo adicional o placa de soporte 24. El uso de tal placa de refuerzo 24 puede ser ventajoso cuando la presión de trabajo de uno o ambos de los medios transmitida a través del intercambiador de calor 1 es alta o cuando la presión de trabajo para uno o ambos de los medios varía con el tiempo. La placa de refuerzo 24, que se muestra en mayor detalle en la Fig. 8, tiene un grosor uniforme y define agujeros pasantes 25 que coinciden con las portillas en el paquete de placas 2. El perímetro de la placa de refuerzo 24 puede estar esencialmente nivelado con el perímetro de la placa de sellado 21 o el perímetro de la pared 4 del paquete de placas 2. Sin embargo, en el ejemplo ilustrado, la placa de refuerzo 24 está adaptada para proyectarse localmente desde el perímetro de la pared 4 y por tanto del perímetro de la placa de sellado 21. Específicamente, la placa de refuerzo 24 está provista de recortes 26 que están situados para extenderse en la dirección longitudinal entre las regiones de intersección 11 en un lado transversal respectivo del paquete de placas 2 para estar esencialmente nivelado con la pared axial 4. De ese modo, los puntos del extremo longitudinal de los recortes 26 definen una transición respectiva 27 a una porción de pestaña proyectante 28, donde las transiciones 27 están situadas para solapar el perímetro de la placa de montaje 7 a proximidad de las regiones de intersección 11 y están conformadas para no ser perpendiculares al perímetro de la placa de montaje 7 en el solapamiento, según se observa en una dirección hacia el fondo del intercambiador de calor 1. Esta configuración de la placa de refuerzo 24 disminuirá localmente la tensión en la placa de refuerzo 24 junto a las regiones de intersección 11. Las transiciones 27 pueden formar por ejemplo un bisel o una curva desde el recorte 26 hasta la pestaña 28. En el ejemplo ilustrado, véase la Fig. 6A, la porción de pestaña 28 sobresale del paquete de placas 2 para extenderse esencialmente junto con y apoyarse contra una placa de montaje 7 respectiva. Se ha descubierto que esto resulta en una distribución favorable de la tensión entre la placa de montaje 7, la placa de refuerzo 24 y la placa de sellado 21 especialmente en las esquinas del paquete de placas 2. También incrementará la resistencia de la unión entre la placa de refuerzo 24 y la placa de montaje 7 debido al aumento del área de contacto entre las mismas. En una implementación alternativa, no mostrada, la placa de refuerzo 24 se proyecta del paquete de placas 2 alrededor de todo su perímetro excepto por pequeñas muescas que están situadas en las proximidades de las regiones de intersección 11 para proporcionar transiciones 27 que estén adecuadamente conformadas para no ser perpendiculares al perímetro de la placa de montaje 7.

El diseño de la placa de montaje 7, y la placa de refuerzo 24 si hay una, puede optimizarse basándose en los principios generales esbozados anteriormente, simulando la distribución de las tensiones en la estructura del intercambiador de calor. Tales simulaciones pueden servir para adaptar uno o más de los grosores t_1 de las placas de montaje 7, la anchura b de las placas de montaje 7, la sección transversal del rebaje 15, la extensión del rebaje 15, y el ángulo α del rebaje 15. Las simulaciones pueden basarse en cualquier técnica conocida para aproximaciones numéricas de la tensión, tales como el método de elementos finitos, el método de las diferencias finitas, y el método de elementos de frontera.

Una simulación de la distribución de la tensión dentro de la estructura de la Fig. 6A, para una condición de carga de vibración específica, indica que las tensiones están bien distribuidas sin ningún pico significativo en la interfaz entre la placa de montaje 7 y la placa de refuerzo 24, a lo largo de la flecha L1, con un valor de tensión máxima de aproximadamente 65 N/mm² (MPa). La simulación también indica una magnitud y distribución de tensión correspondiente en la interfaz entre la placa de refuerzo 24 y la placa de sellado 21, a lo largo de la flecha L2. A fines comparativos, la distribución de la tensión también se ha simulado, para la misma condición de carga de vibración; dentro de un intercambiador de calor provisto de una placa de montaje 7 sin ningún rebaje en las regiones de intersección. Este intercambiador de calor 1 se muestra en la vista inferior en planta de la Fig. 6B. Como se observa, la placa de montaje 7 respectiva tiene un grosor uniforme por todas su extensión, también donde el perímetro de la placa de montaje 7 interseca el perímetro de la pared 4 del paquete de placas 2. En este ejemplo, la placa de refuerzo 24 tiene la misma extensión que la placa de sellado 21. La Fig. 6C es una vista en perspectiva aumentada de la región de intersección. La simulación indicó una concentración de tensión significativa en la unión de la placa de montaje 7 y la placa de refuerzo 24, con un valor de tensión máxima de aproximadamente 310 N/mm² en la región L3.

Aunque la invención se ha descrito en conexión con las realizaciones que actualmente se consideran más prácticas y preferentes, se debe entender que la invención no está limitada a las realizaciones divulgadas, sino

por el contrario, pretende cubrir varias modificaciones y disposiciones equivalentes incluidas en el espíritu y alcance de las reivindicaciones adjuntas.

5 Por ejemplo, la sección transversal de los rebajes 15 puede desviarse de la mostrada en la Fig. 5. Una sección transversal alternativa se muestra en la Fig. 10A, donde el rebaje 15 está formado como un bisel 30 que se extiende linealmente de la superficie inferior 13 a la superficie superior 12, para producir un borde periférico puntiagudo. En la Fig. 10B, la sección transversal está formada como un bisel 30 que se extiende linealmente de la superficie inferior 13 a una ubicación hacia dentro del borde periférico para producir un borde distal 41 de grosor uniforme. En la Fig. 10C, el rebaje está formado como una secuencia de múltiples escalones 32 hacia el
10 borde periférico. Aunque no se muestra en la Fig. 10C, cada escalón 32 puede estar provisto de una porción de esquina interior redondeada, similar a la sección transversal de la Fig. 5.

Como se ha utilizado en este documento, “superior”, “inferior”, “vertical”, “horizontal”, etc. se refieren
15 meramente a direcciones en los dibujos y no implican ninguna posición particular del intercambiador de calor 1. Tampoco esta terminología implica que las placas de montaje 7 necesiten estar dispuestas en cualquier extremo particular del paquete de placas 2. Volviendo a la Fig. 1, las placas de montaje pueden estar dispuestas alternativamente en el extremo axial superior del paquete de placas 2 y pueden estar conectadas permanentemente o bien a una placa de sellado o a una placa de refuerzo superpuesta a la placa de sellado. Además, las placas de montaje 7 pueden estar dispuestas en un extremo del paquete de placas 2 que carece
20 de portillas o sobre el que cada una o al menos una portilla 6 esté situada entre las placas de montaje 7.

REIVINDICACIONES

1. Un intercambiador de calor de placas, que comprende:

- 5 ○ una pluralidad de placas de intercambiador de calor (3) que están apiladas y permanentemente conectadas para formar un paquete de placas (2) que define una primera y una segunda trayectorias de fluido para un primer medio y un segundo medio, respectivamente, separados por dichas placas de intercambio de calor (3), definiendo dicho paquete de placas (2) una pared externa circundante (4) que se extiende en una dirección axial (A) entre un primer y un segundo extremos axiales,
- 10 ○ una placa terminal (21, 24) permanentemente conectada a uno del primer y del segundo extremos axiales para proporcionar una superficie terminal (5) que se extiende entre un primer y un segundo extremos longitudinales en un plano lateral que es ortogonal a la dirección axial (A), y
- 15 ○ dos placas de montaje (7) permanentemente conectadas a una porción superficial respectiva de la superficie terminal (5) en el primer extremo longitudinal y el segundo extremo longitudinal, respectivamente, de manera que las placas de montaje (7) están espaciadas entre sí en una dirección longitudinal (L) en la superficie terminal (5) en donde la placa de montaje (7) respectiva comprende superficies de acoplamiento planas opuestas (12, 13) y un borde periférico que forma un perímetro de la placa de montaje (7),
- 20 ○ en donde la placa de montaje (7) respectiva está dispuesta con una de sus superficies de acoplamiento (12, 13) permanentemente conectada a la superficie terminal (5), en donde el borde periférico se extiende parcialmente más allá de la periferia exterior de la superficie terminal (5) para definir una brida de montaje (9), y se extiende parcialmente a través de la superficie terminal (5) en contacto con la misma,
- 25 ○ en donde la placa de montaje (7) respectiva comprende regiones de intersección (11) que se sitúan donde el borde periférico interseca el perímetro de la pared externa circundante (4) según se observa en una dirección normal a la superficie terminal (5).

caracterizado por que regiones de intersección (11) predefinidas de dichas regiones de intersección (11) tienen un grosor decreciente hacia el borde periférico.

- 30 2. El intercambiador de calor de placas según la reivindicación 1, en el que la región de intersección (11) respectiva tiene una forma transversal predefinida que conecta las superficies de acoplamiento (12, 13), reduciendo el grosor de la placa de montaje (7) de un primer grosor (t1), 30 dado por la distancia entre las superficies de acoplamiento (12, 13), a un segundo grosor (t2) en el borde periférico.
- 35 3. El intercambiador de calor de placas según la reivindicación 2, en el que la forma transversal comprende una porción con grosores continuamente decrecientes hacia el borde periférico.
- 40 4. El intercambiador de calor de placas según las reivindicaciones 2 o 3, en el que la forma transversal comprende una porción cóncava.
- 45 5. El intercambiador de calor de placas según las reivindicaciones 2, 3 o 4, en el que la forma transversal comprende una porción de la esquina que tiene un radio (R).
- 50 6. El intercambiador de calor de placas según la reivindicación 5, en el que la relación entre el radio (R) y el primer grosor (t1) está en el intervalo de aproximadamente 0,2-1.
- 55 7. El intercambiador de calor de placas según una cualquiera de las reivindicaciones 2-6, en el que la forma transversal comprende al menos uno de entre un bisel (30) y una pluralidad de escalones (32).
- 60 8. El intercambiador de calor de placas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el grosor decreciente está formado por rebajes (15) en la placa de montaje (7) respectiva, en donde el rebaje (15) respectivo se forma para extenderse dentro de cada una de las regiones de intersección (11) predefinidas entre la superficie de acoplamiento (13) que se orienta en sentido opuesto a la superficie terminal (5) y el borde periférico, como se observa en la dirección normal a la superficie terminal (5).
- 65 9. El intercambiador de calor de placas según la reivindicación 8, en el que el rebaje (15) respectivo se extiende a lo largo del borde periférico, según se observa en la dirección normal a la superficie terminal (5)
- 70 10. El intercambiador de calor de placas según la reivindicación 9, en el que la placa de montaje (7), entre los rebajes (15) a lo largo del borde periférico, comprende una superficie de borde periférico (14) que une y es esencialmente perpendicular a las superficies de acoplamiento (12, 13) opuestas, y en las que los rebajes (15) están situados a lo largo de un saliente entre la superficie de acoplamiento (12) que se orienta en sentido opuesto a la superficie terminal (5) y la superficie de borde periférico (14).
- 75 11. El intercambiador de calor de placas según las reivindicaciones 8, 9 o 10, en el que el rebaje (15) respectivo define una línea de delimitación (16) de la superficie de sujeción (13) que está orientada en sentido opuesto a la

- 5 superficie terminal (5), definiendo dicha línea de delimitación (16) un punto de intersección con el perímetro de la pared externa circundante (4), según se observa en la dirección normal a la superficie terminal (5), en donde la tangente de la línea de delimitación (16) define en el punto de intersección un ángulo α superior a 0° , y que preferiblemente es de al menos 1° , 5° o 10° , a una dirección transversal (T), que es ortogonal a la dirección longitudinal (L), en el plano de la placa de montaje (7).
- 10 12. El intercambiador de calor de placas según la reivindicación 11, en el que el rebaje (15) tiene esencialmente la misma forma transversal, según se observa en ángulos rectos a la línea de delimitación (16), a lo largo de la línea de delimitación (16).
- 15 13. El intercambiador de calor de placas según las reivindicaciones 11 o 12, en el que la línea de delimitación (16) comprende una línea esencialmente recta que define dicha tangente.
14. El intercambiador de calor de placas según las reivindicaciones 11, 12 o 13, en el que la línea de delimitación (16) es una línea esencialmente recta.
- 20 15. El intercambiador de calor de placas según una cualquiera de las reivindicaciones 8-14, en el que el rebaje (15) respectivo se extiende desde la región de intersección (11) hacia dentro de la brida de montaje (9).
- 25 16. El intercambiador de calor de placas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la placa terminal (21) es una placa de sellado que está conectada permanentemente y formando un sello con una de las placas del intercambiador de calor (3) en uno de dichos primer y segundo extremos axiales.
- 30 17. El intercambiador de calor de placas según una cualquiera de las reivindicaciones 1-15, en el que la placa terminal (24) es una placa de refuerzo (24) que está conectada permanentemente a una placa de sellado (21) en el paquete de placas (2), en donde la placa terminal (24) tiene al menos dos bridas de soporte (28) que se extienden más allá del perímetro de la pared externa circundante (4) para apoyarse sobre la brida de montaje (9) definida por la placa de montaje (7) respectiva.
- 35 18. El intercambiador de calor de placas según la reivindicación 17, en el que la placa terminal (24) comprende, a lo largo de su perímetro y como se observa en la dirección normal de la superficie terminal (5), superficies cóncavas o biseladas (27) adyacentes a las bridas de soporte (28), en donde las superficies cóncavas o biseladas (27) están situadas para solapar el borde periférico de la placa de montaje (7) respectiva en la proximidad de las regiones de intersección (11), y en donde la superficie cóncava o biselada (27) respectiva no es perpendicular al borde periférico en el solapamiento, según se observa en la dirección normal a la superficie terminal (5).
- 40 19. El intercambiador de calor de placas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos una de las placas de montaje (7) define al menos un agujero pasante (8) que se extiende entre las superficies de acoplamiento (12, 13) y se alinea con un agujero pasante (22, 25) correspondiente definido en la placa terminal (21, 24) y un canal interno definido en el paquete de placas (2), para formar una entrada o una salida para el primer o el segundo medios.
- 45 20. El intercambiador de calor de placas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la brida de montaje (9) comprende una pluralidad de agujeros de montaje (10) adaptados para recibir pernos o pasadores para sujetar el intercambiador de calor de placas.
21. El intercambiador de calor de placas según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las placas del intercambiador de calor (3) están permanentemente unidas entre sí a través de material metálico fundido.

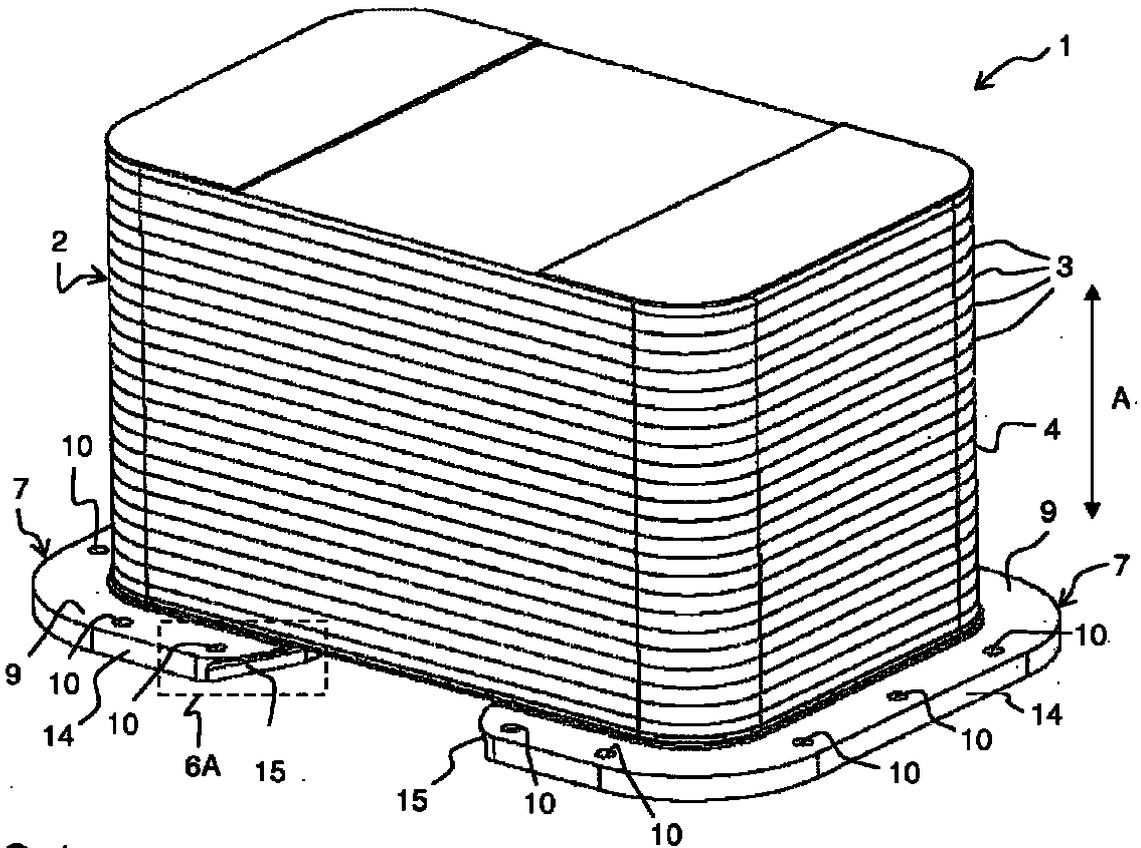


FIG. 1

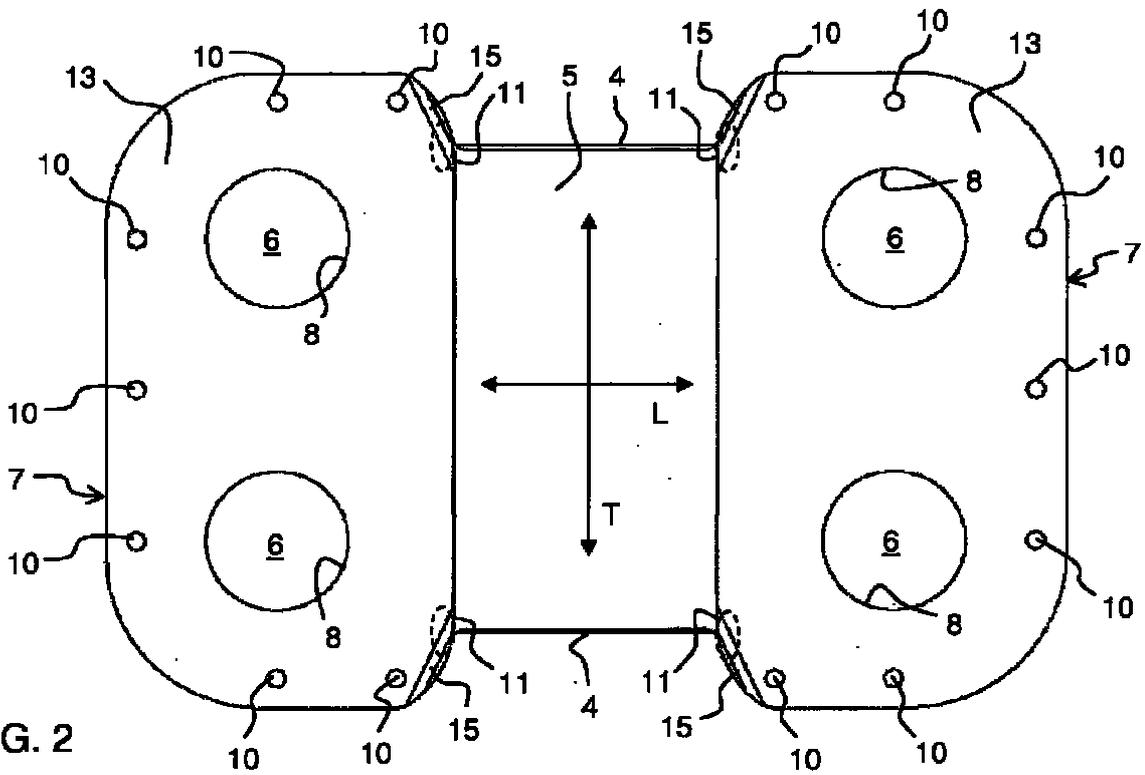


FIG. 2

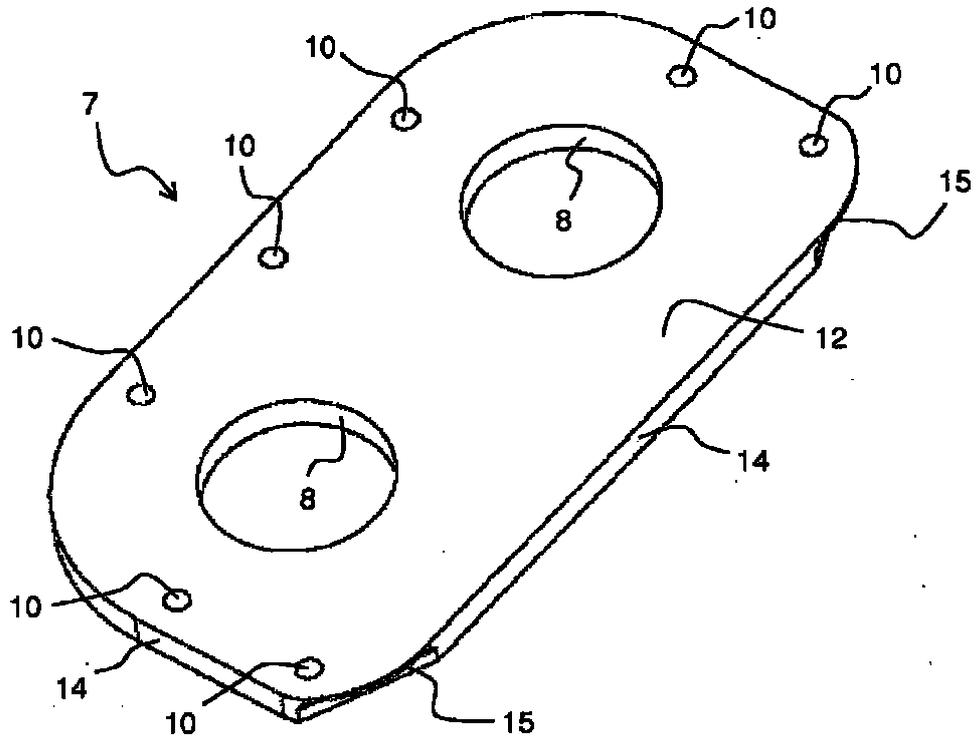


FIG. 3A

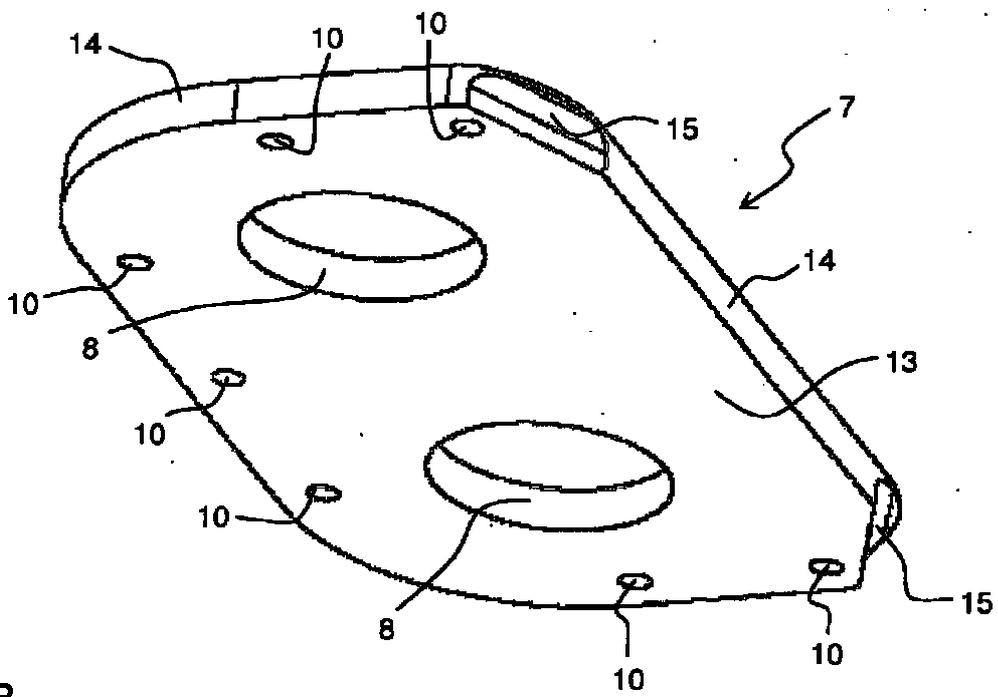


FIG. 3B

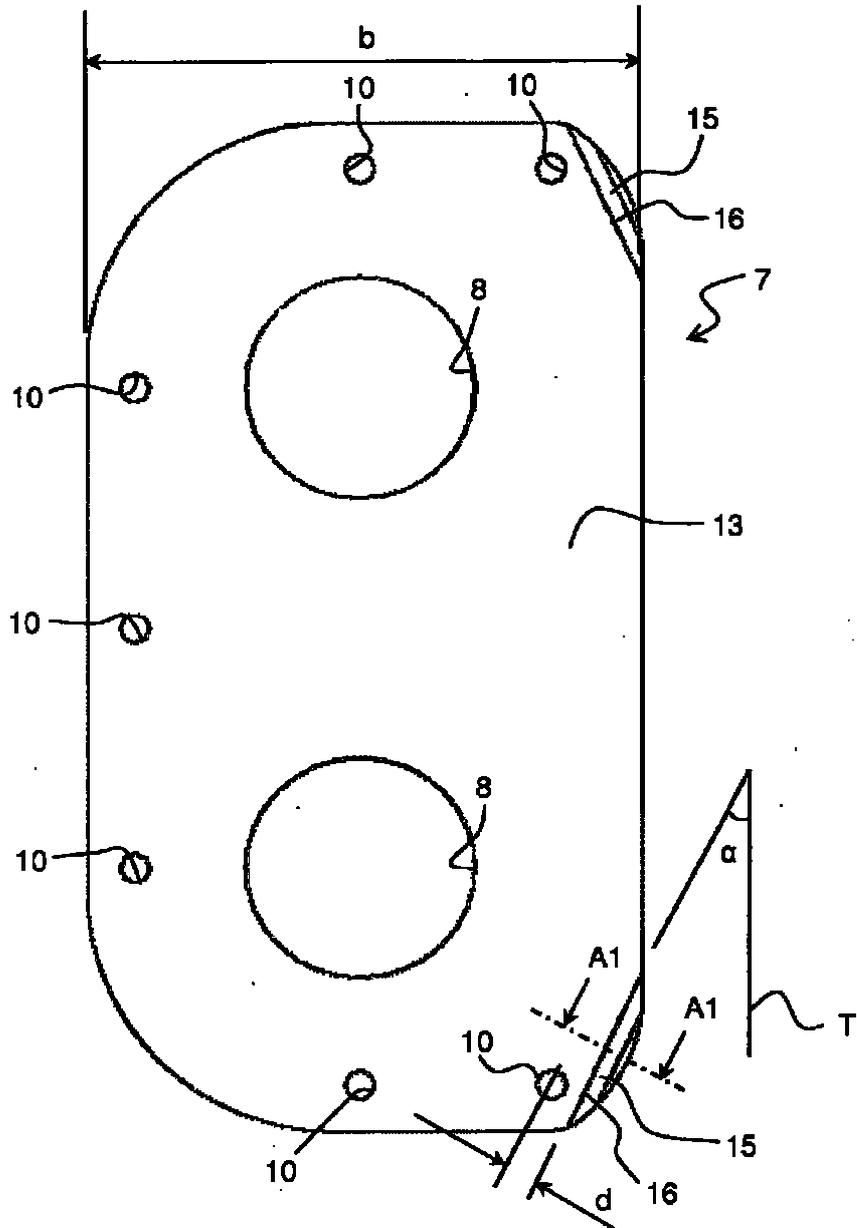


FIG. 4

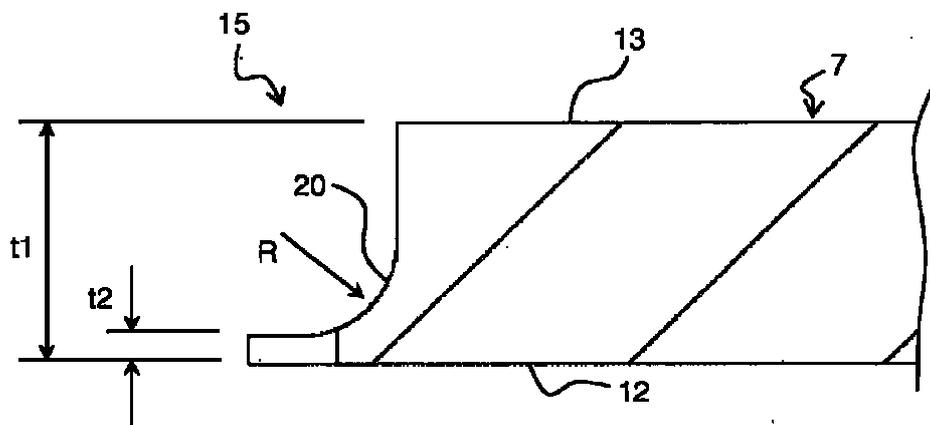


FIG. 5

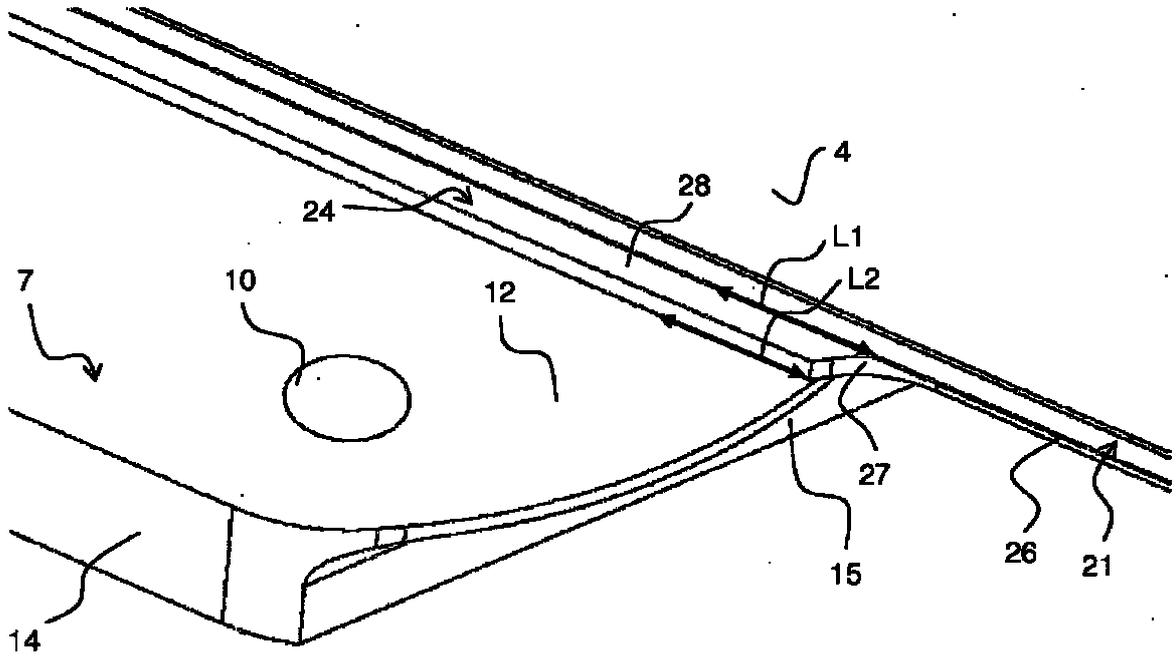


FIG. 6A

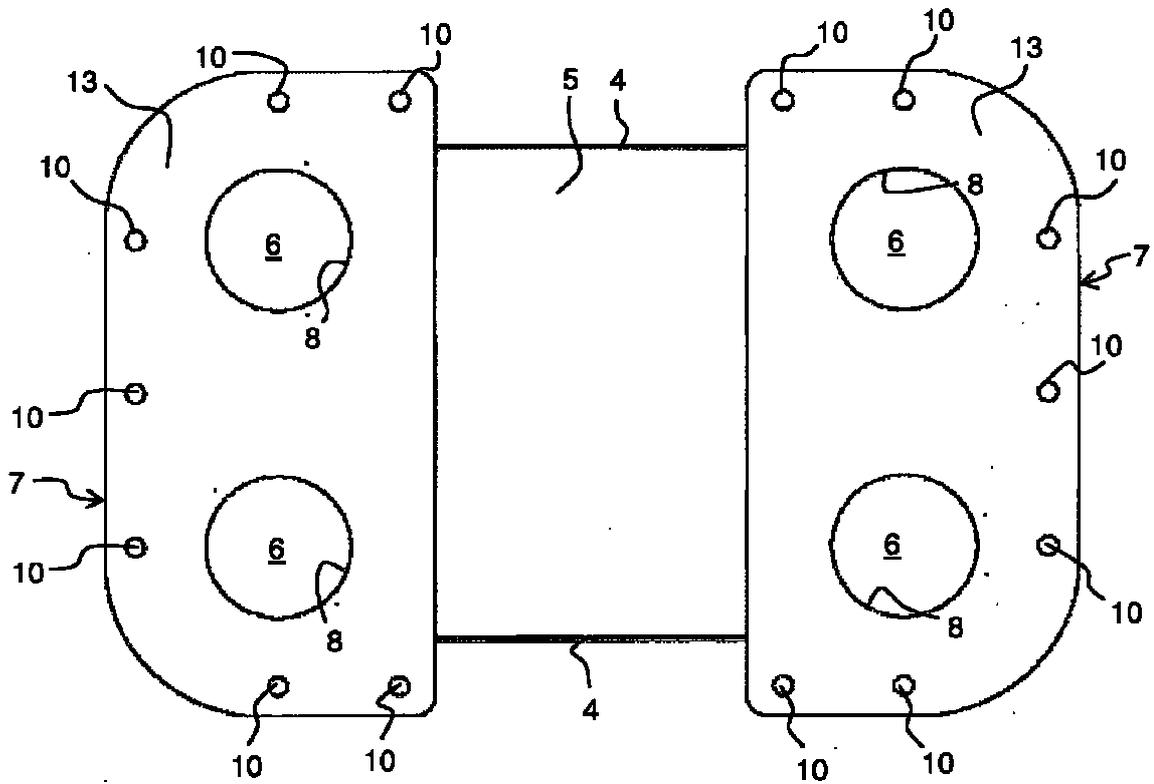


FIG. 6B

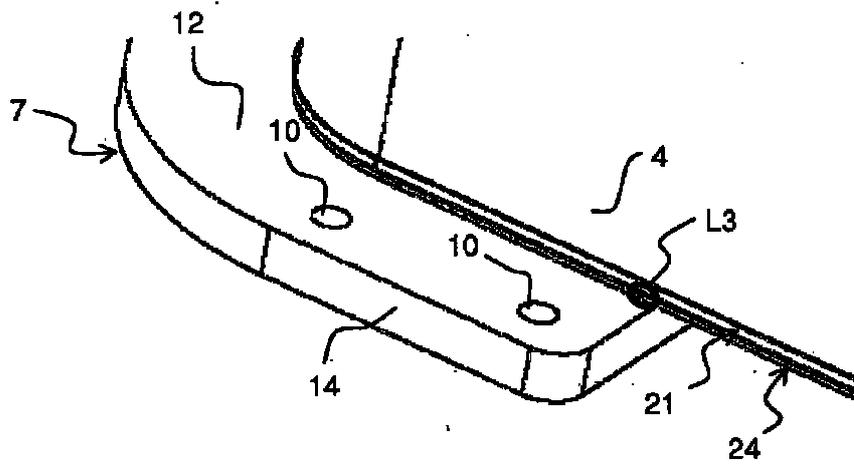


FIG. 6C

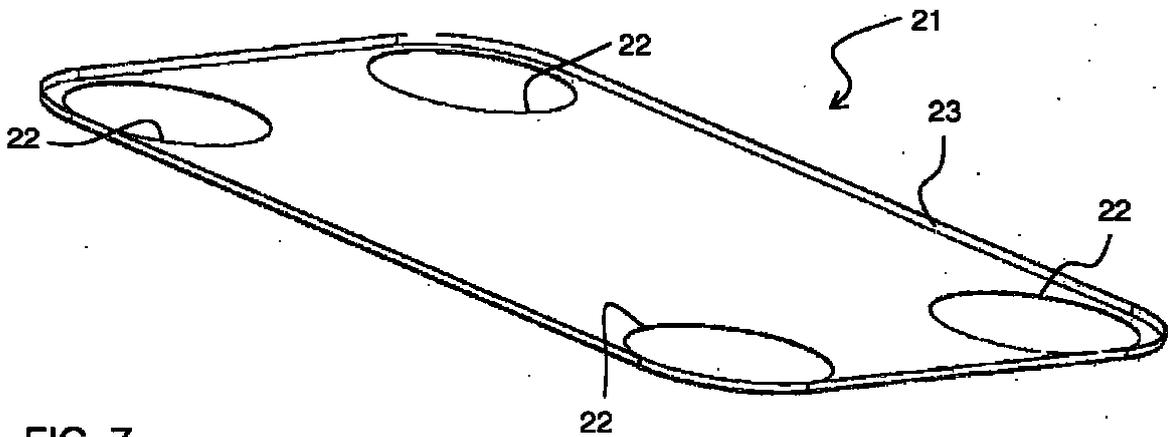


FIG. 7

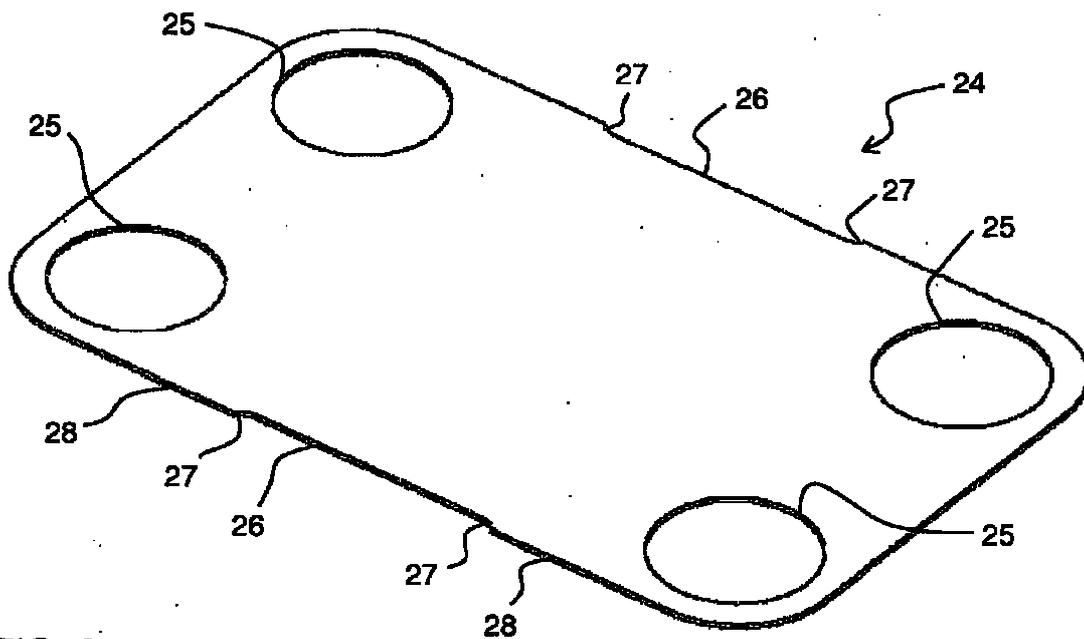


FIG. 8

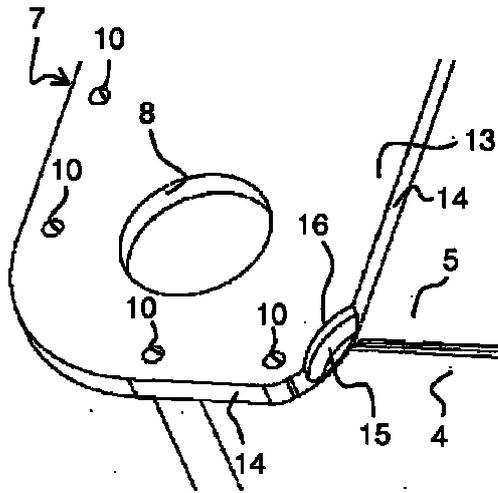


FIG. 9A

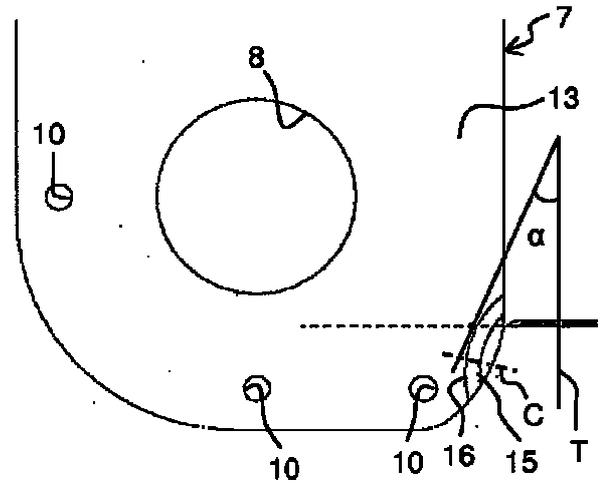


FIG. 9B

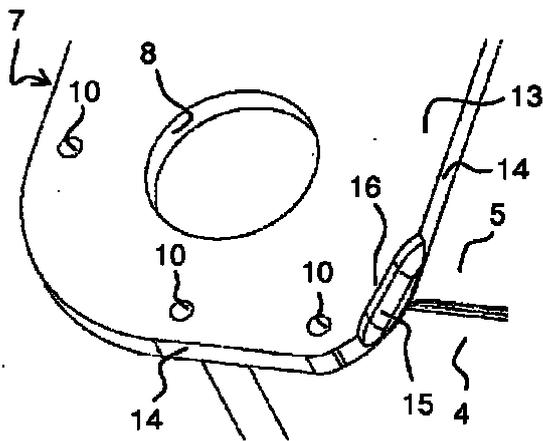


FIG. 9C

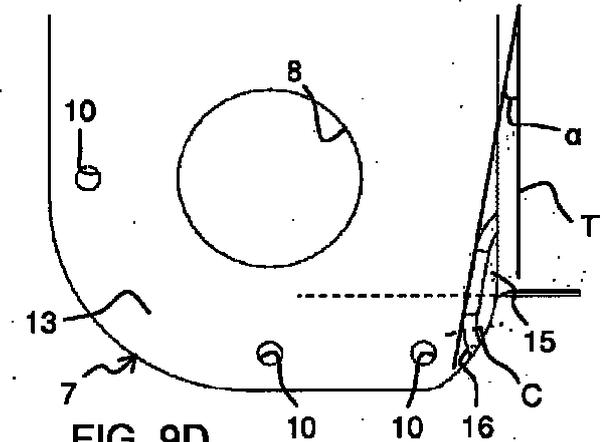


FIG. 9D

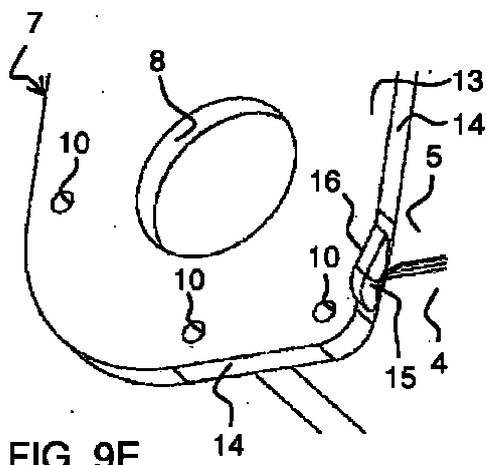


FIG. 9E

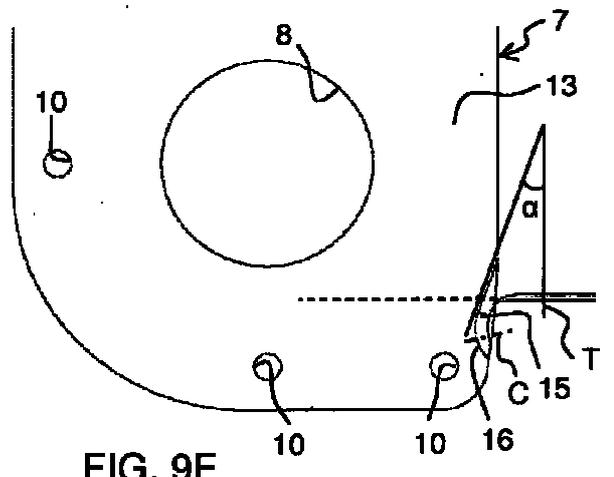


FIG. 9F

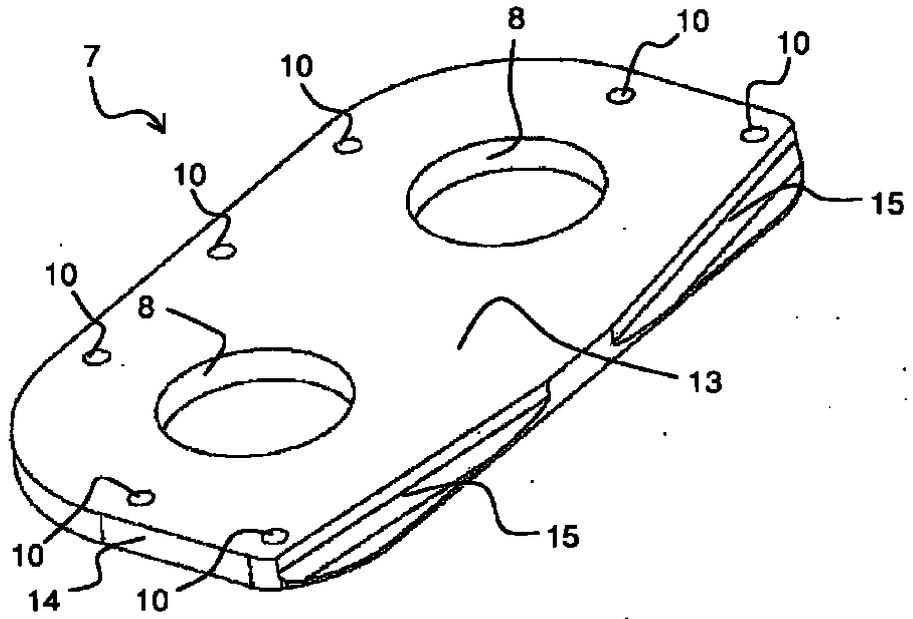


FIG. 9G

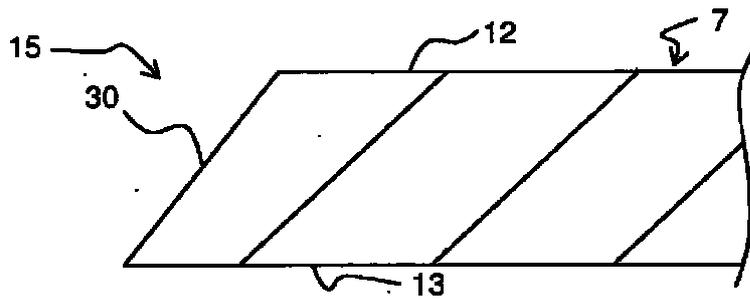


FIG. 10A

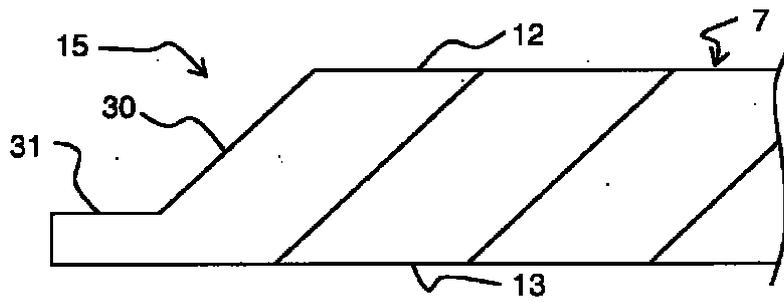


FIG. 10B

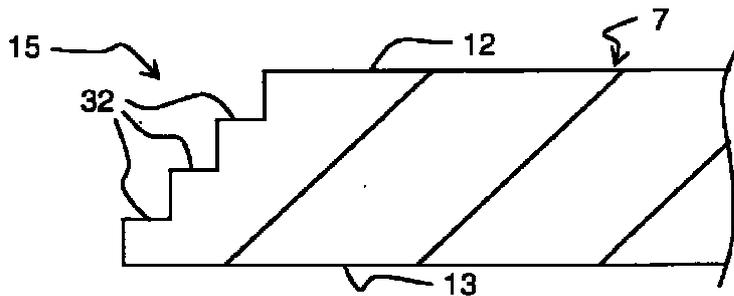


FIG. 10C