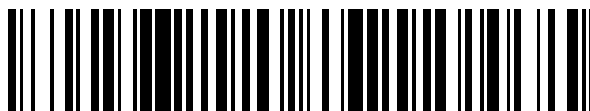


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 456 336**

51 Int. Cl.:

**B01D 3/32**

(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.06.2009** **E 09162862 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.03.2014** **EP 2135663**

54 Título: **Bandeja de lavador de gases húmedo**

30 Prioridad:

**16.06.2008 US 61900**

**13.06.2009 US 484187**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.04.2014**

73 Titular/es:

**BABCOCK & WILCOX POWER GENERATION  
GROUP, INC. (100.0%)  
20 SOUTH VAN BUREN AVENUE P.O. BOX 351  
BARBERTON, OH 44203-0351, US**

72 Inventor/es:

**JOHNSON, RONALD B.;  
DUREIKO, RONALD;  
PETERSON, DAVID y  
KIDWELL, JEFFREY J.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 456 336 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

Bandeja de lavador de gases húmedo

**Campo de la invención**

5 La invención presente se refiere a métodos y aparato para obtener un contacto de gas-líquido contracorriente, tales como lavadores de gases húmedos que involucran contacto de gas-líquido entre gas de escape que contiene óxidos de azufre y una lechada o solución que contiene materiales reactivos (slurry) tal como un medio absorbente de reacción química. Más particularmente, pero no exclusivamente, la invención presente está destinada a una construcción de bandeja de lavador de gases húmedo mejorada y a un aparato de contacto de gas-líquido que emplea esta bandeja.

10 **Antecedentes**

Se conocen sistemas de contacto de gas-líquido de lavador de gases húmedo usados para la extracción de óxidos de azufre ( $\text{SO}_x$ ) de los gases de escape producidos por la combustión de combustibles fósiles. Véase, por ejemplo, la patente de los EE.UU. US N° 4.263.021 concedida a Downs y otros, cuyo texto ha sido incorporado en la memoria presente como referencia como si estuviera plenamente explicado en ella. Se ofrecen detalles adicionales de sistemas de lavado húmedo para la extracción de  $\text{SO}_x$  en el Capítulo 35 de Steam/its generation and use, 41<sup>st</sup> Edition, Kitto and Stultz, Eds., Copyright © 2005, The Babcock & Wilcox Company, cuyo texto ha sido incorporado en la memoria presente como referencia como si estuviera plenamente explicado en ella. Dichos sistemas son denominados también sistemas de desulfurización de gas de escape húmedos (WFGD).

20 Las Figuras 1 y 2 ilustran componentes de un tipo de sistema lavador de gases húmedo conocido, designado en general con un 10, descrito en la referencia anteriormente mencionada Steam 41<sup>st</sup>. El gas de escape cargado de  $\text{SO}_2$  12 entra por el lado del absorbedor de la torre de pulverización 14 aproximadamente hacia la mitad de ella y sale por arriba a través de una transición 16. La porción superior del módulo (zona de absorción 18) se ocupa del lavado del gas de escape 12 para extraer el  $\text{SO}_2$  mientras que la porción inferior del módulo sirve como tanque de reacción de la lechada enterizo (denominado frecuentemente también tanque de recirculación y zona de oxidación 20) para completar las reacciones químicas para producir yeso. Otros componentes clave mostrados incluyen las bombas de recirculación de lechada 22, cabezas de pulverización 24 (que pueden ser de diseño convencional o interespacial) y toberas para inyectar lechada, separadores de humedad 26 (típicamente de un diseño en forma de V) para minimizar el remanente de la humedad, sistema oxidante de inyección de aire 28, mezcladores o agitadores del tanque de reacción de la lechada para impedir la sedimentación, y una bandeja perforada 32 que reduce la mala distribución del flujo del gas de escape para mejorar la actuación de la extracción del  $\text{SO}_2$ . Los escapes procedentes de la transición 16 transportan el gas de escape lavado 34 desde el lavador de gases húmedo 14.

35 La bandeja perforada 32 tiene dispuesta una pluralidad de orificios 36 (típicamente de 3,50 centímetros de diámetro) y proporciona un contacto de gas/líquido íntimo y aumenta el tiempo de residencia de la lechada en la zona de absorción. La bandeja 32 crea más área superficial entre la lechada y el gas de escape 12, y también proporciona a la lechada un tiempo de permanencia significativo. Así se aumenta la disolución de la caliza en la zona de absorción 18 y aumenta la absorción por unidad de volumen. Algunos absorbedores de torre de pulverización 14 tienen dos niveles de bandejas que proporcionan múltiples zonas de contacto para la extracción del  $\text{SO}_2$ . Los módulos de absorción que no usan una bandeja se denominan torres de pulverización abiertas.

40 Recientemente, después de un período de operación, algunas bandejas perforadas han empezado a presentar grietas. Este agrietamiento ha aparecido en dos zonas.

45 Sitio de agrietamiento 1. En el refuerzo central se encontraron grietas al final del refuerzo adyacente a una soldadura de campo que unía la bandeja afectada a su bandeja contigua. Se descubrió que estas grietas se iniciaban en las soldaduras de campo y avanzaban horizontalmente hacia el alma del refuerzo central. La orientación de la grieta sugería que ésta seguía una línea de máximo esfuerzo de flexión causado por el movimiento lateral de la esquina superior del refuerzo central. Se creyó que las fuerzas que causaban este movimiento eran las sacudidas (buffeting) aleatorias del refuerzo causadas por los gases de escape y/o la pulverización de la lechada. El punto de iniciación en la soldadura de campo estaba causado por el Factor de Reducción de Esfuerzo a la Fatiga (FSRF) inherente a todas las soldaduras.

50 Sitio de agrietamiento 2. En la región de la placa de fondo perforada adyacente tanto a las soldaduras de taller intermitentes que unen el refuerzo central a la placa de fondo perforada, como a las soldaduras de campo intermitentes que conectan las bandejas a la rejilla de soporte de acero. Las soldaduras de campo están situadas en los bordes de extremo de la placa de fondo perforada. Se observó que las grietas se iniciaban en los extremos de los segmentos de soldadura, y avanzaban hacia el orificio más cercano de la placa de fondo perforada. Hubo algunos casos en los que las grietas se iniciaban en ambos extremos de una serie de segmentos de soldadura. Esta condición afectaba a las condiciones del contorno de soporte de la placa de fondo perforada de tal manera que ocurría un encadenamiento de grietas. Este efecto de encadenamiento tiene el potencial de comprometer la integridad estructural de la placa de fondo perforada, causando que grandes secciones de la placa de fondo

perforada se desprendan, reduciendo la efectividad funcional de la bandeja y creando un riesgo de que piezas sean absorbidas por las bombas de recirculación de la lechada.

5 Los exámenes metalúrgicos confirmaron que el agrietamiento era debido a la fatiga mecánica. Se creyó que esta fatiga era inducida por una vibración mecánica de origen desconocido. No se encontraron pruebas de agrietamiento por corrosión bajo tensión o fractura frágil. La zona afectada (HAZ) adyacente a las soldaduras fue examinada también y se encontró que estaba en una condición satisfactoria.

La patente de los EE.UU. US 3.759.497 describe conjuntos de placas de deflexión de impacto de una torre de lavado que comprende una pluralidad de deflectores de impacto montados por encima de una placa perforada.

10 La patente de los EE.UU. US 4.263.061 describe un sistema de contacto gas-líquido para la absorción de contaminantes gaseosos en un líquido absorbente en el que se consigue el contacto mediante una relación de flujo controlada entre el gas y el líquido que forman una masa líquida fluidificada para realizar un contacto íntimo entre gas y líquido.

La patente de los EE.UU. US 2.916.272 describe estructuras de bandeja de columna que incorporan elementos de soporte de bandeja retirables.

15 La patente británica GB 1.041.690 describe una bandeja de contacto de líquido y gas que se compone de dos o más secciones.

20 La patente de los EE.UU. US 4.673.464 describe una bandeja de columna de destilación o absorción cuya frecuencia característica es una función específica del radio de las aberturas circulares de su pared de fondo, de la tensión superficial del cuerpo del líquido que se encuentra en ella a la temperatura de operación de la columna y de la densidad de dicho líquido.

25 La patente de los EE.UU. US 2006/0185320 describe un conjunto y un método para facilitar la fijación de una cubierta de aleación metálica a la envoltura de cemento de una torre de absorción de pulverización, y para compensar la expansión térmica radial relativa de la cubierta y de la envoltura durante el arranque, parada, y operación de la torre de absorción de pulverización, mientras que al mismo tiempo proporciona una distribución precisa y efectiva de las fuerzas de cizalla circunferenciales a lo largo de un plano horizontal desde la cubierta de aleación metálica para anclar pernos parcialmente embebidos en la cubierta de cemento de la torre de absorción de pulverización.

30 La patente de los EE.UU. US 2006/065988 describe un conjunto de bandeja perforada para una columna de intercambio gas/líquido, líquido/líquido que comprende una pluralidad de secciones de bandejas adyacentes con bordes delanteros redondeados adyacentes a las ranuras de las secciones, y fiadores que se extienden a lo largo de los bordes traseros con enclavamiento en las ranuras OD y sección adyacente. Este enclavamiento evita el uso de uniones con pernos que causa zonas de estancamiento en las que ocurre acumulación de sedimentos, dando lugar a un contacto reducido de gas-líquido y líquido-líquido, y la necesidad de que las secciones de la bandeja tengan que ser lavadas frecuentemente.

35 La patente de los EE.UU. US 2003/0127755 describe una bandeja de contacto vapor-líquido que tiene dispuestos al menos dos paneles de bandeja que son conjuntamente liberables a lo largo de sus márgenes sobrepuestos mediante una unión articulada de fijación. La unión está formada por pestañas en un panel de bandeja que se extienden a través de ranuras en el otro panel de bandeja.

## Sumario

40 En las reivindicaciones independientes y dependientes adjuntas se explican aspectos y realizaciones particulares de la invención presente.

45 La invención presente ha sido concebida a la luz de una identificación por los inventores de la conveniencia de una bandeja perforada de lavado húmedo mejorada que proporcione una resistencia aumentada al agrietamiento inducido por vibración y que a la vez sea de diseño simple, de construcción robusta y de fabricación económica. Los varios aspectos de la invención presente pueden mostrar una o más de dichas características. Dichas características de la bandeja de lavado húmedo mejorada pueden ser usadas separadamente o en cualquier combinación.

Por consiguiente, un aspecto de la descripción presente está destinado a una modificación de los lados de la bandeja para hacer que la bandeja se soporte a sí misma y para eliminar residuos de materia prima.

50 El diseño de bandeja original tenía un lado alto y un lado bajo que requerían la soldadura de campo del lado bajo de la bandeja al lado alto de su bandeja contigua para completar sus requisitos de soporte. Esta construcción requería una operación adicional de resistencia a la cizalla por parte del fabricante de las bandejas con el consecuente desperdicio de material. Al proporcionar dos refuerzos laterales, de igual altura, se aumenta fuertemente la resistencia de la bandeja. Este cambio elimina también la difícil soldadura de campo del lado bajo al lado alto

contiguo. Además, la eliminación de esta soldadura de campo ayudó a resolver el problema de las fracturas en el Sitio de agrietamiento 1.

Otro aspecto de la descripción presente está destinado a la adición de un refuerzo interno a la bandeja para disponer de dos refuerzos intermedios. El diseño original tenía un refuerzo central que actuaba como deflector por razones funcionales, para reforzar la placa de fondo perforada, y para proporcionar un tirante positivo para los refuerzos laterales. El problema con este diseño es que seguía sin impedir que los refuerzos laterales se alabearan. La adición de un refuerzo interno eliminó la posibilidad del alabeo debido a la sacudida del gas o de la pulverización. El aspecto anteriormente mencionado sirvió también para el beneficio de este aspecto al permitir que una soldadura de taller fuese aplicada a ambos extremos de los refuerzos intermedios. El diseño original de la bandeja requería soldar en el campo el extremo del refuerzo central al lado alto de la bandeja contigua. Es esta soldadura de campo la que ocasiona el punto inicial del agrietamiento en el Sitio de agrietamiento 1. Con ciertos cambios del diseño específico de los refuerzos intermedios, los refuerzos intermedios pueden ser instalados en el taller o en el campo.

Otro aspecto más de la descripción presente está destinado a un cambio de la conexión de los refuerzos intermedios a la placa de fondo perforada para eliminar la soldadura de taller en la placa de fondo. Esta nueva disposición, en una realización, usa una lámina de metal de 2,54 centímetros con ranuras en ella para capturar la placa perforada de fondo. La misma pauta de ranuras se encuentra en la placa de fondo perforada. En este diseño los refuerzos intermedios tienen lengüetas en los bordes del fondo que sobresalen a través de las ranuras. Las lengüetas son soldadas a continuación a la lámina de 2,54 centímetros. No hay fusión de la lámina de 2,54 centímetros con la placa de fondo perforada. Además, se especifica una secuencia de soldadura para minimizar las tensiones de soldadura residuales.

Otro aspecto más de la descripción presente incluye redistribuir los orificios en la placa de fondo perforada para que estén separados de los contornos de la bandeja para reducir su influencia sobre las condiciones del contorno. Esto es especialmente cierto a lo largo de los refuerzos intermedios en donde los orificios están dispuestos para proporcionar un asiento para las ranuras de fijación de los refuerzos.

Otro aspecto todavía de la descripción presente incluye aumentar el espesor del material de la bandeja para reducir los esfuerzos de vibración que causan el agrietamiento. Este aumento de espesor, junto con la adición del refuerzo interno, aumenta también las frecuencias naturales de la bandeja. Está bien establecido que los desplazamientos y esfuerzos de una estructura vibrante disminuyen cuando la frecuencia aumenta. Reducir los esfuerzos de vibración es probablemente la manera más efectiva de reducir la fatiga.

Otro aspecto todavía más de la descripción presente incluye un cambio en el mecanismo para sujetar las bandejas mismas dentro de la torre de absorción de pulverización; según la invención presente, las bandejas son mantenidas ahora por material de placa que está fijado a la rejilla de soporte, pero no a las bandejas. Esta configuración ha sido instituida principalmente para hacer que el resto de las soldaduras de campo estuvieran fuera de la placa de fondo perforada.

Otro aspecto adicional todavía de la descripción presente incluye la aplicación de tres soldaduras de campo a los lados de cada bandeja para mantener las bandejas en su sitio una con respecto otra. Estas soldaduras de campo son mucho más fáciles de realizar que las soldaduras de campo de las bandejas originales. Además, de mantener las bandejas en su sitio, estas soldaduras están dispuestas estratégicamente para permitir que los refuerzos laterales adyacentes actúen conjuntamente como una sección compuesta, aumentando de esta manera su resistencia.

Otro aspecto de la descripción presente incluye el uso de un material de elastómero tal como material de neopreno en las fijaciones bandeja-rejilla. Este material de neopreno fue añadido para amortiguar la placa de fondo contra el borde afilado de la placa de sujeción. Una experimentación posterior indicó que el material de neopreno aumenta la amortiguación del sistema. Es un hecho científico que la introducción de amortiguación adicional en un sistema vibrante reduce las respuestas del sistema, reduciendo de esta manera los esfuerzos sobre la estructura. La inclusión de este material de neopreno tiene además el beneficio adicional de aislar la bandeja contra cualquier movimiento lateral o restricción impuesta por la rejilla de soporte. En una realización, se usa una "cubierta" extrudida de neopreno que dispone neopreno tanto en la parte superior como en la inferior de la bandeja. La experimentación indica que de esta manera se consigue la máxima amortiguación.

Todavía otro aspecto más de la descripción presente está destinado a una bandeja reforzada para una instalación de lavador de gases húmedo que emplea una o más configuraciones tales como nervaduras de refuerzo en el fondo de la bandeja. Las nervaduras pueden tener varios perfiles y extenderse en cualquier dirección de la bandeja para proporcionar la resistencia deseada. Alternativamente, o además de esta medida, las perforaciones de las bandejas pueden tener dispuesta una protuberancia pasante o con reborde alrededor de las perforaciones. Todavía más, en las bandejas se pueden disponer copas o relieves, o depresiones, únicos o múltiples para proporcionar una resistencia adicional.

Si se consigue la resistencia deseada por medio del uso de algunas o de todas estas configuraciones, en lugar de usar un material de mayor grosor en las bandejas, se pueden conseguir ahorros significativos en el costo del

material. El peso reducido de las bandejas hechas de materiales de peso más ligero facilita también el manejo físico de las bandejas individuales por parte del personal de fabricación en el taller y del personal de la instalación de campo.

- 5 Las varias configuraciones que caracterizan la invención están indicadas en las reivindicaciones que se adjuntan a y que forman parte de esta descripción. Para entender mejor la invención, sus ventajas operativas y los beneficios específicos conseguidos por sus usos, se hace referencia ahora a los dibujos y a la materia descriptiva adjuntos, en donde se ilustran realizaciones particulares de la invención.

#### **Descripción breve de los dibujos**

- 10 Para una mejor comprensión de la invención y para mostrar cómo ésta puede ser realizada se hace referencia a continuación a modo de ejemplo a los dibujos que se acompañan, en los que:

La Figura 1 es una vista en alzado en perspectiva, parcialmente en sección, de una torre de absorción de lavador de gases húmedo conocida;

La Figura 2 es una vista en alzado en perspectiva de la bandeja perforada usada en la torre de absorción de lavador de gases húmedo de la Figura 1;

- 15 La Figura 3 es una ilustración esquemática en perspectiva de una bandeja de lavador de gases húmedo fabricada en el taller, rediseñada, con refuerzos intermedios instalados en el taller;

La Figura 4 es una ilustración esquemática en perspectiva de una bandeja de lavador de gases húmedo perforada conocida con refuerzos intermedios instalados en el campo;

- 20 La Figura 4A es una ilustración esquemática en perspectiva de un refuerzo intermedio instalado en el campo del tipo mostrado en la Figura 4;

La Figura 5 es una vista en planta de una realización de una bandeja de lavador de gases húmedo fabricada en el taller con refuerzos intermedios instalados en el taller;

La Figura 6 es una vista en sección de la Figura 5 vista en la dirección de las flechas 6 – 6 de la Figura 5;

La Figura 7 es una vista en sección de la Figura 5 vista en la dirección de las flechas 7 – 7 de la Figura 5;

- 25 La Figura 8 es una vista en planta de la placa de fijación y de las cubiertas de neopreno de la Figura 5;

La Figura 9 es una vista en planta de otro ejemplo de una bandeja de lavador de gases húmedo fabricada en el taller con refuerzos intermedios instalados en el taller;

La Figura 10 es una vista en sección de la Figura 9 vista en la dirección de las flechas 10 – 10 de la Figura 9;

La Figura 11 es una vista en sección de la Figura 9 vista en la dirección de las flechas 11 – 11 de la Figura 9;

- 30 La Figura 12 es una ilustración de una configuración típica de las escuadras de la Figura 11 usadas para asegurar la placa de la bandeja de fondo de la Figura 11;

La Figura 13 es una vista de una ilustración esquemática en perspectiva de otro ejemplo de una bandeja de lavador de gases húmedo reforzada;

- 35 La Figura 15 es una vista de una ilustración esquemática en perspectiva de otro ejemplo de una bandeja de lavador de gases húmedo reforzada;

La Figura 16 es una vista en sección de la Figura 15 vista en la dirección de las flechas 16 – 16 de la Figura 15;

La Figura 17 es una vista de una ilustración esquemática en perspectiva de otro ejemplo de una bandeja de lavador de gases húmedo reforzada;

La Figura 18 es una vista en sección de la Figura 17 vista en la dirección de las flechas 18 – 18 de la Figura 17;

- 40 La Figura 19 es una vista en sección de la Figura 17 vista en la dirección de las flechas 19 – 19 de la Figura 17;

La Figura 20 es una vista en planta de otro ejemplo todavía de una bandeja de lavador de gases húmedo reforzada;

La Figura 21 es una vista en sección de la Figura 20 vista en la dirección de las flechas 21 – 21 de la Figura 20;

La Figura 22 es una vista en sección de la Figura 20 vista en la dirección de las flechas 22 – 22 de la Figura 20;

La Figura 23 es una vista en sección de la Figura 20 vista en la dirección de las flechas 23 – 23 de la Figura 20;

La Figura 24 es una vista en sección de la Figura 20 vista en la dirección de las flechas 24 – 24 de la Figura 20;

La Figura 25 es una vista de extremo de una porción de la Figura 20 vista en la dirección de las flechas 25 – 25 de la Figura 20:

La Figura 26 es una vista en planta de otro ejemplo todavía de una bandeja de lavador de gases húmedo reforzada;

5 La Figura 27 es una vista en sección de la Figura 26 vista en la dirección de las flechas 27 –27 de la Figura 26;

La Figura 28 es una vista en sección de la Figura 26 vista en la dirección de las flechas 28 –28 de la Figura 26;

La Figura 29 es una vista en sección de la Figura 26 vista en la dirección de las flechas 29 –29 de la Figura 26; y

La Figura 30 es una vista en sección en primer plano de la porción rodeada por un círculo de la Figura 28.

10 Aunque la invención es susceptible de varias modificaciones y formas alternativas, en los dibujos se muestran realizaciones específicas a modo de ejemplo y se describen en detalle en esta memoria. Será fácil de entender, sin embargo, que los dibujos y su detallada descripción no pretenden limitar la invención a la forma particular descrita, sino que por el contrario, la invención debe cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caigan dentro del espíritu y alcance de la invención presente según se define en las reivindicaciones adjuntas.

### Descripción detallada

15 La frecuencia circular natural de un componente de un solo grado de libertad puede ser representada en general por la relación:

$$\omega_n = \sqrt{k / m} \quad (1)$$

20 en donde:  $\omega_n$  = frecuencia circular

k = rigidez

m = masa

25 Si el agrietamiento de la bandeja observado ha sido inducido por vibración, la amplitud de las porciones que experimentan vibración es tal que los esfuerzos exceden el límite de resistencia, y los fallos son debidos a la fatiga. Una manera de reducir la amplitud de cualquier componente que experimenta la vibración a una frecuencia dada es aumentar la frecuencia natural del componente. Basándose en la relación anterior, aumentando la relación rigidez/masa del componente aumenta la frecuencia natural. De esta manera, si las fuerzas implicadas mantienen la misma frecuencia, el aumento de la rigidez de las bandejas reduce su tendencia a vibrar, reduciendo por tanto la amplitud de la vibración y los esfuerzos de flexión resultantes experimentados. La invención presente proporciona así varias maneras de aumentar la rigidez de la bandeja, de aumentar la frecuencia natural y de reducir los esfuerzos.

30 Haciendo referencia a los dibujos, en general se usan los mismos números de referencia para indicar los mismos o funcionalmente similares elementos en todos los diversos dibujos, y en la Figura 3 en particular, se muestra una ilustración esquemática en perspectiva de una bandeja de lavador de gases húmedo fabricada en el taller y rediseñada, generalmente designada con 50, con refuerzos intermedios instalados en el taller.

35 Según se muestra en la Figura 3, cada una de las nuevas bandejas fabricadas en el taller 50 tienen refuerzos laterales 52 de igual altura, en lugar de los refuerzos laterales de diferente altura de los diseños de bandejas existentes, refuerzos intermedios plurales 54 (dos en esta realización; aunque se pueden emplear tres o más) y una placa perforada de porción inferior o de fondo 56 (la mayoría de las perforaciones 36 han sido omitidas para mayor claridad). La placa perforada 56 tiene dispuestas, aberturas o perforaciones 36 relativamente grandes, sustancialmente simétricas, separadas, para formar una zona abierta a través de ella; esta zona abierta puede tener dispuesta una pluralidad de orificios o perforaciones 36 que pueden tener un diámetro de 3,50 centímetros. Las perforaciones 36 pueden estar dispuestas con una pauta escalonada o de línea recta. Según un conjunto de ejemplos, las perforaciones 36 están también redistribuidas o “apartadas” de los bordes de la placa perforada 56 para que estén alejadas de los contornos de la bandeja para reducir su influencia en las condiciones del contorno y para reducir por tanto la tendencia a que se inicien grietas. Véase la Figura 5. Los refuerzos intermedios 54 pueden tener forma de L con un ala corta S y un ala larga L; esta sección transversal proporciona rigidez tanto a los refuerzos 54 como a la bandeja 50 a la que están fijados. El ala larga del refuerzo 54 es situada contra el fondo de la bandeja 56 en el momento de la instalación. No hay soldaduras de los refuerzos intermedios 54 al fondo de la bandeja 56. Los refuerzos intermedios 54 pueden tener la misma altura que los refuerzos laterales 52, o pueden

tener diferente(s) altura(s) si así se desea. Los refuerzos intermedios 54 dividen la bandeja 50 en compartimentos, y los dos refuerzos intermedios 54 estabilizan cada uno de los refuerzos laterales 52 en dos puntos.

Las bandejas 50 se apoyan sobre miembros de soporte estructurales adecuados 70 que establecen y mantienen las bandejas 50 en una posición sustancialmente horizontal. Los miembros de soporte 70 están fijados a las paredes del absorbedor de la torre de pulverización 14 y las bandejas 50 se extienden transversalmente a través del absorbedor de la torre de pulverización 14 como elementos pequeños o grandes formando una barrera perforada al flujo del gas hacia arriba y al flujo del líquido hacia abajo a través del absorbedor de la torre de pulverización 14. En cada extremo de la bandeja 50, en contraste con la técnica anterior de soldar la bandeja a los soportes en el campo, una placa de fijación 58 y un amortiguador de elastómero 60 hecho de un material tal como caucho o, en los ejemplos presentes, neopreno, son usados para fijar los extremos adyacentes de dos bandejas contiguas 50 por medio de pasadores 62. En algunos ejemplos, los pasadores 62 comprenden un perno soldado a los miembros de soporte y un conjunto asociado de arandela y tuerca. Según se describe a continuación, se pueden disponer aberturas en la placa de fijación 58 y se pueden disponer hendiduras en el amortiguador de elastómero 60 para aceptar los pasadores. El amortiguador de elastómero 60 puede tener diferentes configuraciones; puede comprender un amortiguador único que extiende los extremos adyacentes de dos bandejas contiguas 50, o éste puede comprender dos amortiguadores con forma de U o cubiertas que se extienden alrededor de los extremos adyacentes de dos bandejas contiguas 50. Hay dispuestas soldaduras de ranura de bandeja a bandeja 59, en número de tres en el ejemplo presente, entre y en un borde superior de los refuerzos laterales adyacentes 52 de bandejas adyacentes 50, y sirven para reforzar ambas bandejas adyacentes 50.

Los refuerzos intermedios 54 pueden ser aplicados a las bandejas 50 en el taller, o pueden ser instalados en el campo. En el caso de "mejoras" de campo, no se pueden emplear ciertas configuraciones de las bandejas fabricadas en taller 50 descritas en esta memoria y su método de instalación. Por ejemplo, ya que en un lavador de gases húmedo existente las bandejas pueden estar soldadas a los soportes, no pueden emplearse la placa de fijación 58 y el amortiguador de elastómero 60 para fijar extremos adyacentes de dos bandejas contiguas 50 por medio de pasadores 62. En este caso, el refuerzo adicional sería proporcionado principalmente por medio de la aplicación de los refuerzos intermedios. Se requieren por tanto unas pequeñas diferencias en la configuración de refuerzos intermedios instalados en el campo 54 en lugar de la configuración de refuerzos intermedios instalados en el taller 54 usados en la construcción de las bandejas fabricadas en el taller 50, según se describe en los párrafos siguientes.

Según se ilustra en las Figuras 5 – 7, en el caso de refuerzos intermedios instalados en el taller 54, los refuerzos intermedios 54 cubren la distancia entre los refuerzos laterales 52 a través de la placa de fondo 56 de la bandeja 50. Los extremos de los refuerzos intermedios 54 son soldados en el taller en el punto 68 a los refuerzos laterales 52. El borde del fondo de cada uno de los refuerzos intermedios 54 tiene dispuesta una pluralidad de pestañas o lengüetas rectas 64 que están separadas para corresponderse con las ranuras 65 en el fondo 56 de la bandeja 50. Las lengüetas 64 se extienden a través de las ranuras 65 y pasan a través de las ranuras correspondientes de una lámina 66 dispuesta por debajo del fondo 56 de la bandeja 50. En una realización, la lámina 66 es una lámina de 2,54 centímetros de ancho de metal también con las ranuras 65 situadas en ella; las lengüetas 64 de los refuerzos intermedios 54 sobresalen a través de las ranuras 65 por el fondo 56 de la bandeja 50 y entran en las ranuras 65 correspondientes de la lámina 66. Las lengüetas 64 son soldadas a continuación a la lámina 66. No hay fusión de la lámina 66 con la placa de fondo perforada 56.

Según se ilustra en las Figuras 4 y la 4A, en el caso de refuerzos intermedios instalados en el campo 54, los refuerzos intermedios 54 cubren también la distancia entre los refuerzos laterales 52 a través de la placa de fondo 56 de la bandeja 50. Sin embargo, no se puede usar la solución de soldar pestañas o lengüetas rectas 64 a una lámina 66 dispuesta por debajo de la bandeja 50 porque no hay acceso para soldar por el lado inferior de la bandeja 50. En este caso se disponen pestañas dobladas 67 más largas a lo largo del borde de ala largo de fondo de cada uno de los refuerzos intermedios instalados en el campo 54. Las pestañas 67 pueden estar dobladas en un ángulo mayor de aproximadamente 90 grados con respecto al plano del lado largo L de los refuerzos intermedios 54. La separación de las pestañas dobladas 67 a lo largo del borde de fondo se corresponde con la separación de las perforaciones 36 de la placa de fondo 56, y el tamaño de cada una de las pestañas dobladas 67 es tal que pueden ser recibidas fácilmente por las perforaciones 36 durante la instalación y hacer contacto con los ligamentos adyacentes para soportar la bandeja 50. La instalación de campo de cualquiera de los refuerzos intermedios 54 es realizada disponiendo un refuerzo intermedio 54 por encima del fondo 56 de la bandeja 50 con las pestañas dobladas 67 alineadas con una perforación correspondiente 36. El refuerzo 54 es inclinado a continuación hacia el fondo 56 de la bandeja 50 y las pestañas dobladas 67 son aplicadas a sus perforaciones 36 correspondientes. El refuerzo 54 es inclinado a continuación de vuelta a la vertical para aplicar las pestañas dobladas 67 a través de las perforaciones 36, enganchándolas por debajo del fondo 56 de la bandeja 50, aumentando por tanto la rigidez de la bandeja 50. Las pestañas dobladas 67 a través de las perforaciones existentes 36 impiden la deflexión hacia abajo del fondo 56 de la bandeja 50, mientras que el borde del fondo plano de los refuerzos intermedios impide la deflexión hacia arriba del fondo 56 de la bandeja 50.

A continuación se hacen soldaduras de campo entre los extremos de los refuerzos intermedios 54 con el interior de los refuerzos laterales 52 y el borde lateral existente 55; no se hacen otras soldaduras de fusión entre los refuerzos 54 y la bandeja 50. Alternativamente, se puede prescindir de estas soldaduras de campo si se emplea una

configuración estampada en los refuerzos laterales 52, tal como una espiga de resorte formada en los refuerzos laterales 52. Durante la instalación, cuando los refuerzos intermedios 54 son inclinados de vuelta a la vertical para aplicar las pestañas dobladas 67 a través de las perforaciones 36, los extremos de los refuerzos intermedios 54 pueden ser llevados entonces más allá de la espiga del resorte que seguidamente se recupera volviendo a su posición y mantiene a los refuerzos intermedios 54 en su sitio. Los refuerzos intermedios instalados en el campo 54 ayudan a estabilizar los refuerzos laterales 52 contra el alabeo debido a la turbulencia y a las sacudidas. Además, la instalación de estos refuerzos instalados en el campo 54 puede hacerse en un tiempo relativamente corto de tal manera que un operario no tiene que cortar el suministro de corriente mucho tiempo para arreglar las bandejas 50.

Haciendo un breve inciso, la mayoría de las bandejas 50 dispuestas en las torres de absorción del lavador de gases húmedo 14 son de forma rectangular con un refuerzo central situado entre los lados largos. Será evidente por tanto para los expertos en la materia que aunque se ha usado frecuentemente la expresión intermedia en la descripción presente para indicar que los refuerzos añadidos de los ejemplos presentes están típicamente dispuestos entre un refuerzo central existente y un extremo de la bandeja 50, es posible disponer cualquiera de los refuerzos adicionales en cualquier lugar a lo largo de la bandeja 50, incluso en o cerca de un lugar central. Véase la Figura 4. En algunas instalaciones, no hay dispuesto un refuerzo en el centro de una bandeja 50, y por el contrario está situado en otro lugar. Por otra parte, aunque se puedan preferir lugares simétricos para dichos refuerzos de la bandeja 50 según un punto de vista de fabricación, puede emplearse una separación no simétrica de refuerzos a lo largo de la bandeja lo que proporciona compartimentos de varios tamaños para reducir adicionalmente la posibilidad de que los refuerzos sean dispuestos en lugares con un nodo vibratorio a lo largo de la bandeja que puede ocasionar un comportamiento a la vibración indeseable.

Haciendo de nuevo referencia a la Figura 7, la Figura 7 ilustra el uso de la placa de fijación 58 y del amortiguador o cubierta de elastómero 60 y de los pasadores 62 para asegurar los bordes adyacentes de las bandejas 50 a una viga o miembro de soporte 70. En este caso, el amortiguador de elastómero 60 tiene una forma en U extrudida, y puede tener 0,48 centímetros de grosor, con una dureza de 50 medida con un durómetro Shore Tipo A. La dureza puede variar entre aproximadamente 40 – 60 medida con un durómetro Shore Tipo A, dependiendo del amortiguamiento y de la precarga deseados, así como de las consideraciones económicas. Se usa el adhesivo Armaflex® 520 (disponible comercialmente en Armaflex LLC of Mebane, NC) o equivalente para asegurar la cubierta de elastómero 60 a los bordes de la bandeja 50 antes del envío de la bandeja. La Figura 8 ilustra la placa de fijación ensamblada 58 y una cubierta de neopreno 60; hay dispuestas muescas y/o aberturas en ambas partes para permitir que los pasadores 62 se extiendan a través de ellas para el ensamblaje y hay una muesca precortada en la cubierta 60 para permitir el drenaje.

Las Figuras 9, 10, 11 y 12 ilustran otra realización de cómo los extremos de bandejas adyacentes 50 pueden ser fijados en lugares en los que los soportes de la bandeja 50 tienen una configuración diferente. En esta realización, la viga de soporte 72 tiene una forma de T invertida que comprende una placa vertical 74 soldada a una placa horizontal 76. La viga de soporte 72 se soporta a sí misma mediante un miembro de armadura que se extiende a través de un diámetro o cuerda del lavador de gases húmedo 10. Los extremos de bandejas adyacentes 50 están situados sobre la placa horizontal 76. Los extremos de las bandejas adyacentes 50 tienen de nuevo dispuesta una cubierta de neopreno 60, pegada como antes. Escuadras 78 de una longitud deseada, y que pueden ser rectas o curvadas (si son adyacentes a la cubierta exterior curvada del lavador de gases húmedo 10), son usadas entonces para retener en su sitio a los extremos de las bandejas 50. La Figura 12 ilustra una configuración típica de las escuadras 78 y la disposición de las soldaduras de campo 82 usadas para asegurar las escuadras 78 a la viga de soporte 72, incluyendo instalaciones adyacentes a la curvatura exterior del alojamiento del absorbedor de la torre de pulverización 10.

Las Figuras 13 – 19 ilustran otras maneras de aumentar la frecuencia natural de la bandeja proporcionando una relación rigidez/masa aumentada. Algunos de estos aspectos pueden ser usados para influir en la actuación del lavador de gases. La relación rigidez/masa aumentada de la bandeja 50 incluye formar configuraciones específicas en las bandejas 50. En algunas de estas Figuras se han omitido las perforaciones 36 para mayor claridad; de manera similar, sólo se muestra un refuerzo intermedio 54 para mayor claridad. Estas configuraciones incluyen proporcionar una o más nervaduras de refuerzo 90 en el fondo 56 de la bandeja 50; estas nervaduras pueden ser estampadas, de cordón por rodillo o con dobleces en la superficie del fondo 56 de la bandeja 50. Las nervaduras pueden extenderse en cualquier dirección sobre la bandeja 50 para proporcionar la rigidez deseada, y pueden tener una altura desde  $\frac{1}{2}$  hasta dos veces el espesor de la placa de fondo 56. Además, pueden usarse varios perfiles para las nervaduras 90, tales como perfiles triangulares o semicirculares. Alternativa, o adicionalmente a éstos, puede añadirse una protuberancia pasante o con reborde alrededor de las perforaciones 36 en la bandeja 50.

Las Figuras 20 – 30 ilustran otras maneras adicionales de aumentar la frecuencia natural de la bandeja proporcionando una relación rigidez/masa aumentada. Algunos de estos aspectos pueden ser usados para influir en la actuación del lavador de gases. La relación rigidez/masa aumentada de la bandeja 50 incluye formar configuraciones específicas en las bandejas 50. Estas configuraciones incluyen proporcionar una o más copas o relieves grandes 100 en el fondo 56 de la bandeja 50; estas copas 100 pueden estar estampadas o dobladas en la superficie del fondo 56 de la bandeja 50. En una realización, cada una de las copas 100 puede tener un diámetro de aproximadamente 38 centímetros. En las Figuras 20 – 25, las copas 100 pueden estar dispuestas en cada uno de los compartimentos creados en la bandeja 50 por los refuerzos intermedios 54, aproximadamente en las porciones



centrales de éstos. Aunque las copas 100 pueden estar dispuestas como configuraciones que se extienden por encima de la superficie del fondo 56 de la bandeja 50, es posible también disponerlas como configuraciones que se extienden por debajo de la superficie de fondo 56 de la bandeja 50, en cuyo caso estas configuraciones pueden ser denominadas también depresiones grandes 100. Alternativamente, en las Figuras 26 – 30, una pluralidad de copas o relieves menores 110 puede estar dispuesta en el fondo 56 de la bandeja 50. Una pluralidad de estas copas o relieves menores 110 puede estar dispuesta en cada uno de los compartimentos creados en la bandeja 50 por los refuerzos intermedios 54, separados según se desee en cada compartimento. En una realización, cada una de las copas 110 puede tener un diámetro de aproximadamente 7,62 centímetros. También es posible disponer estas copas o relieves pequeños como configuraciones que se extienden por debajo de la superficie de fondo 56 de la bandeja 50, en cuyo caso estas configuraciones pueden ser denominadas también depresiones pequeñas 110. La rigidez adicional proporcionada por estas configuraciones de copas puede permitir una reducción del espesor desde una medida 11 hasta una medida 14, dando lugar a unos ahorros en material de aproximadamente el 37%.

De esta manera, según una configuración, se ha descrito una bandeja de lavador de gases húmedo a la que se puede proporcionar una resistencia aumentada al agrietamiento inducido por vibración. La bandeja es autosuficiente para eliminar residuos de materia prima, y los refuerzos internos adicionales añadidos a la bandeja forman múltiples refuerzos intermedios. Se cambia la conexión de los refuerzos intermedios a la placa de fondo perforada para eliminar las soldaduras de taller de la placa de fondo. Los orificios en la placa de fondo perforada son redistribuidos para que estén alejados de los contornos de la bandeja para reducir su influencia sobre las condiciones del contorno. Se puede aumentar el espesor del material de la bandeja para reducir los esfuerzos por vibración. Se cambia el mecanismo para que la bandejas se sostengan por sí mismas dentro de la torre de absorción de pulverización para que las bandejas estén fijadas ahora por el material de placa que está fijado a la rejilla de soporte, pero no a las bandejas. Se aplican tres soldaduras de campo a los lados de cada bandeja para mantener las bandejas en su sitio una con relación a otra y están estratégicamente situadas para permitir que refuerzos laterales adyacentes actúen conjuntamente como una sección compuesta, aumentando de esta manera su resistencia. Se usa material de elastómero tal como neopreno en las fijaciones de la bandeja a la rejilla para aumentar la amortiguación del sistema. Las configuraciones formadas en las bandejas tales como nervaduras, salientes, copas o depresiones sencillos o múltiples pueden disponerse también para aumentar la rigidez de la bandeja o influir en la actuación del lavador de gases húmedo.

Aunque los principios de la invención presente pueden ser particularmente aplicables a instalaciones de lavadores de gases húmedos, debe entenderse que la invención presente puede ser aplicada a una construcción que incluya la sustitución, reparación o modificación de lavadores de gases húmedos existentes. En algunas realizaciones de la invención, ciertas configuraciones de la invención pueden algunas veces ser usadas ventajosamente sin un uso correspondiente de otras configuraciones. Por consiguiente, aunque se han mostrado y descrito en detalle realizaciones específicas de la invención presente para ilustrar la aplicación y principios de la invención, debe entenderse que no se pretende que la invención presente esté limitada a ellas y que la invención puede ser realizada de otra manera sin apartarse de dichos principios. Todos estos cambios y realizaciones caen apropiadamente dentro del alcance de las reivindicaciones siguientes.

## REIVINDICACIONES

1. Una bandeja de lavador de gases húmedo (50) comprendiendo una bandeja de placa (56) y un refuerzo intermedio (54) para aumentar la frecuencia natural de la bandeja de placa, comprendiendo el refuerzo intermedio una porción con forma de L;
- 5 **caracterizada** por que:
- la bandeja de placa (56) es una bandeja de placa perforada; y
- el refuerzo intermedio (54) comprende además una pluralidad de pestañas rectas separadas (64) a lo largo de un borde de un ala larga (L) de la porción con forma de L, siendo recibidas las pestañas rectas a través de ranuras separadas correspondientes (65) de la bandeja de placa perforada (56) estando los extremos de las pestañas rectas (64) asegurados a una lámina (66) dispuesta por debajo de la bandeja de placa perforada, de tal manera que el refuerzo intermedio (54) está asegurado a la bandeja de placa perforada (56).
- 10
2. Una bandeja de lavador de gases húmedo (50) comprendiendo una bandeja de placa (56) y un refuerzo intermedio (54) para aumentar la frecuencia natural de la bandeja de placa, comprendiendo el refuerzo intermedio una porción con forma de L;
- 15 **caracterizada** por que:
- la bandeja de placa (56) es una bandeja de placa perforada; y
- el refuerzo intermedio (54) comprende además una pluralidad de pestañas dobladas (67) a lo largo de un borde de un ala larga (L) de la porción con forma de L, siendo recibidas las pestañas dobladas a través de perforaciones separadas correspondientes (36) de la bandeja de placa perforada (56) estando aplicadas las pestañas dobladas (67) a la bandeja de placa perforada (56) a través de las perforaciones (36), de tal manera que el refuerzo intermedio (54) está asegurado a la bandeja de placa perforada (56).
- 20
3. Una bandeja de lavador de gases húmedo (50) para un dispositivo de contacto líquido-gas a contracorriente teniendo paredes que definen un alojamiento vertical con una entrada de gas y teniendo medios para pasar gas hacia arriba a través de ella, en donde:
- 25 la bandeja de lavador de gases húmedo (50) ha sido realizada según la reivindicación 1 ó la 2;
- una placa perforada (56) tiene dispuestas aberturas relativamente grandes separadas, sustancialmente simétricas (36) para formar una zona abierta a través de ellas;
- refuerzos laterales de igual altura (52) se extienden desde los primeros bordes en oposición de la placa perforada (56) y están orientados sustancialmente perpendiculares con respecto a ella;
- 30 el refuerzo intermedio (54) está dispuesto entre los refuerzos laterales (52) y está conectado a ellos y a la placa (56); y
- hay dispuestas configuraciones (90, 100, 110) en la placa perforada (56), sirviendo los refuerzos (52, 54) y las configuraciones (90, 100, 110) para aumentar la relación rigidez/masa de la bandeja (50) que aumenta la frecuencia natural de la bandeja para reducir la susceptibilidad de la bandeja al agrietamiento inducido por la vibración.
- 35
4. La bandeja de lavador de gases húmedo (50) según la reivindicación 3, en donde las configuraciones comprenden al menos una o más nervaduras (90) en la placa perforada (56).
5. La bandeja de lavador de gases húmedo (50) según la reivindicación 3 ó la 4, en donde las configuraciones comprenden salientes alrededor de las perforaciones de la placa perforada (56).
- 40
6. La bandeja de lavador de gases húmedo (50) según la reivindicación 3, 4 ó la 5, en donde las configuraciones comprenden al menos una o más copas (100, 110) o depresiones de la placa perforada (56).
7. Un dispositivo de contacto líquido-gas a contracorriente comprendiendo paredes que definen un alojamiento vertical con una entrada para gas y que tiene medios para pasar gas hacia arriba a través de él y una o más elevaciones de bandejas dispuestas horizontalmente (50), en donde:
- las bandejas (50) han sido realizadas según cualquiera de las reivindicaciones 3 a la 6;
- 45 las placas perforadas (56) se extienden a través del alojamiento;
- cada una de la una o más placas perforadas (56) está perforada con aberturas relativamente grandes separadas, sustancialmente simétricas (36) para formar una zona abierta a través de cada una de la una o más placas; y

los extremos adyacentes de las placas perforadas (56) están asegurados a miembros de soporte (70) que se extienden a través del alojamiento vertical mediante una placa de fijación (58) y a material de elastómero interpuesto (60) que se extiende entre ellos.

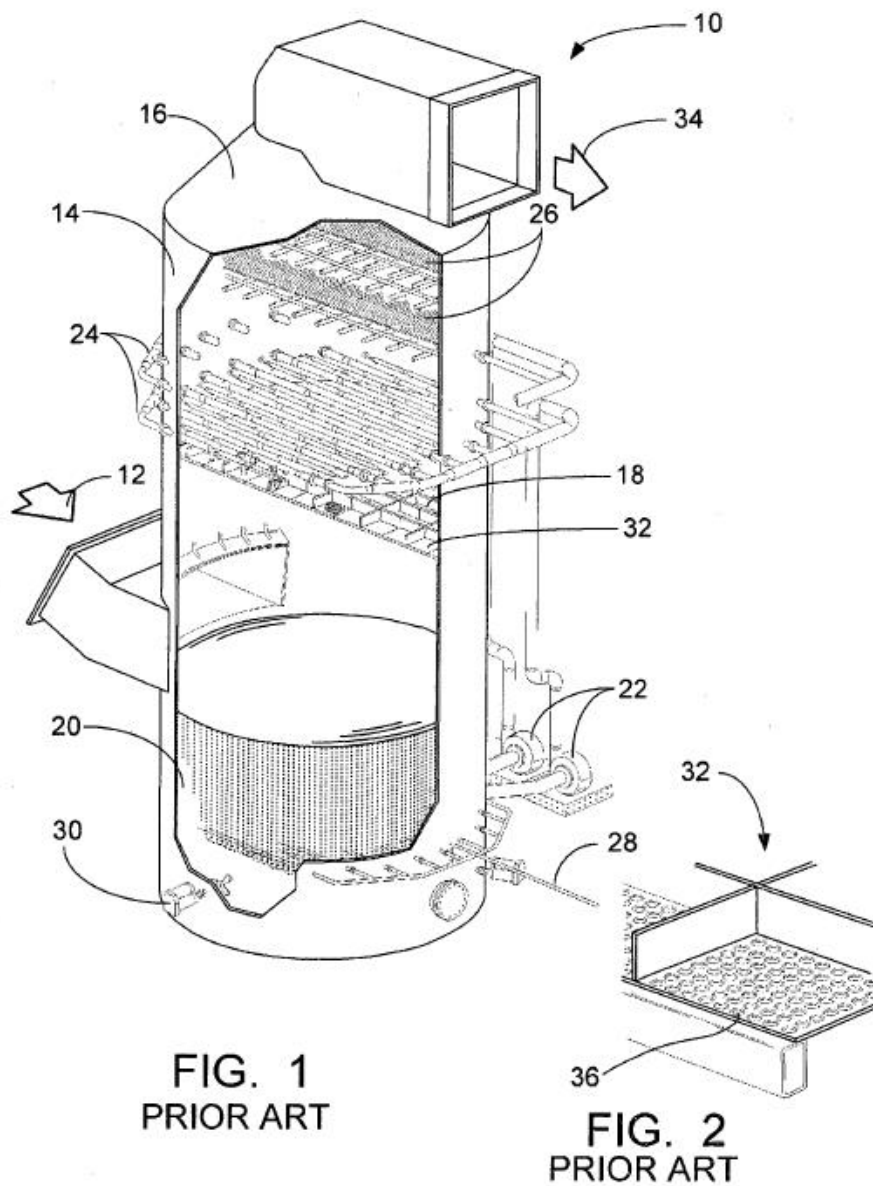
5 8. El dispositivo según la reivindicación 7, en donde cada una de las bandejas (50) tiene dispuesta una pluralidad de los refuerzos intermedios (54) conectados entre los refuerzos laterales (52), y en donde los refuerzos laterales (52) de una bandeja están soldados (59) en un borde superior a los refuerzos laterales (52) de bandejas adyacentes.

9. El dispositivo según la reivindicación 7, comprendiendo además pasadores (62) para asegurar la placa de fijación (58) y material de elastómero interpuesto (60) a los miembros de soporte (70).

10 10. El dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 7 a la 9, comprendiendo además escuadras (78) para asegurar la placa de fijación y material de elastómero interpuesto (60) a los miembros de soporte (72).

11. El dispositivo según cualquiera de las reivindicaciones 7 a la 10, en donde el material de elastómero interpuesto (60) comprende neopreno.

1/18



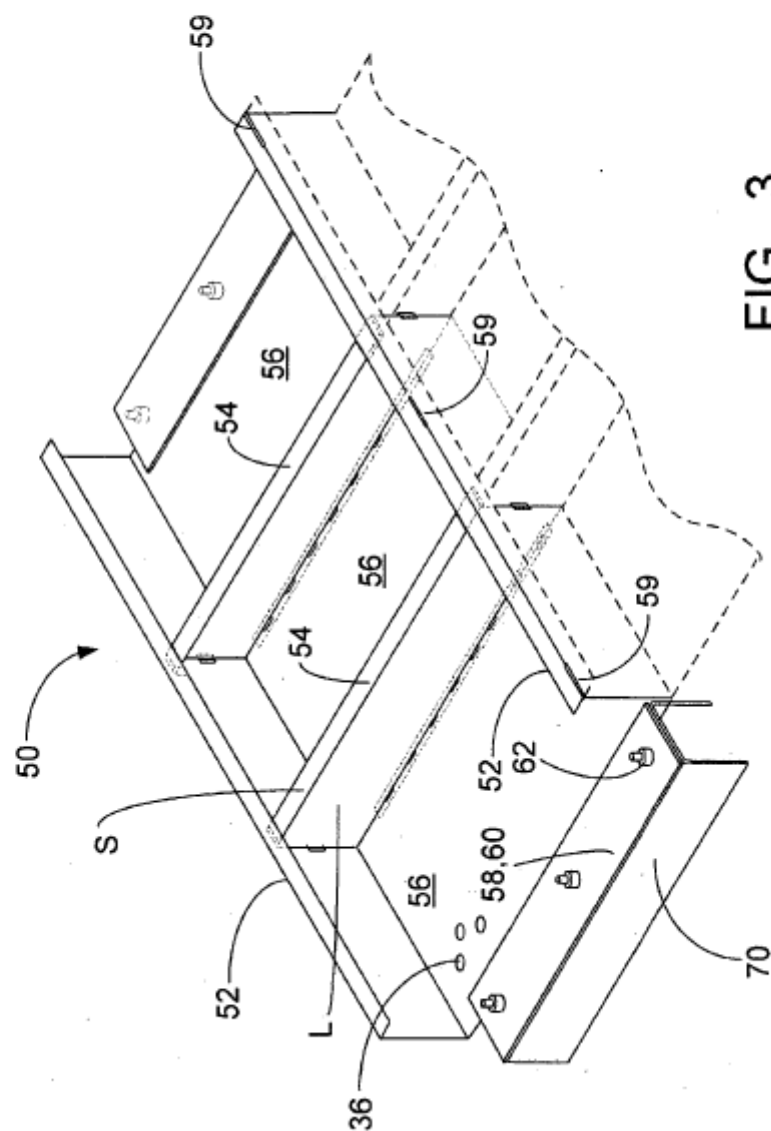


FIG. 3

3/18

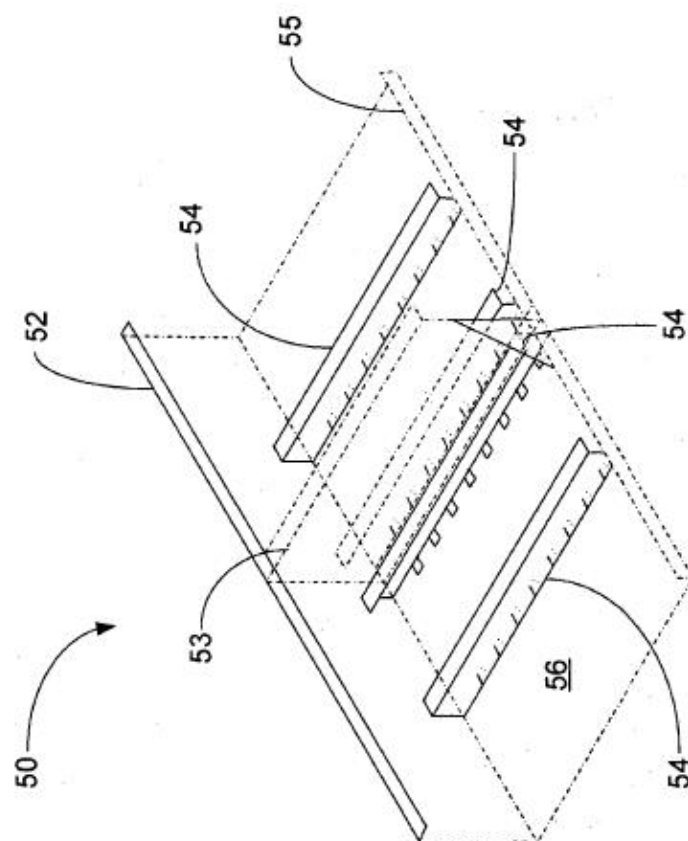
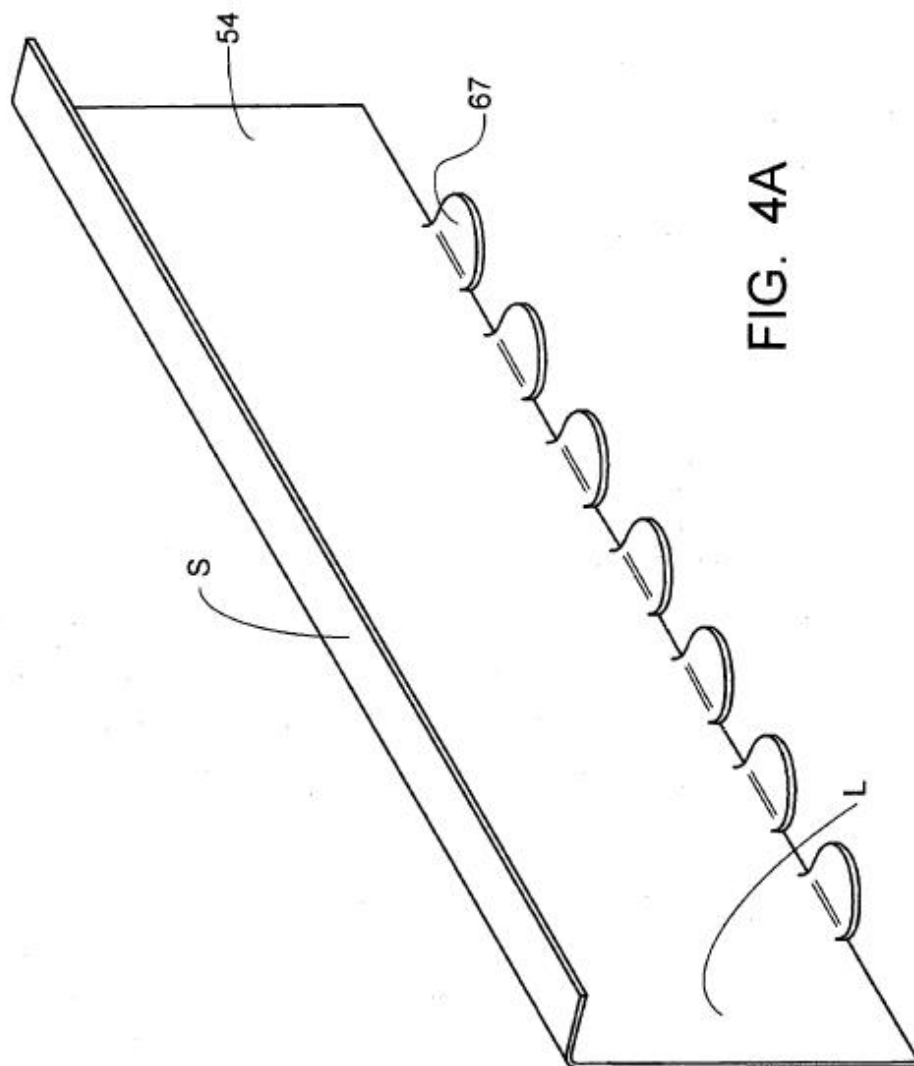


FIG. 4

4/18



5/18

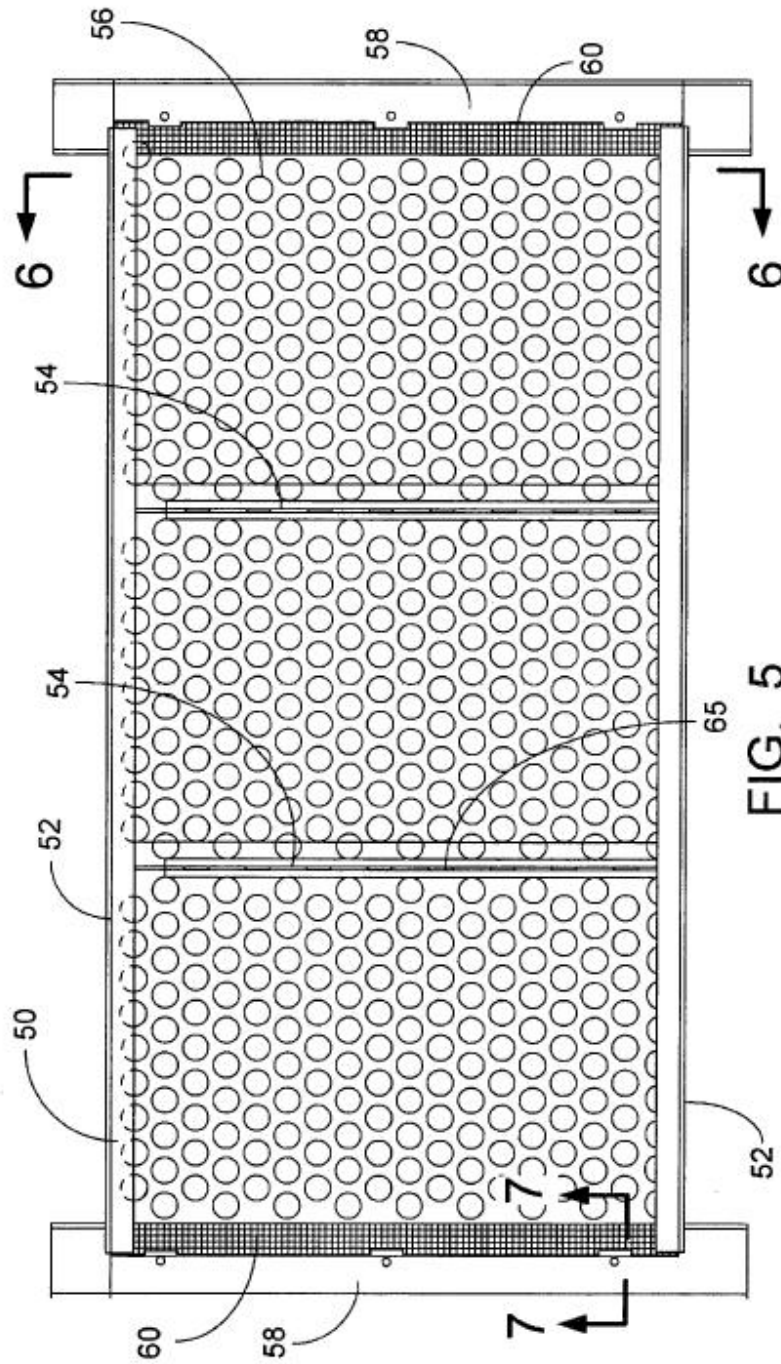


FIG. 5

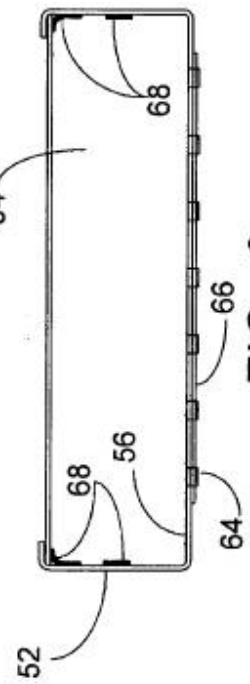


FIG. 6



6/18

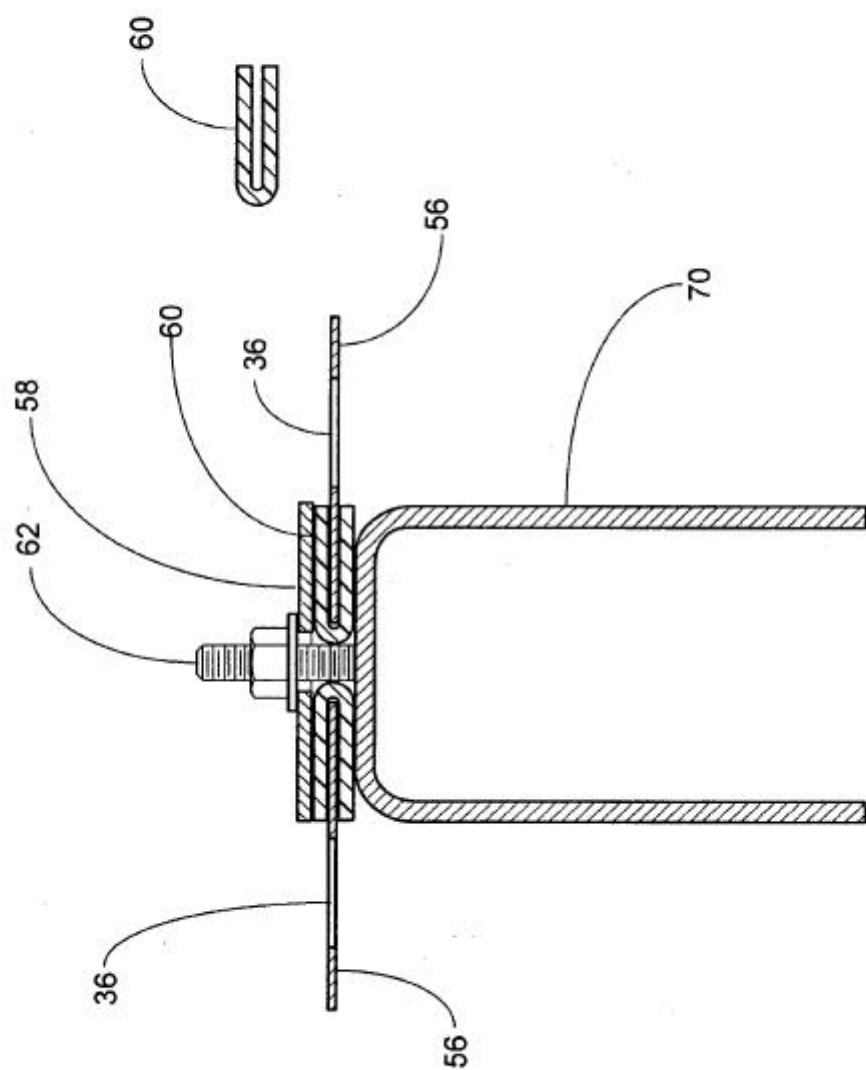


FIG. 7

7/18

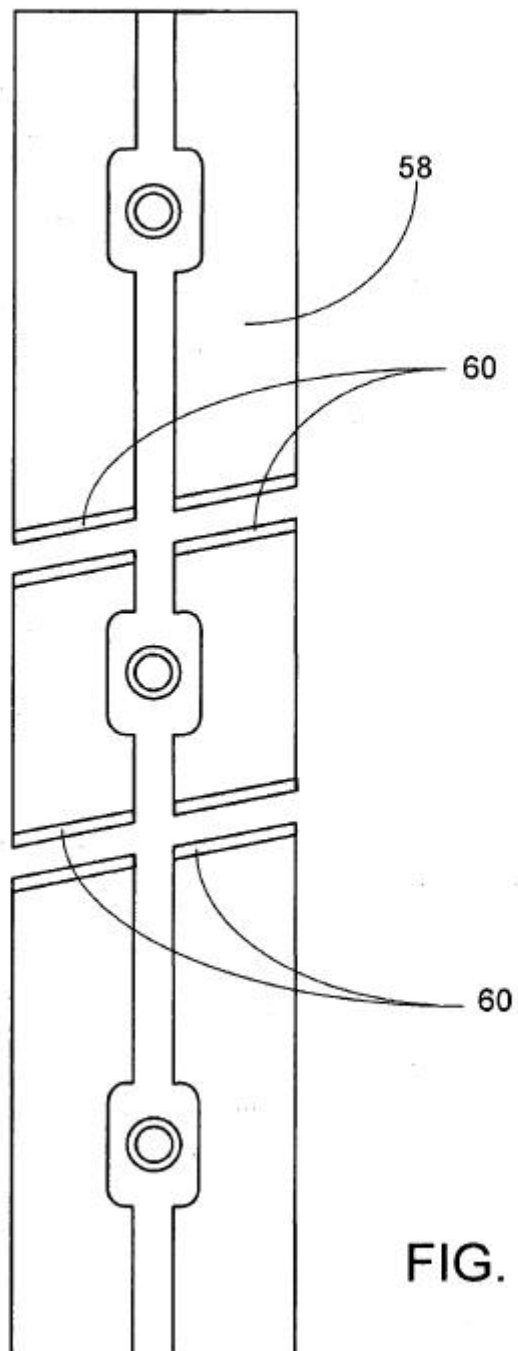


FIG. 8

8/18

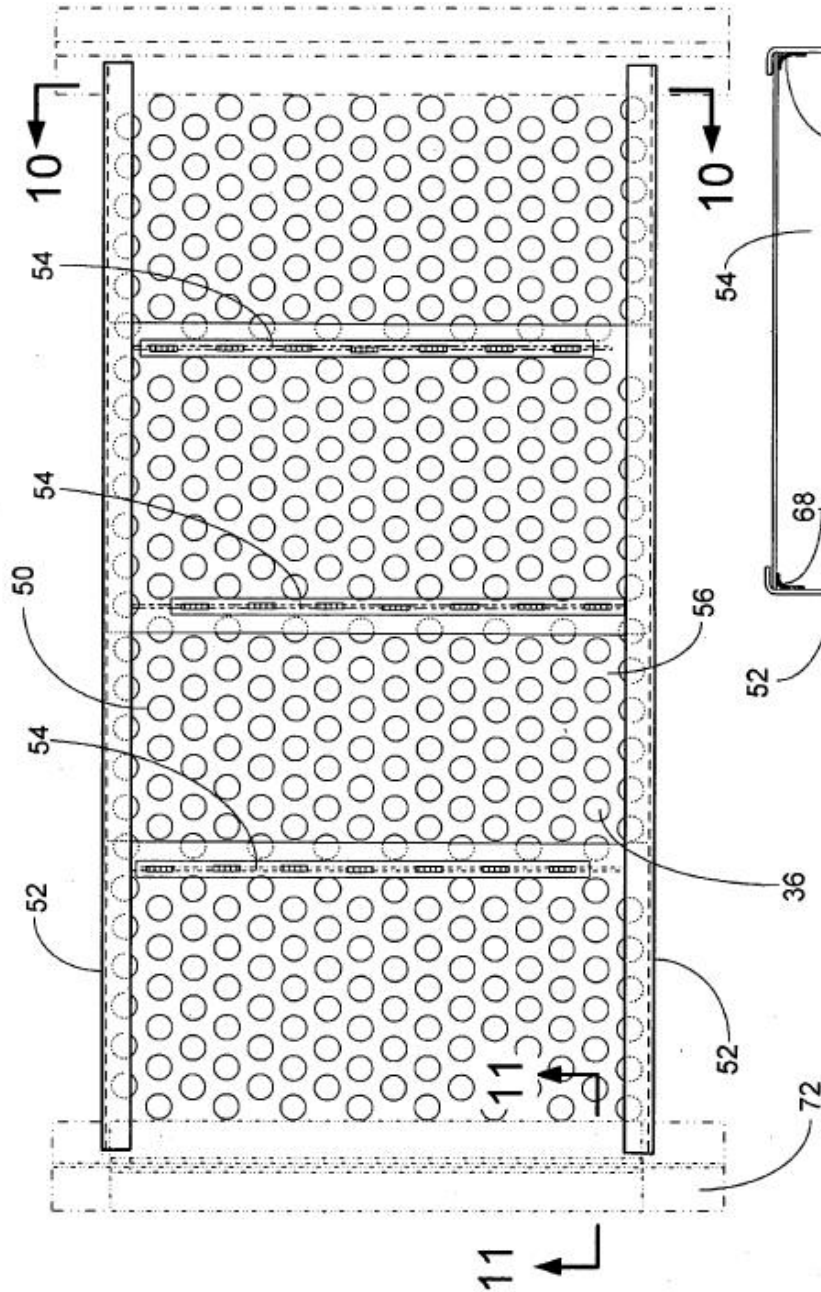


FIG. 9

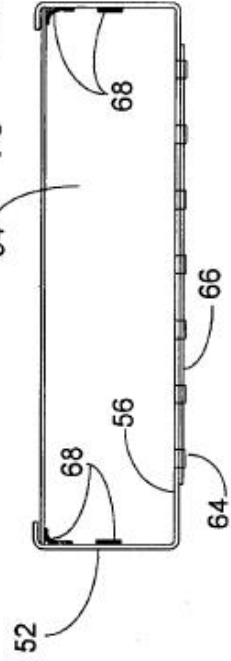


FIG. 10

9/18

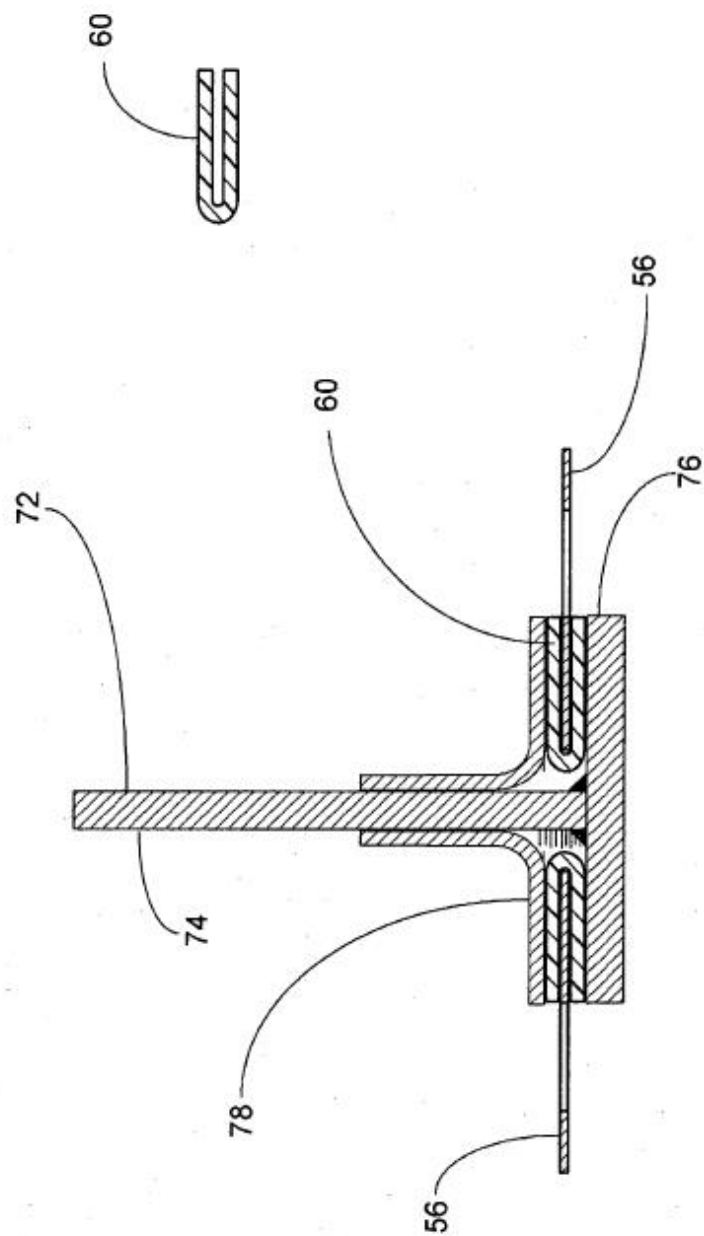


FIG. 11

10/18

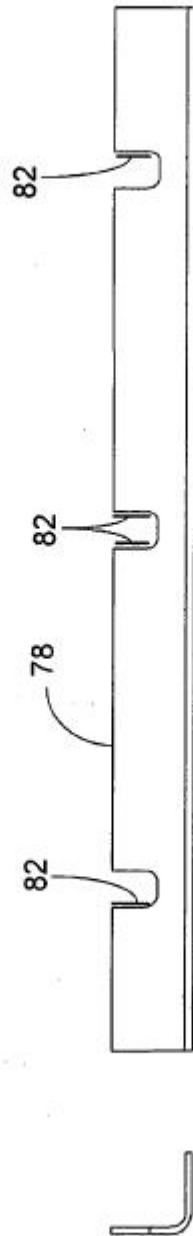


FIG. 12

11/18

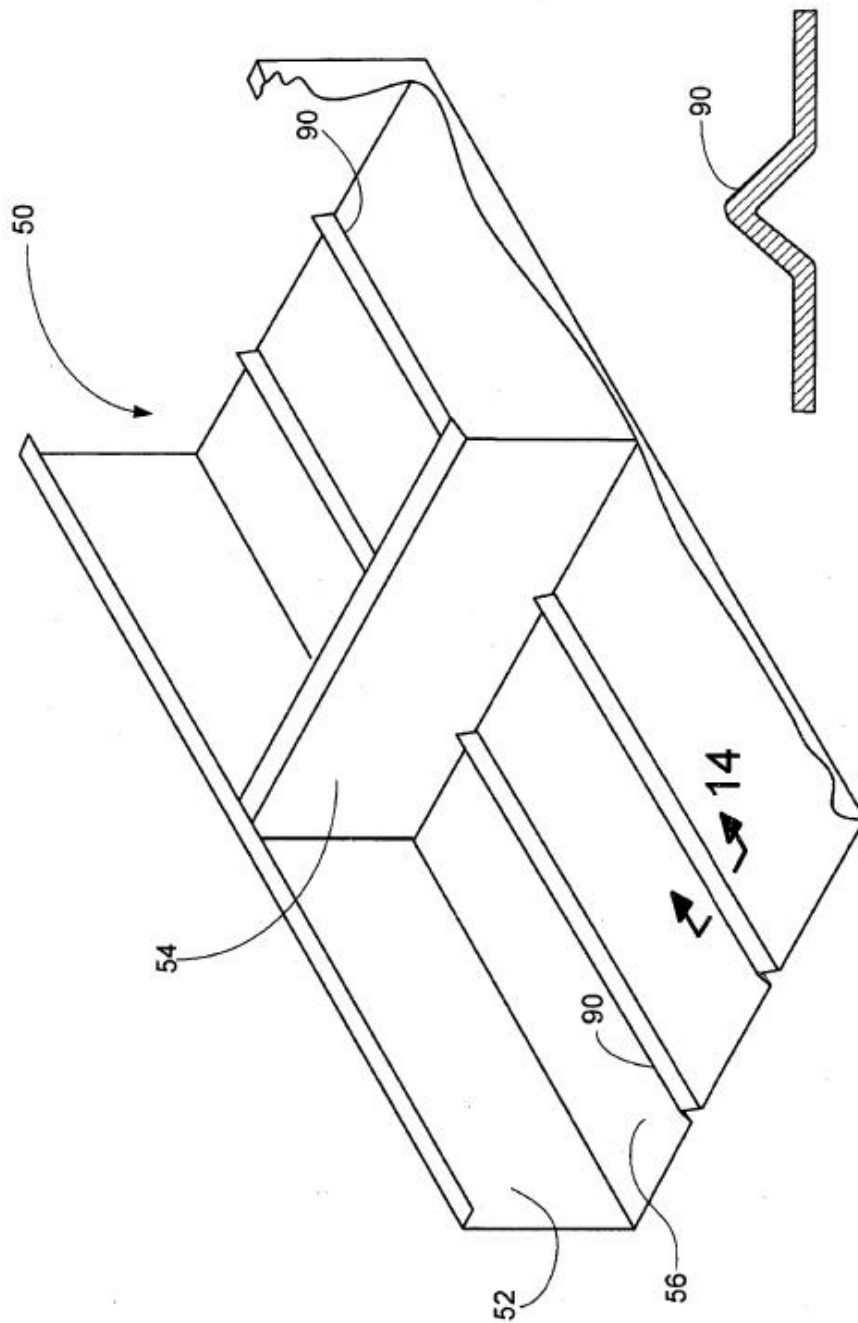


FIG. 13

FIG. 14

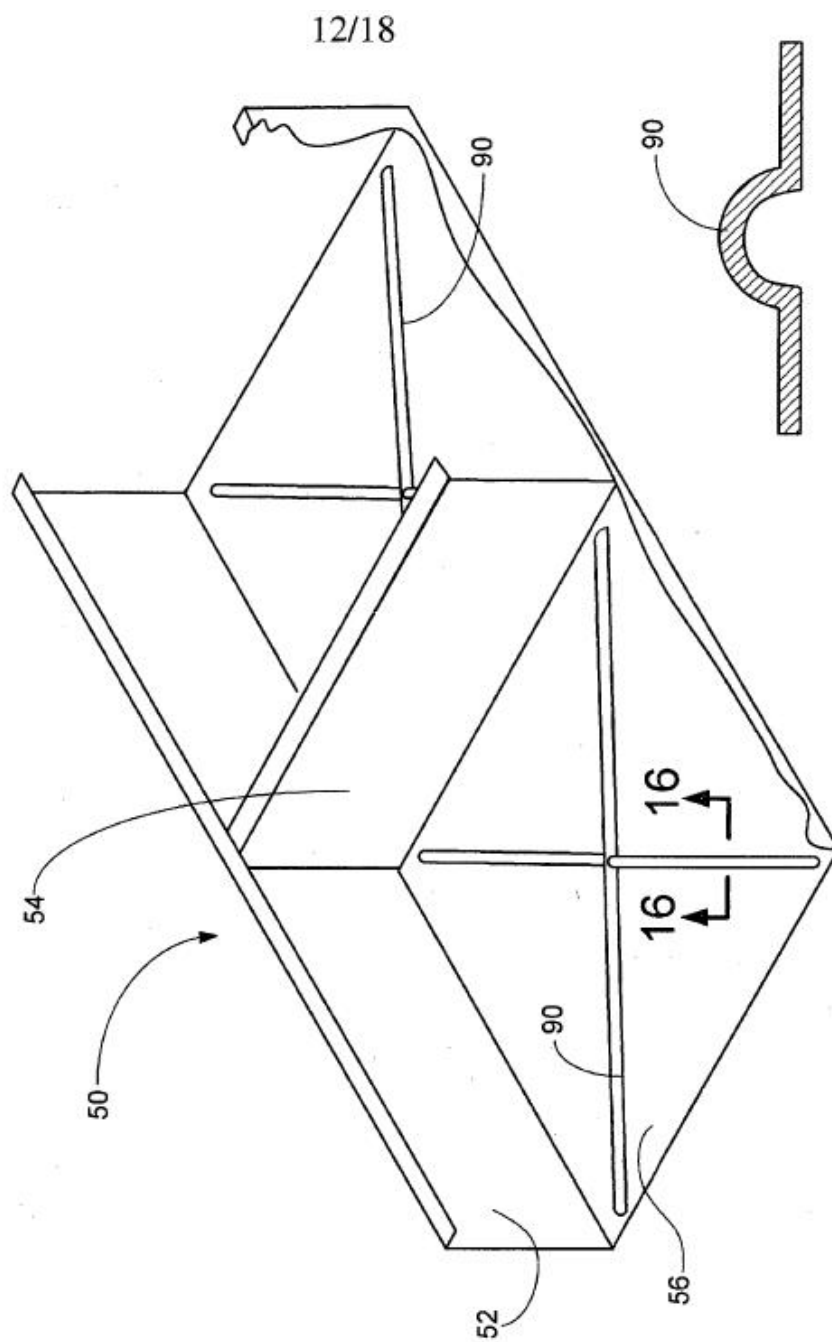
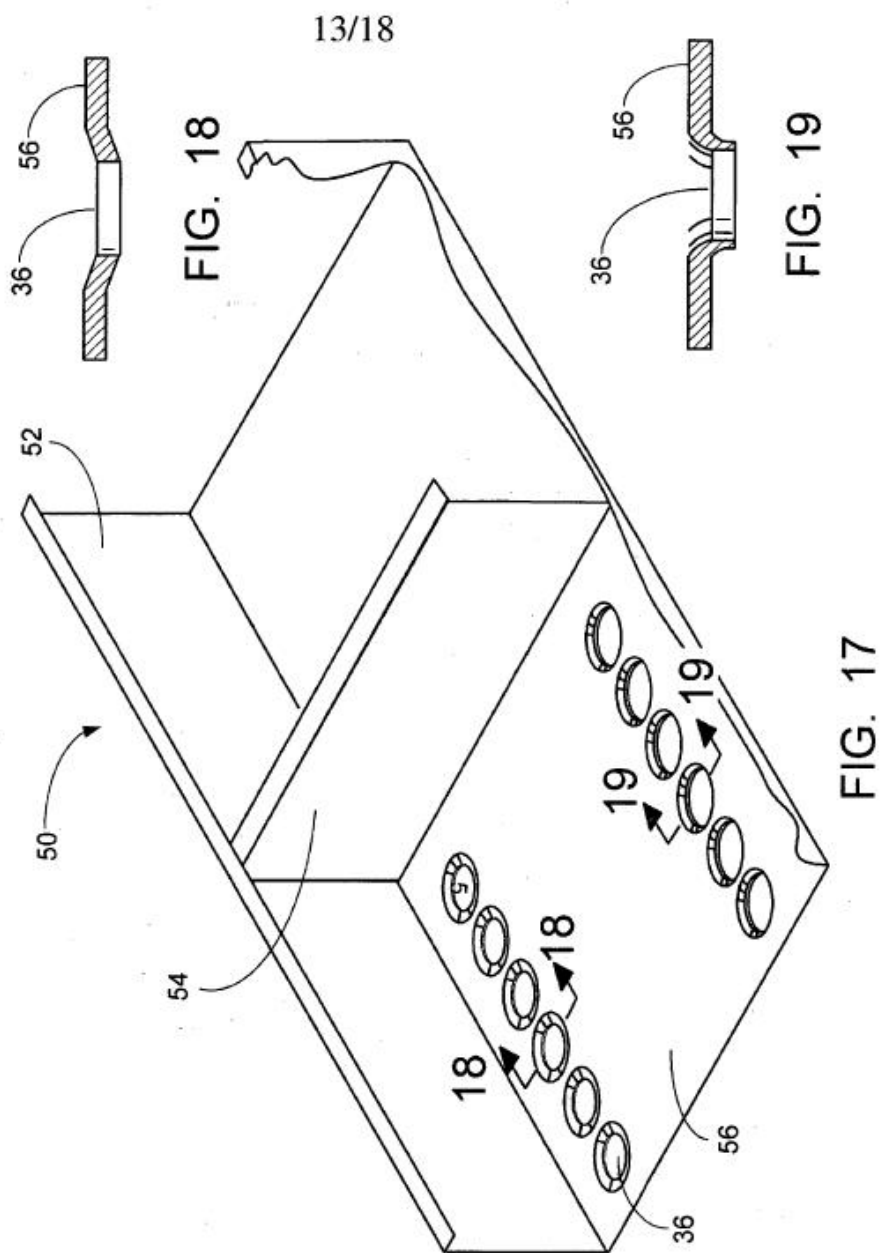


FIG. 15

FIG. 16





14/18

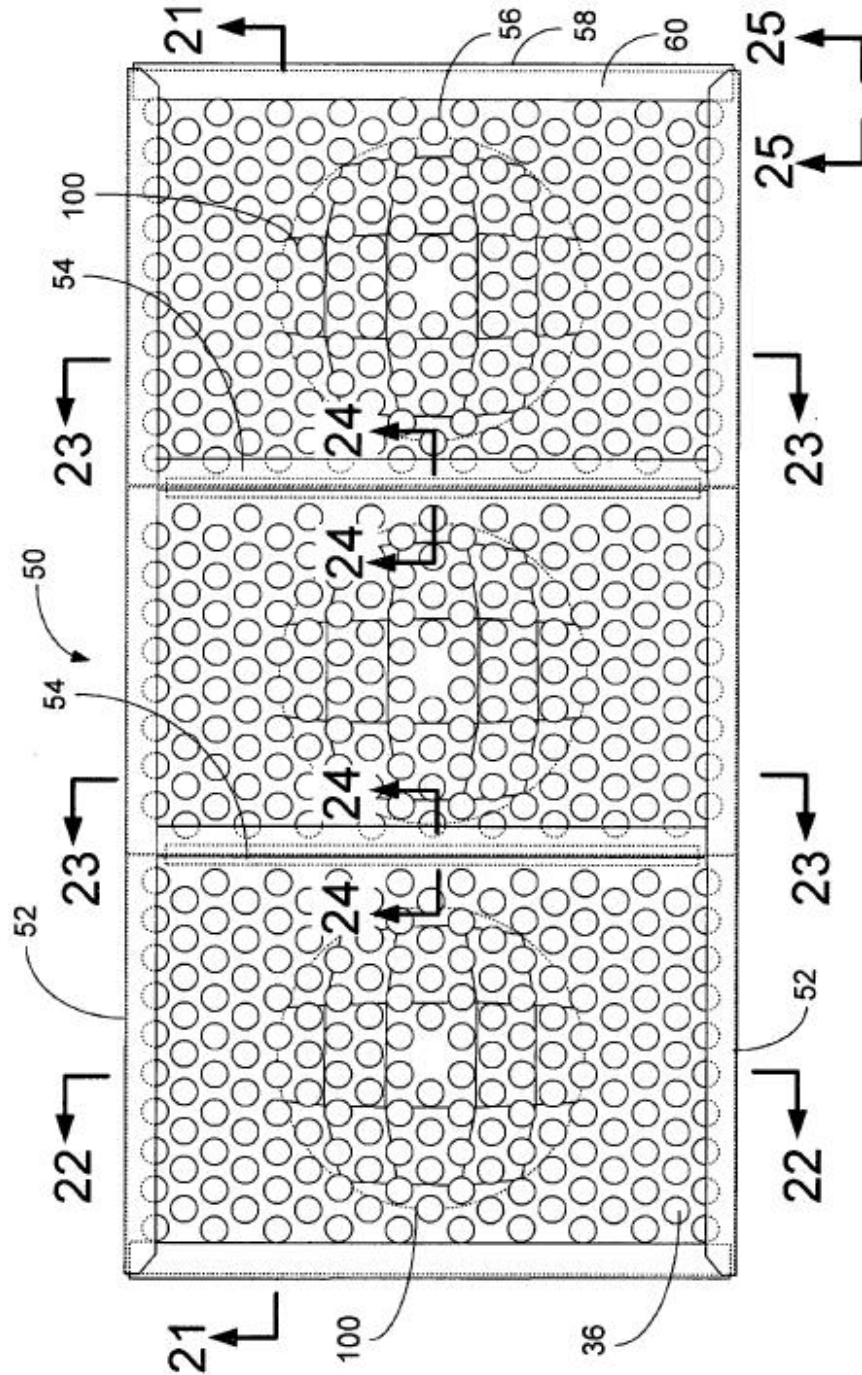
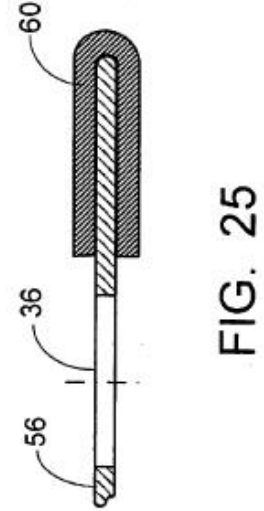
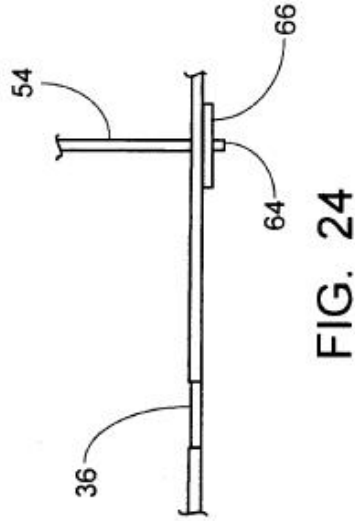
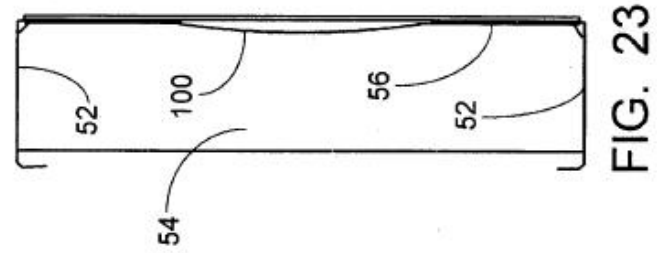
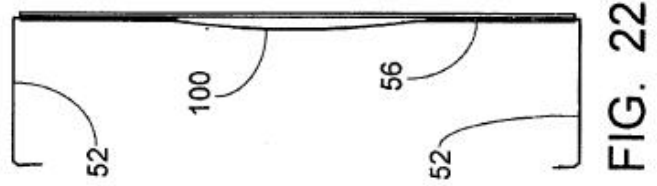
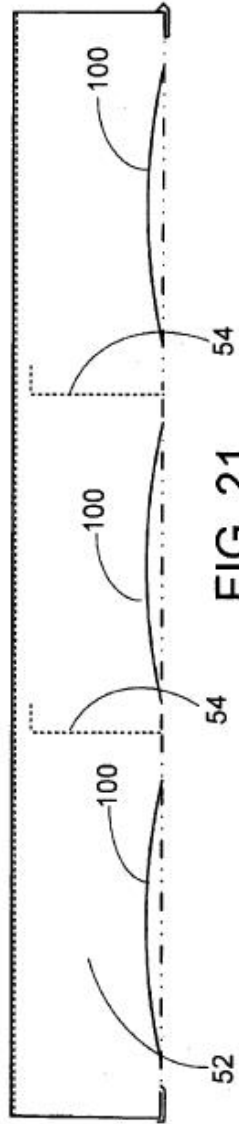


FIG. 20

15/18



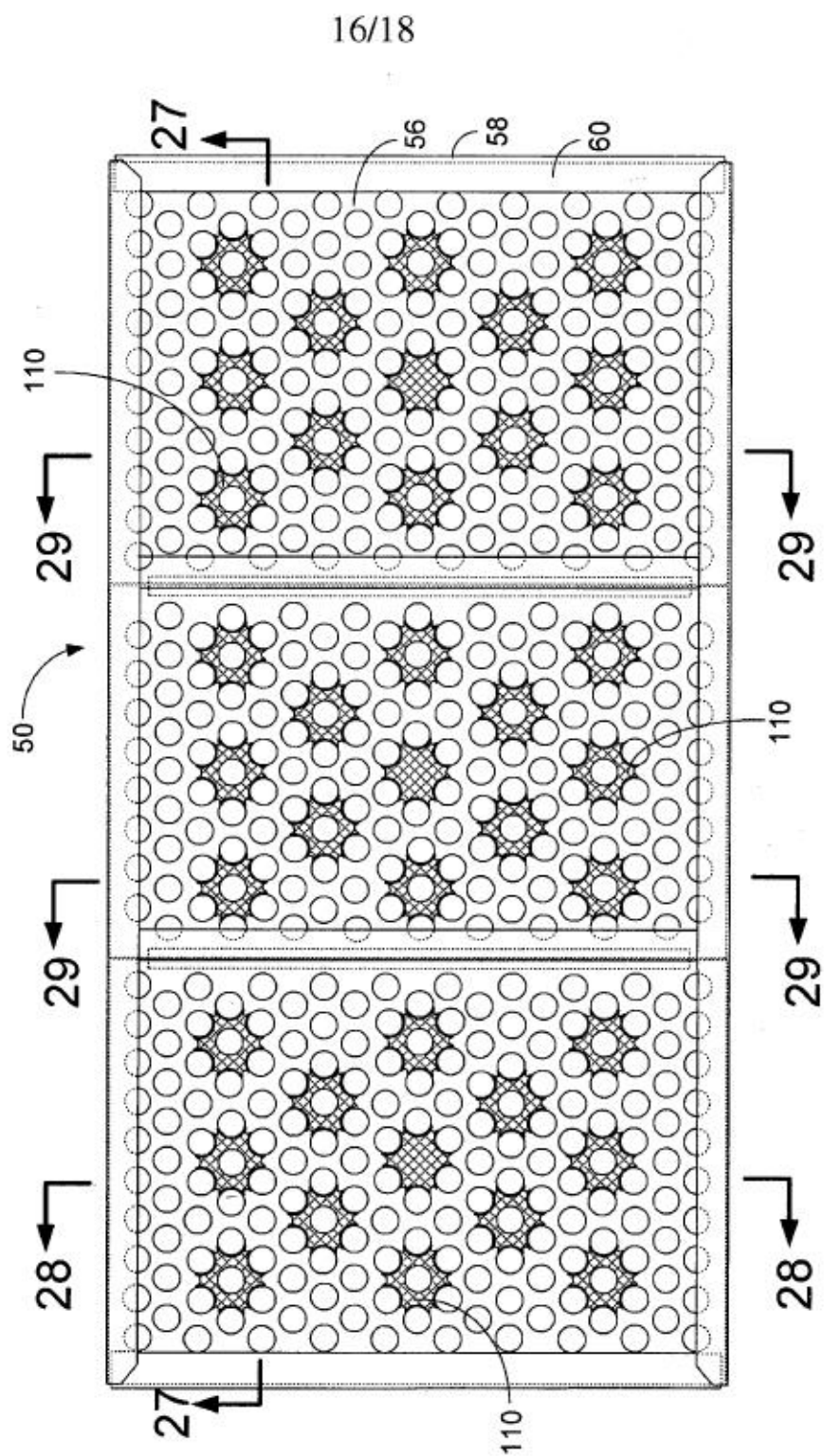


FIG. 26

17/18

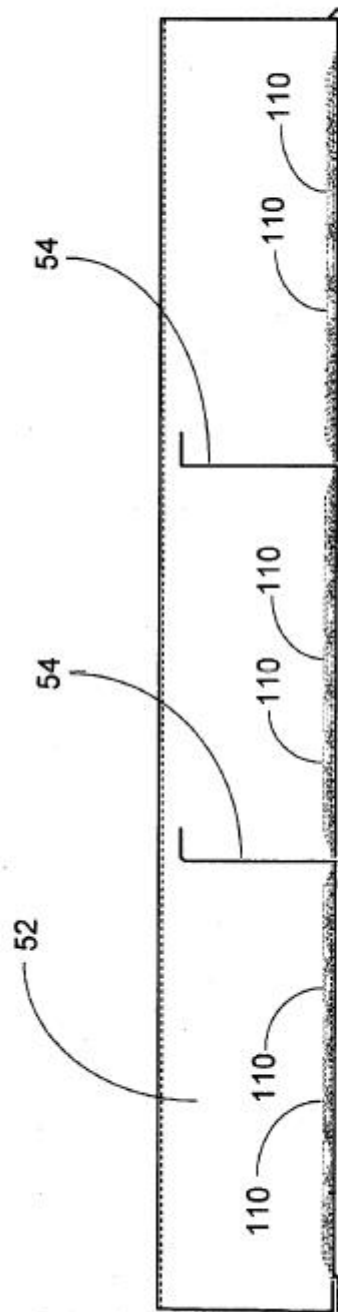


FIG. 27

18/18

