

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 415 363**

51 Int. Cl.:

G10K 11/172 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.03.2006** **E 06738222 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2013** **EP 1866489**

54 Título: **Panel de abejas con cápsula de diafragma acústico**

30 Prioridad:

04.04.2005 US 99337

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.07.2013

73 Titular/es:

HEXCEL CORPORATION (100.0%)
11711 DUBLIN BOULEVARD
DUBLIN, CALIFORNIA 94568, US

72 Inventor/es:

AYLE, EARL

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 415 363 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

Panal de abejas con cápsula de diafragma acústico

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

- 5 La presente invención se refiere en general a sistemas acústicos que se usan para atenuar el ruido. Más particularmente, la presente invención implica el uso de un panel en panal de abejas para hacer barquillas y otras estructuras que son útiles para la reducción del ruido generado por un motor a reacción u otra fuente de ruido.

2. Descripción de la técnica relacionada

- 10 Es ampliamente reconocido que la mejor manera de manejar el exceso de ruido generado por una fuente específica, es tratar el ruido en la fuente. Esto se lleva a cabo normalmente añadiendo unas estructuras de amortiguación acústica (tratamientos acústicos) a la estructura de la fuente de ruido. Una fuente de ruido particularmente problemática es el motor a reacción usado en la mayor parte de los aviones de pasajeros. El tratamiento acústico se incorpora normalmente en la entrada del motor, barquilla y estructuras de escape. Estos tratamientos acústicos incluyen resonadores acústicos que contienen materiales o rejillas acústicas relativamente delgadas que tienen
15 millones de orificios que crean una impedancia acústica a la energía sonora generada por el motor. El problema básico al que se enfrentan los ingenieros es cómo añadir estos materiales acústicos delgados y flexibles en los elementos estructurales del motor a reacción y la barquilla que lo rodea para proporcionar la atenuación de ruido deseada.

- 20 El panel en panal de abejas ha sido un material popular para su uso en vehículos aéreos y aeroespaciales debido a su fortaleza y peso ligero relativos. Para aplicaciones acústicas, el objetivo ha sido en alguna forma incorporar los materiales acústicos delgados en la estructura del panel en panal de abejas de modo que las celdas del panel en panal de abejas se cierren o cubran. El cierre de las células con el material acústico crea la impedancia acústica en la que se basa el resonador.

- 25 Un enfoque para incorporar los materiales acústicos delgados en el panel en panal de abejas se conoce como el diseño en sándwich. En este enfoque, la lámina acústica delgada se coloca entre dos placas del panel en panal de abejas y se unen en su sitio para formar una única estructura. Este enfoque tiene las ventajas de que se pueden utilizar los sofisticados diseños de material acústico que se tejen, perforan o graban en las dimensiones exactas y el proceso de unión es relativamente simple. Sin embargo, un inconveniente de este diseño es que la resistencia de la estructura se limita por unión entre las dos placas del panel en panal de abejas y el material acústico. También, la
30 superficie de unión entre las dos placas del panel en panal de abejas está limitada al área superficial a lo largo de los bordes del panel en panal de abejas. Además, hay una probabilidad de que algunos de los orificios del material acústico puedan estar cerrados por un exceso de adhesivo durante el proceso de unión. Es importante que los orificios no se cierren debido a que esto puede dar como resultado la pérdida del área acústica activa del resonador.

- 35 Un segundo enfoque usa inserciones sólidas relativamente gruesas que se unen individualmente en su sitio dentro de las células del panel en panal de abejas. Una vez en su sitio, las inserciones se taladran o se tratan en otra forma para formar los orificios que son necesarios para que las inserciones funcionen como un material acústico. Este enfoque elimina la necesidad de unir dos placas del panel en panal de abejas. El resultado es una estructura fuerte en la que las inserciones se unen de modo seguro. Sin embargo, este enfoque tiene también algunos inconvenientes. Por ejemplo, el coste y la complejidad de tener que taladrar millones de orificios en las inserciones
40 sólidas es un inconveniente importante. Además, las inserciones sólidas relativamente gruesas hacen el panel en panal de abejas rígido y difícil de conformar en estructuras no planas, tales como las barquillas de los motores a reacción.

Sumario de la invención

- 45 De acuerdo con la presente invención, se proporcionan estructuras acústicas de panel en panal de abejas en las que las láminas individuales de material acústico están formadas en cápsulas de diafragma que se insertan en las celdas del panel en panal de abejas. Las cápsulas de diafragma tienen una zona de reborde que es sustancialmente más gruesa que el material acústico y proporcionan una superficie de anclaje que se usa para fijar la cápsula de diafragma a los tabiques del panel en panal de abejas. Las cápsulas de diafragma se mantienen inicialmente en su sitio dentro de las celdas mediante la fijación por fricción entre la superficie de anclaje y los tabiques de las celdas.
50 Esta fijación por fricción es suficiente para mantener las cápsulas del diagrama en su posición hasta que se unen permanentemente en su sitio con adhesivo.

- Las estructuras acústicas de la presente invención se diseñan para estar situadas cerca de la fuente de ruido, tal como un motor a reacción u otra planta de energía. Las estructuras incluyen un panel en panal de abejas que tiene un primer borde que se ha de situar lo más próximo a la fuente de ruido y un segundo borde situado separado de la
55 fuente. El panel en panal de abejas incluye una pluralidad de tabiques que se extienden entre el primer y el segundo borde del panel en panal de abejas. Los tabiques del panel en panal de abejas definen una pluralidad de celdas en

las que cada una de las celdas tiene un área de sección transversal medida perpendicular a los tabiques del panel en panel de abejas y una profundidad definida por la distancia entre el primer y el segundo bordes.

Como una característica de la presente invención, una cápsula de diafragma se encuentra dentro de al menos una de las celdas del panel en panel de abejas y cubre el área de la sección transversal completa de la celda. La cápsula de diafragma se realiza a partir de una lámina de material acústico que tiene un grosor y un perímetro. La lámina es preferentemente de forma rectangular. La cápsula de diafragma incluye una zona de resonador que tiene un borde exterior situado adyacente a los tabiques del panel en panel de abejas y una zona de reborde que se extiende entre el borde exterior de la zona del resonador y el perímetro de la lámina de material acústico. La zona de reborde tiene una superficie de anclaje que se fija inicialmente a los tabiques de las celdas por medio de un acoplamiento por fricción para formar una estructura precursora. La superficie de anclaje tiene un ancho en el que el ancho de la superficie de anclaje es sustancialmente mayor que el grosor de la lámina de material acústico de modo que proporciona el grado requerido de fijación por fricción entre las cápsulas de diafragma y los tabiques del panel en panel de abejas. La estructura acústica final se realiza tomando la estructura precursora y aplicando un adhesivo a la superficie de anclaje y el tabique de la celda para unir permanentemente el diafragma en su sitio.

La presente invención proporciona un número de ventajas sobre las estructuras acústicas de panel en panel de abejas existentes. Por ejemplo, no hay costuras entre las dos placas del panel en panel de abejas que debiliten la estructura. Las cápsulas de diafragma se pueden colocar en niveles diferentes dentro de las celdas del panel en panel de abejas para proporcionar un ajuste fino de la atenuación del ruido en base a la bien conocida teoría de resonador de Helmholtz. Se pueden colocar múltiples cápsulas de diafragma en una única celda del panel en panel de abejas a niveles diferentes para crear múltiples cavidades y rejillas de impedancia. Se pueden usar en la misma estructura de panel en panel de abejas cápsulas de diafragma realizadas de diferentes materiales acústicos, o incluso dentro de la misma celda del panel en panel de abejas. La parte de reborde proporciona un área superficial de anclaje relativamente grande para asegurar una unión segura de la cápsula de diafragma al tabique de la célula a lo largo de la vida útil de la estructura. Además, las cápsulas de diafragma relativamente delgadas y flexibles no reducen la flexibilidad del panel en panel de abejas, lo que es una importante consideración para las barquillas y otras estructuras acústicas no planas.

Las explicadas anteriormente y muchas otras características y ventajas relacionadas con la presente invención se comprenderán mejor por referencia a la descripción detallada a continuación cuando se toma en conjunto con los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es una vista en perspectiva de una estructura acústica a modo de ejemplo de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 2 es una vista en perspectiva de una cápsula de diafragma a modo de ejemplo de acuerdo con la presente invención.

La FIG. 3 es una vista en sección transversal de la cápsula de diafragma a modo de ejemplo mostrada en la FIG. 2 realizada en el plano 3-3.

La FIG. 4 es una vista en sección transversal de una estructura acústica a modo de ejemplo de acuerdo con la presente invención en la que se encuentran dos cápsulas de diafragma en dos profundidades diferentes dentro de las celdas del panel en panel de abejas.

La FIG. 5 es una vista en sección transversal de una estructura acústica a modo de ejemplo de acuerdo con la presente invención en la que se encuentran dos cápsulas de diafragma dentro de cada celda del panel en panel de abejas.

La FIG. 6 es una representación esquemática de una parte del proceso de fabricación para la fabricación de estructuras acústicas en la que la cápsula de diafragma se forma a partir de una lámina de material acústico y se inserta dentro del panel en panel de abejas para formar una estructura precursora.

La FIG. 7 es una vista en sección que muestra el procedimiento a modo de ejemplo preferido para la aplicación de adhesivo a la superficie de anclaje de la cápsula de diafragma y tabique del panel en panel de abejas mediante la inmersión de la estructura precursora en un baño de adhesivo de modo que el reborde de la cápsula de diafragma, pero no la zona del resonador, se ponga en contacto con el adhesivo.

La FIG. 8 es una vista en perspectiva en despiece que muestra una parte de un revestimiento sólido, estructura acústica y revestimiento perforado que se combinan juntos para formar una estructura acústica del tipo mostrado en la FIG. 9.

La FIG. 9 es una vista en sección parcial de una estructura acústica (barquilla) a modo de ejemplo que se encuentra próxima a la fuente de ruido (motor a reacción). La estructura acústica incluye un panel en panel de abejas acústico en sándwich entre un revestimiento sólido y un revestimiento perforado.

Descripción detallada de la invención

Se muestra en general en 10 en las FIGS. 1 y 6 una estructura acústica a modo de ejemplo de acuerdo con la presente invención. La estructura acústica 10 incluye un panel en panal de abejas 12 que tiene un primer borde 14 que se ha de situar más próximo a la fuente de ruido y un segundo borde 16. El panel 10 en panal de abejas incluye tabiques 18 que se extienden entre los dos bordes 14 y 16 para definir una pluralidad de celdas 20. Cada una de las celdas 20 tiene una profundidad (también denominada como grosor del núcleo) que es igual a la distancia entre los dos bordes 14 y 16. Cada celda 20 tiene también un área de sección transversal que se mide en perpendicular a los tabiques 18 de la celda. El panel en panal de abejas se puede realizar a partir de cualquier material convencional usado en la realización de paneles en panal de abejas incluyendo metales, cerámica y materiales compuestos.

Como una característica de la presente invención, las cápsulas de diafragma 22 se encuentran dentro de las celdas 20. Se prefiere, pero no es necesario, que las cápsulas de diafragma 22 se encuentren en la mayor parte de, si no todas, las celdas 20. En ciertas situaciones, puede ser deseable insertar las cápsulas de diafragma 22 solamente en algunas de las celdas para producir un efecto acústico deseado. Alternativamente, puede ser deseable insertar dos o más cápsulas de diafragma en una única celda.

Una cápsula de diafragma 22 a modo de ejemplo se muestra en las FIGS. 2 y 3. La cápsula de diafragma 22 se forma a partir de una lámina de material acústico mediante plegado de la lámina en una cápsula de forma hexagonal que se dimensiona para adaptarse a las áreas de sección transversal de las celdas del panel en panal de abejas. La cápsula de diafragma 22 se forma preferentemente como se muestra en la FIG. 6 forzando a la lámina de material acústico 60 a través de un troquel de plegado 62 de la cápsula usando un émbolo 63. La lámina 60 es preferentemente de forma ligeramente rectangular y se corta a partir de un rodillo de material acústico 64. La lámina 60 tiene un grosor (t) que se muestra en la FIG. 3 y un perímetro 65. El tamaño y forma de la lámina 60 pueden variar ampliamente dependiendo de la forma/tamaño de la celda del panel en panal de abejas en la que se inserta la lámina, el grosor de la lámina 60 y el material acústico en particular se esté usando.

Con referencia a las FIGS. 2 y 3, la cápsula de diafragma 22 incluye una zona de resonador 24 que tiene un borde exterior 25. La cápsula de diafragma 22 incluye adicionalmente una zona de reborde 26 que tiene una superficie de anclaje 27 que se fija inicialmente a los tabiques 18 de la celda mediante un acoplamiento por fricción seguido por una permanente usando un adhesivo apropiado. La superficie de anclaje 27 tiene un ancho (W).

El ancho (W) de la superficie de anclaje puede variarse dependiendo de cierto número de factores que influyen en el área de la sección transversal de las celdas, el grosor del material acústico, el tipo de material acústico y el adhesivo. Para un panel en panal de abejas típico que tiene celdas de 6,35 a 12,5 cm, son adecuados anchos de la superficie de anclaje del orden de 0,127 cm a 1,27 cm para un material acústico que tenga un grosor del orden de 0,0025 cm a 0,025 cm. Para materiales acústicos estándar que tienen grosores de desde 0,0102 a 0,0152 cm, se prefieren anchos de la superficie de anclaje de al menos 0,508 cm. En general, se prefiere que el ancho de la superficie de anclaje sea sustancialmente mayor que el grosor del material acústico. "Sustancialmente mayor" significa que el ancho de la superficie de anclaje es al menos 5 veces mayor que el grosor del material acústico y preferentemente al menos 20 veces mayor.

Se puede usar cualquiera de los materiales acústicos estándar para formar las cápsulas de diafragma. Estos materiales acústicos se proporcionan normalmente como láminas relativamente delgadas que son perforadas, porosas o un tejido de malla abierto que se diseña para proporcionar atenuación de ruido. Aunque se pueden usar láminas perforadas y porosas de varios materiales (metales, cerámicas o plástico), se prefiere que el material acústico sea un tejido de malla abierta que se teje a partir de fibras monofilamento. Las fibras pueden estar compuestas de vidrio, carbón, cerámica o polímeros. Las fibras de polímero monofilamento realizadas a partir de poliamida, poliéster, polietileno clorotrifluoroetileno (ECTFE), etileno tetrafluoroetileno (ETFE) politetrafluoroetileno (PTFE), polisulfuro de fenileno (PPS), polifluoroetileno propileno (FEP), poliéter éter cetona (PEEK), poliamida 6 (Nilón 6 PA6) y poliamida 12 (Nilón 12, PA12); son solamente unos pocos ejemplos. Se prefiere el tejido en malla realizado de PEEK para aplicaciones de alta temperatura. Los tejidos acústicos en malla y otros materiales acústicos que se pueden usar para formar las cápsulas de diafragma de acuerdo con la presente invención están disponibles en una variedad de fuentes comerciales. Por ejemplo, las láminas de tejido acústico en malla se pueden obtener de SEFAR America Inc. (Buffalo Division Headquarters 111 Calumet Street Depew, NY 14043) bajo las denominaciones registradas de SEFAR PETEX, SEFAR NITEX y SEFAR PEEKTEX.

Las cápsulas de diafragma 22 se pueden insertar en la celda del panel en panal de abejas para proporcionar una amplia variedad de diseños acústicos. Por ejemplo, las cápsulas de diafragma se pueden situar en diferentes niveles dentro del panel 12a en panal de abejas como se muestra en 22a y 22b en la FIG. 4. Este tipo de diseño permite un ajuste fino de las propiedades de atenuación de ruido de la estructura acústica. El diseño en dos niveles mostrado en la FIG. 4 tiene solamente la finalidad de ejemplo de la amplia variedad posible de disposiciones multinivel del diafragma que es posible de acuerdo con la presente invención. Como apreciarán los expertos en la materia, el número de diferentes niveles de colocación del diafragma posibles es extremadamente grande y se puede adaptar para satisfacer los requisitos específicos de atenuación de ruido.

Otro ejemplo de una configuración de inserción para las cápsulas de diafragma 22 se muestra en la FIG. 5. En esta configuración, los dos conjuntos de cápsulas 22c y 22d de diafragma se insertan en el panel 12b en panel de abejas para proporcionar a cada celda dos cápsulas de diafragma. Como es evidente, son posibles numerosas configuraciones adicionales posibles en las que se insertan tres o más cápsulas de diafragma dentro de una celda dada. Además, el diseño de la inserción multinivel ejemplificada en la FIG. 4 se puede combinar con el diseño de inserción múltiple por celda ejemplificado en la FIG. 5, para proporcionar un número ilimitado de posibles configuraciones de inserción de la cápsula de diafragma que se pueden usar para el ajuste fino de la estructura acústica para proporcionar una atenuación de ruido óptima para una fuente dada de ruido.

Como se ha mencionado previamente, el procedimiento preferido para la inserción de las cápsulas de diafragma dentro del panel en panel de abejas se muestra en la FIG. 6 en la que la cápsula de diafragma se forma previamente usando un troquel de plegado 62 de cápsula y un émbolo 63. Los números de referencia usados para identificar la estructura del panel en panel de abejas en la FIG. 6 son los mismos que en la FIG. 1, excepto en que incluye una "p" para indicar que la estructura es una estructura precursora en la que las cápsulas de diafragma no están aún permanentemente unidas a los tabiques de las celdas.

Se debería tomar nota de que se prefiere el uso de un troquel de plegado 62 en cápsula para formar la cápsula en diafragma a partir de láminas individuales de material acústico, pero no se requiere. Es posible usar el panel en panel de abejas como el troquel y formar la cápsula de diafragma simplemente forzando la lámina 60 hacia el interior de las celdas usando los émbolos 63. Sin embargo, los bordes de muchos paneles en panel de abejas tienden a estar relativamente dentados debido a que los paneles se cortan normalmente a partir de bloques más grandes de paneles en panel de abejas durante el proceso de fabricación. En consecuencia, los bordes del panel en panel de abejas tienden a atrapar, rasgar y contaminar el material acústico cuando se inserta de modo forzado una lámina plana de material directamente en la celda. En consecuencia, si se desea, se puede eliminar el troquel de plegado en cápsula, pero solamente si los bordes del panel en panel de abejas se tratan para eliminar cualquier borde rugoso o dentado.

Es importante que el tamaño/forma de la lámina de material acústico y el tamaño/forma del troquel/émbolo (o solamente del émbolo si no se usa el troquel) se elija de modo que la cápsula de diafragma se pueda insertar en la celda sin dañar el material acústico mientras que al mismo tiempo proporciona suficiente contacto de fricción entre la superficie de anclaje y el tabique de la celda para mantener la cápsula de diafragma en su lugar durante el manejo posterior de la estructura precursora. Se puede usar una experimentación rutinaria para determinar los diversos tamaños y formas de las láminas acústicas que se requieren para conseguir la sujeción o retención por fricción necesaria de las cápsulas de diafragma en su sitio en la estructura precursora previamente a la unión permanente de la superficie de anclaje al tabique de la celda con adhesivo. La cantidad de sujeción o retención por fricción debería ser suficiente para impedir que las cápsulas de diafragma se caigan del panel en panel de abejas, incluso si la estructura precursora se cae inesperadamente durante el manejo.

Para un panel en panel de abejas compuesto de 0,375 cm (3/8 pulgadas) hecho de materiales convencionales de fibra de vidrio/fenólicos, el tamaño preferido para una lámina de material acústico en malla abierta típica (de 0,0102 a 0,0152 cm de grueso) es un rectángulo que tiene unas dimensiones que varían desde 1,27 a 1,78 cm por 1,52 a 2,03 cm. Se prefiere que la lámina de material acústico no esté mellada o cortada de otro modo al intentar aumentar el plegado de la lámina. Se ha descubierto que las láminas, sin mellar, plegadas en cápsulas de diafragma que tienen arrugas en las superficies de anclaje mejoran la unión de las cápsulas de diafragma a los tabiques del panel en panel de abejas. Además, el mellado tiende a liberar parte de la tensión superficial o fuerza de desviación que estaría presente en caso contrario en la parte del borde de la cápsula de diafragma. Esta tensión o fuerza hacia el exterior es el resultante del plegado de la lámina que inherentemente se desplaza retornando hacia una posición desplegada. Este impulso o fuerza hacia el exterior es una parte importante de la sujeción por fricción entre la cápsula de diafragma y el tabique de la celda.

Se muestra en 10p en la FIG. 6 una estructura precursora en la que las cápsulas de diafragma 22 se mantienen en su sitio solamente mediante sujeción por fricción. Como se ha mencionado anteriormente, la sujeción por fricción debe ser suficiente para mantener las cápsulas de diafragma de modo seguro en su posición hasta que se puedan adherir permanentemente usando un adhesivo apropiado. El adhesivo que se usa puede ser cualquiera de los adhesivos convencionales que se usan en la fabricación de paneles en panel de abejas. Los adhesivos preferidos incluyen aquellos que son estables a elevada temperatura (148,9-204,4 °C). Los adhesivos a modo de ejemplo incluyen epoxi, acrílicos, fenólicos, cianoacrílicos, BMIs. Poliamidas-imidas, poliimidas.

El adhesivo se puede aplicar a la interfaz de la superficie de anclaje/tabique de celda usando una variedad de procedimientos de aplicación de adhesivos. Una consideración importante es que el adhesivo se debería aplicar selectivamente solamente a la interfaz de la superficie del reborde de anclaje/tabique de celda y no a la parte del resonador de la cápsula de diafragma. La aplicación del adhesivo a la parte del resonador dará como resultado el cierre o al menos la reducción del tamaño de las aberturas en la malla u otro material acústico. Se puede usar cualquier procedimiento de aplicación del adhesivo que pueda proporcionar una aplicación selectiva del adhesivo a la interfaz de la superficie de anclaje/tabique de celda.

Un procedimiento de aplicación de adhesivo a modo de ejemplo se muestra en la FIG. 7. En este procedimiento a modo de ejemplo, el panel 12p en panal de abejas se sumerge simplemente en un recipiente 70 de adhesivo de modo que solamente las partes del reborde de las cápsulas 22p de diafragma se sumergen en el adhesivo. Se ha descubierto que el adhesivo podría aplicarse con precisión a la interfaz de la superficie de anclaje/tabique de celda usando el procedimiento de inmersión siempre que las cápsulas de diafragma estuviesen colocadas con precisión al mismo nivel previamente a la inmersión. Para cápsulas de diafragma situadas a niveles diferentes, se requieren múltiples etapas de inmersión. Alternativamente, el adhesivo se podría aplicar usando una brocha u otra técnica de aplicación específica en el sitio. Algunas de estas técnicas se pueden usar para recubrir las paredes del núcleo con adhesivo antes de que se inserte la cápsula de diafragma. Alternativamente, el adhesivo puede estar serigrafiado sobre el material del diafragma y dispuesto antes de la inserción dentro del núcleo.

El procedimiento de inmersión para la aplicación del adhesivo, tal como se representa en la FIG. 7, se ha descubierto que funciona particularmente bien debido a que las arrugas presentes en las láminas plegadas de material acústico proporcionan pequeños canales entre la superficie de anclaje y el tabique de la celda que permite que el adhesivo se extienda fácilmente hacia arriba por acción capilar. Esta extensión hacia arriba proporciona una formación de chaflanes en la intersección del borde exterior de la parte del resonador y el tabique de la celda. La formación de chaflanes de adhesivo en el borde de la parte del resonador proporciona no solamente una buena al tabique de la celda, sino que también proporciona un límite bien definido entre el adhesivo y la parte del resonador para asegurar que las propiedades acústicas de la parte del resonador no se ven adversamente afectadas por el adhesivo.

Las estructuras acústicas de acuerdo con la presente invención se pueden usar en una amplia variedad de situaciones en las que se requiere una atenuación del ruido. Las estructuras están bien adaptadas para su uso en conexión con sistemas de plantas de generación en las que la atenuación del ruido es normalmente un problema. El panel en panal de abejas es un material relativamente ligero. En consecuencia, las estructuras acústicas de la presente invención están particularmente bien adaptadas para su uso en sistemas de aeronaves. Los usos a modo de ejemplo incluyen barquillas para motores a reacción, capós para grandes turbinas o motores alternativos y estructuras acústicas relacionadas.

La estructura acústica básica de la presente invención se conforma normalmente por calor en la forma final de la barquilla del motor y a continuación se unen los recubrimientos o láminas del material exterior a los bordes exteriores de la estructura acústica formada por una capa o capas de adhesivo. Este sándwich completado se cura en una herramienta de contención, que mantiene la forma compleja de la barquilla durante la unión. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 8, la estructura acústica 10 se conforma por calor en la forma de la barquilla final. La parte de sándwich se realiza colocando la lámina o recubrimiento 80 sólido en la herramienta de presión. A continuación, se coloca una capa de adhesivo sobre el recubrimiento. Se sigue esto por la adición de la estructura acústica 10 conformada. Se añade la segunda capa de adhesivo y a continuación el recubrimiento superior 82. Esto completa el sándwich. El conjunto se adhiere por calor y presión. La forma final de la barquilla se controla mediante la herramienta de . El panel se conformará a continuación alrededor del motor a reacción, que se muestra de modo diagramático en 90 en la FIG. 9.

Los ejemplos de la práctica son los siguientes:

El siguiente ejemplo proporciona unos detalles en relación a una cápsula de diafragma acústico a modo de ejemplo del panel en panal de abejas de acuerdo con la presente invención. Reconocerán los expertos en la materia que se puede usar una amplia variedad de dimensiones, materiales de paneles en panal de abejas, materiales de mallas acústicas y adhesivos. En general, la aplicación estructural y acústica particular determinará los diversos requisitos de diseño, que incluyen la densidad del núcleo, la profundidad del diafragma, la impedancia acústica, el grosor del núcleo, la longitud de la placa, el ancho de la placa y las dimensiones del material de la malla.

Producto del núcleo del diafragma a modo de ejemplo:

Un núcleo de cápsula de diafragma acústico a modo de ejemplo se realizó a partir de un panel en panal de abejas de fibra de vidrio con celdas de 0,95 cm (3/8 pulgada). Los diafragmas se situaron a 1,27 cm desde el borde del núcleo, que tenía 3,18 cm de grosor. La impedancia acústica del núcleo del diafragma se halló que era de 70 rayls.

Materiales:

El panel en panal de abejas fue suministrado por Hexcel Corporation (Dublin, California) y se identifica como Número de catálogo - HRP-3/8-4,5 libras por pie cúbico (pcf) (0/90 grados de arquitectura de fibra de vidrio con resina en única) la densidad del panel en panal de abejas fue de 72,08 kg/m³.

La Malla Acústica se obtuvo de SEFAR America, Inc. que se identificó como Número de catálogo- 17-2005-W022 (malla tejida no metálica con un intervalo de impedancia acústica desde 45 a 64 rayls).

El adhesivo se obtuvo de Hexcel Corporation y se identificó como Número de catálogo - 899-55. El adhesivo es de la familia de las Poliamidas-imidas, que es un material registrado. Se pueden usar, si se desea, otros adhesivos tales como epoxis, acrílicos, fenólicos, ciano-acrilatos y poliamidas.

Las dimensiones del núcleo acústico fueron las siguientes:

Tamaño del núcleo de la celda: el tamaño de celda típico fue de 1,01 cm de dimensiones interiores hexagonales medidas de tabique a tabique. El grosor de la placa fue normalmente de 3,18 cm. La malla insertada dentro de las celdas hexagonales tenía normalmente un tamaño rectangular de 1,78 cm por 1,65 cm. La malla se plegó para formar la cápsula y se insertó en la celda del panel en panal de abejas. La parte superior de la cápsula se adaptó a la forma y el tamaño de la celda (forma hexagonal con dimensiones interiores de 1,01 cm). El lateral de la cápsula se adaptó al tabique de la celda del panel en panal de abejas para una fijación por adhesivo. Los laterales de la cápsula tenían normalmente 0,476 cm de largo y se sumergieron en el adhesivo para la fijación de la cápsula de diafragma al panel en panal de abejas.

Proceso de inmersión y curado del adhesivo:

El núcleo del panel en panal de abejas con las cápsulas de diafragma insertadas en cada celda se sumergió como sigue:

a. El núcleo se colocó dentro de un tanque de adhesivo con la parte superior del diafragma en la posición superior.

b. La placa se descendió a un nivel ajustado, lo que permite al adhesivo moverse hacia arriba en el grosor de la placa de panel en panal de abejas y cubrir los lados inferiores de la cápsula.

c. El nivel del adhesivo se elevó por el lateral de la cápsula normalmente en 0,381 cm. El adhesivo se extenderá normalmente los últimos 0,0953 cm para cerrar y bloquear las fibras de malla y adherir la cápsula al tabique del panel en panal de abejas.

El ciclo de curado del adhesivo se lleva a cabo como sigue:

Inmediatamente después de la inmersión y drenado, se colocó el núcleo en un horno a 148,9 °C. El adhesivo se sometió a un ciclo de curado de 148,9 °C (300°F) durante 30 minutos, 176,7 °C (350°F) durante 30 minutos y 204,4 °C (400°F) durante 30 minutos.

Ensayo acústico de la malla y núcleo del diafragma:

1. Las mallas anteriores proporcionadas por SEFAR America, Inc. puede ser ajustadas por el proveedor para proporcionar un intervalo de impedancias acústicas desde 25 a 120 rayls.

2. El intervalo de impedancias acústicas para el núcleo del diafragma se pueda ajustar también por la cantidad de adhesivo colocado sobre la malla. Usando un ejemplo de una malla de 50 rayl que se inserta en el panel en panal de abejas. Si el nivel de inmersión en adhesivo es de 0,254 cm hasta los laterales de la cápsula. La malla adicional sin sellar por encima en la línea de adhesivo reducirá la impedancia final del núcleo en la celda hasta normalmente 42 rayls. Esta sería la impedancia más baja disponible con este diseño. Si el adhesivo sellase hasta el nivel de 0,476 cm, la impedancia típica sería de 70 rayl.

Procedimientos de ensayo para malla y núcleo:

Se pueden usar dos procedimientos de ensayo para una evaluación acústica. El medidor de rayl o un ensayo de vacío en celda individual para la permeabilidad al aire. Las unidades del medidor de rayls están en rayls y las unidades del vacío de celda individual están en kPa (kilopascales). La tabla a continuación expone los resultados de una evaluación acústica de las cápsulas de diafragma acústico en los paneles en panal de abejas en los que las cápsulas eran sólo mallas (sin adhesivo) y en los que las cápsulas se fijaron en su sitio con un adhesivo, como se ha descrito anteriormente.

	Procedimiento medidor Rayls	Procedimiento de vacío
17-2005-W022 (sólo malla)	50 rayls	32 kPa
Núcleo de diafragma (con adhesivo)	70 rayls	31 kPa

La lectura de vacío para el núcleo solamente con la malla se realizó usando un cabeza de ensayo en vacío .250 ID con la malla sellada contra la abertura. La lectura del vacío para el Núcleo del Diafragma se realizó dentro de una célula de diafragma de 9,5 mm (3/8 de pulgada). Esto es similar a un cabezal de ensayo de 1,01 cm ID. El cabezal de vacío se calibró como sigue: Lectura de vacío cuando estaba abierto a la atmósfera 20 kPa, y cuando estaba sellado completamente respecto a la atmósfera 80 kPa.

Se debería tomar nota que las lecturas de impedancia acústica disminuyen según se incrementa el área de la malla (más orificios). La malla de resonador típica tiene un área abierta del 2 % al 4 %. Cuando las ondas sonoras pasan a través de la malla acústica, la presión de las ondas hace que las partículas de la malla se muevan. La impedancia al sonido es la relación entre la presión y la velocidad que produce en las partículas de la malla. En otras palabras: la impedancia acústica es la presión de las ondas sonoras sobre la malla dividida por la velocidad instantánea de las partículas de la malla. Como se ha mencionado anteriormente, la unidad de medida en este caso para la impedancia acústica es el rayl. Las unidades de rayl realmente están en "pascasles-segundos por metro". La impedancia acústica y la caída de presión del vacío a través del material de la malla es una función del área abierta (número y tamaño de

los orificios por unidad de área).

Por ejemplo: cuando se usa una malla Sefar con número de catálogo 17-2005-W022, la caída de presión para diferentes tamaños de áreas de malla circulares en los núcleos del diafragma (preparadas como se ha descrito anteriormente) fueron los siguientes:

Diámetro de malla	Área de malla	Caída de presión en vacío
cm	cm ²	kPa
0,902	0,639	31
0,953	0,71	29
1,3	1,32	26
1,45	1,65	23

- 5 Esta tabla muestra que el número de orificios se incrementa con el área de la malla y la caída de presión a través de un área de malla de diafragma más grande es menor.

La malla de Sefar con número de catálogo 17-2005-W022, usada en el núcleo de diafragma de ejemplo, como se ha descrito anteriormente, tenía un diámetro de abertura de 0,902 cm en la malla de la cápsula de diafragma, lo que dio unas lecturas de vacío de 31 kPa y lecturas Rayl de 70 rayl para este diseño.

- 10 Cuando la caída de vacío se midió a través de la malla acústica en las celdas del panel en panal de abejas de 0,925 cm la lectura podía variar de 25 a 35 kPa y la impedancia acústica de la malla en el panel en panal de abejas de 3/8 variará desde 50 rayl a 120 rayl.

- 15 Como es evidente a partir del ejemplo anterior, el uso de diferentes cantidades de adhesivo para unir las cápsulas de diafragma al panel en panal de abejas proporciona la posibilidad de incrementar o disminuir la cantidad efectiva de área de malla en el hexágono de la celda. Esto permite el control del valor acústico de rayl. Por ejemplo: si se usa una malla de 60 rayl en la cápsula de diafragma. La impedancia de celda se puede disminuir hasta 50 rayl permitiendo que la malla alrededor de los lados superiores de la cápsula no esté cubierta con adhesivo. Este enfoque genera un área abierta mayor de malla en la celda y disminuirá la impedancia acústica efectiva. Si el adhesivo está cubriendo completamente los laterales y parte del radio entre los lados verticales de la cápsula y la parte superior horizontal de la cápsula de diafragma, la impedancia se incrementará a 75 rayl.

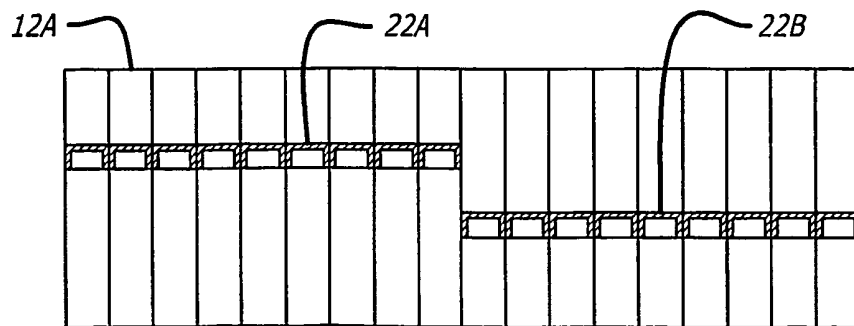
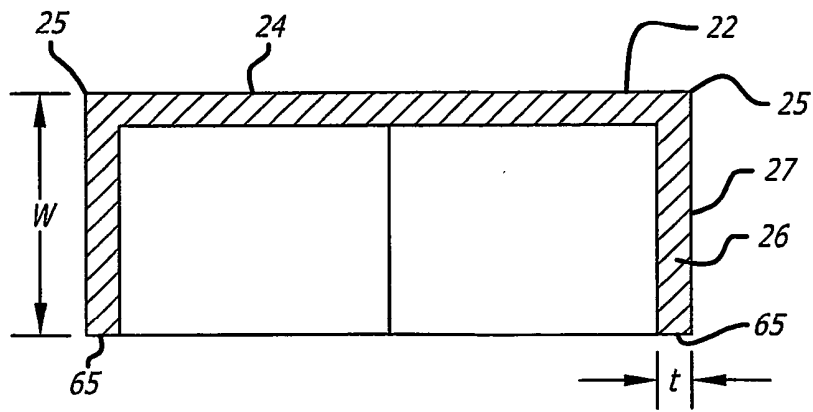
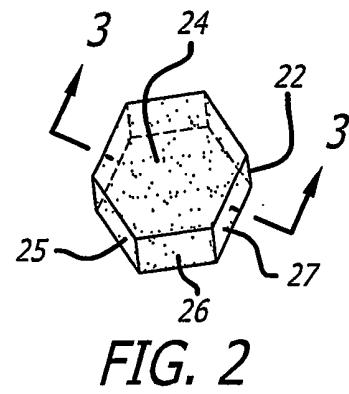
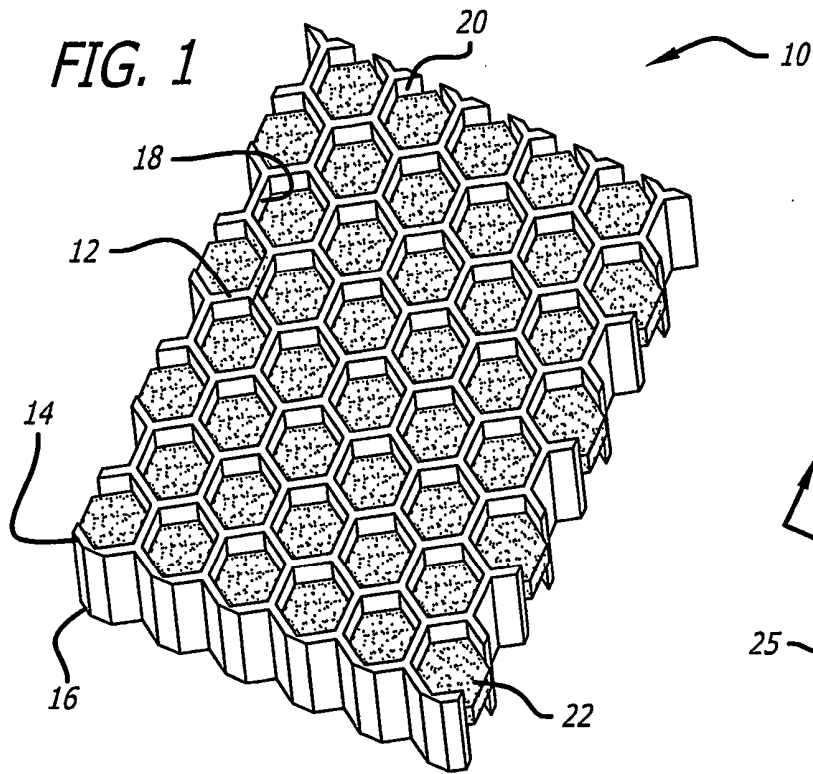
- 20 Habiendo descrito de ese modo las realizaciones a modo de ejemplo de la presente invención, deberían tomar nota los expertos en la materia de que las explicaciones incluidas son solamente a modo de ejemplo y que se pueden realizar otras diversas alternativas, adaptaciones y modificaciones dentro del alcance de la presente invención. En consecuencia, la presente invención no está limitada a las realizaciones y ejemplos preferidos anteriores, sino que
- 25 está limitada únicamente por las reivindicaciones a continuación.

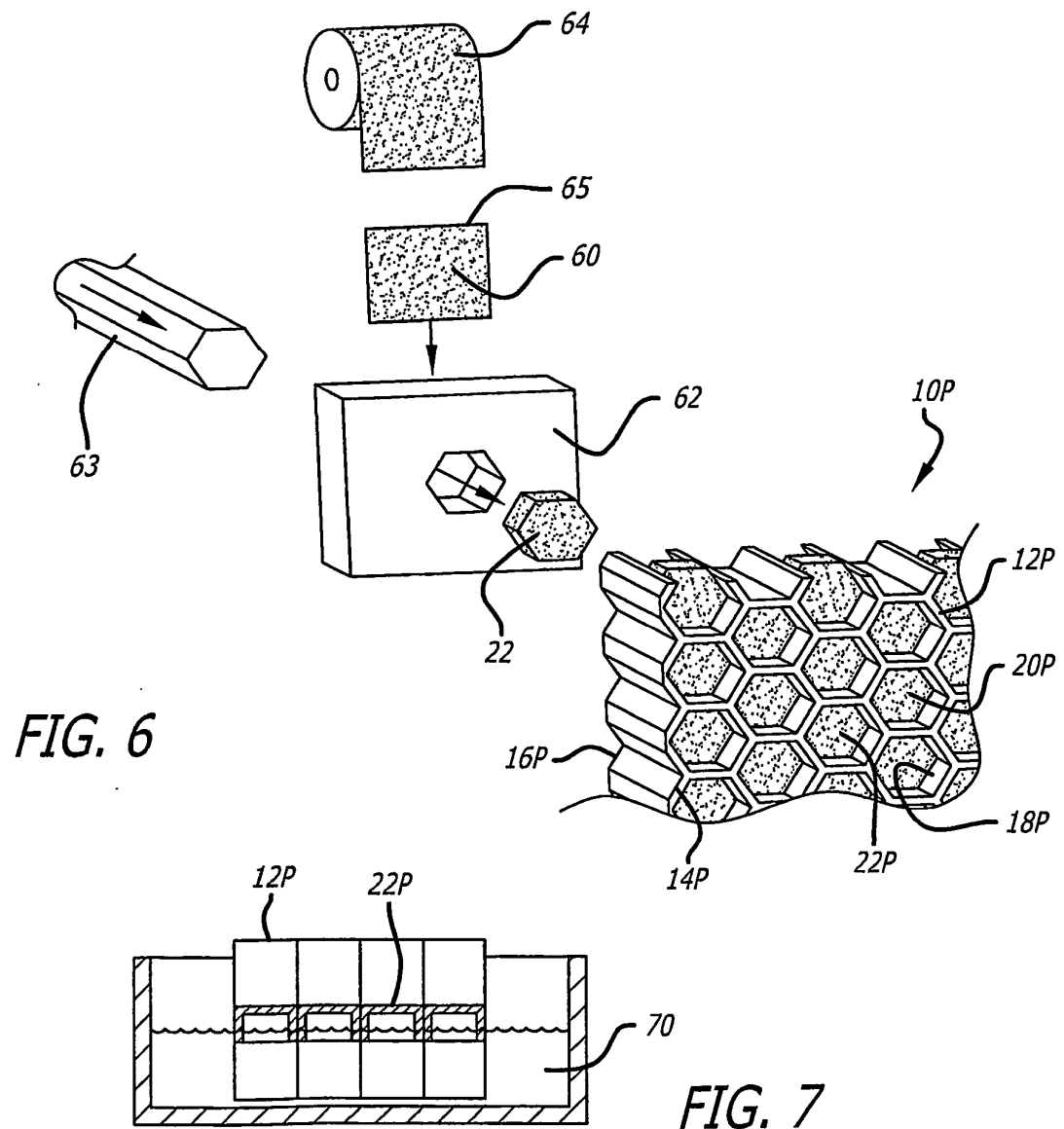
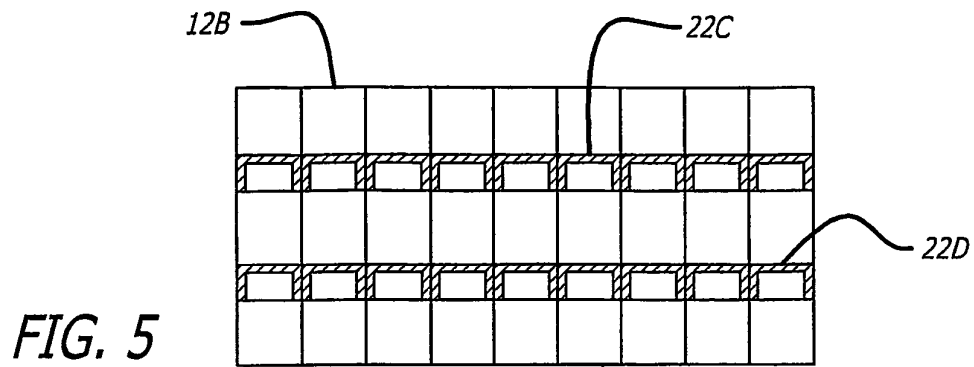
REIVINDICACIONES

1. Una estructura precursora (10) para su uso en la realización de una estructura acústica que está adaptada para estar situada próxima a una fuente de ruido, comprendiendo dicha estructura precursora:
 - 5 un panel en panal de abejas (12) que comprende un primer borde (14) situado más próximo a dicha fuente de ruido y un segundo borde (16), comprendiendo adicionalmente dicho panel en panal de abejas (12) una pluralidad de tabiques (18) que se extienden entre dichos primer y segundo bordes, definiendo dichos tabiques (18) una pluralidad de celdas en la que cada una de dichas celdas tiene un área de sección transversal medida en perpendicular a dichos tabiques (18) y una profundidad definida por la distancia entre dichos primer y segundo bordes; y
 - 10 una cápsula de diafragma (22) situada dentro de al menos una de dichas celdas, comprendiendo dicha cápsula de diafragma (22) una lámina de material acústico que tiene un grosor y un perímetro, estando conformada dicha lámina de material acústico en la forma de una parte de resonador (24) que tiene un borde exterior (25) situado en dichos tabiques (18) y una parte de reborde (26) que se extiende entre dicho borde exterior (25) de dicha parte de resonador (24) y el perímetro de dicha lámina de material acústico, comprendiendo dicha parte de reborde (26) una superficie de anclaje que se ajusta por fricción contra dichos tabiques (18), teniendo dicha superficie de anclaje un ancho en el que el ancho de dicha superficie de anclaje es sustancialmente mayor que el grosor de dicha lámina de material acústico.
2. Una estructura precursora de acuerdo con la reivindicación 1 en la que el ancho de dicha superficie de anclaje es al menos 20 veces mayor que el grosor de dicha lámina de material acústico.
- 20 3. Una estructura precursora de acuerdo con la reivindicación 1 en la que el ancho de dicha superficie de anclaje es al menos de 0,127 cm.
4. Una estructura precursora de acuerdo con la reivindicación 1 en la que el grosor de dicha lámina de material acústico está entre 0,00254 cm y 0,254 cm.
- 25 5. Una estructura precursora de acuerdo con la reivindicación 2 en la que el grosor de dicha lámina de material acústico está entre 0,0102 cm y 0,0152 cm.
6. Una estructura precursora de acuerdo con la reivindicación 1 en la que el ancho de dicha parte de reborde está entre 0,0127 cm y 0,127 cm.
7. Una estructura precursora de acuerdo con la reivindicación 5 en la que el ancho de dicha parte de reborde es de al menos 0,508 cm.
- 30 8. Una estructura precursora de acuerdo con la reivindicación 1 en la que dicha lámina de material acústico comprende un tejido de malla abierta.
9. Una estructura precursora de acuerdo con la reivindicación 8 en la que dicho tejido de malla abierta comprende fibras de polímero monofilamento.
- 35 10. Una estructura precursora de acuerdo con la reivindicación 1 en la que al menos dos cápsulas de diafragma se encuentran en dicha celda, estando situadas dichas cápsulas de diafragma a diferentes profundidades dentro de dicha celda.
11. Una estructura precursora de acuerdo con la reivindicación 1 que comprende múltiples cápsulas de diafragma que se encuentran en múltiples celdas en donde las cápsulas de diafragma se encuentran sustancialmente a la misma profundidad dentro de dichas celdas.
- 40 12. Una estructura precursora de acuerdo con la reivindicación 1 en la que dicha lámina de material acústico tiene un perímetro que define un rectángulo previamente a la conformación de dicha lámina de material acústico en dicha cápsula de diafragma.
13. Una estructura acústica que está adaptada para estar situada próxima a una fuente de ruido, comprendiendo dicha estructura:
 - 45 una estructura precursora como se define en la reivindicación 1; y
 - un adhesivo que une dicha superficie de anclaje a dicho tabique, cubriendo dicho adhesivo al menos una parte de dicha superficie de anclaje.
14. Una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 13, en la que el ancho de dicha superficie de anclaje es al menos 20 veces mayor que el grosor de dicha lámina de material acústico.
- 50 15. Una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 14 en la que el ancho de dicha superficie de anclaje es al menos de 0,127 cm.

16. Una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 13 en la que el grosor de dicha lámina de material acústico está entre 0,00254 cm y 0,254 cm.
17. Una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 14 en la que el grosor de dicha lámina de material acústico es de 0,0102 cm a 0,0152 cm.
- 5 18. Una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 13 en la que el ancho de dicha parte de reborde está entre 0,127 cm y 1,27 cm.
19. Una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 17 en la que el ancho de dicha parte de reborde es de al menos 0,508 cm.
- 10 20. Una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 13 en la que dicha lámina de material acústico comprende un tejido de malla abierta.
21. Una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 20 en la que dicho tejido de malla abierta comprende fibras de polímero monofilamento.
22. Una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 13 en la que al menos dos diafragmas están situados en dicha celda, estando situadas dichas cápsulas de diafragma a diferentes profundidades dentro de dicha celda.
- 15 23. Una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 13 que comprende múltiples cápsulas de diafragma que se encuentran en múltiples celdas en la que las cápsulas de diafragma se encuentran sustancialmente a la misma profundidad dentro de dichas celdas.
24. Una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 13 en la que dicha lámina de material acústico tiene un perímetro que define un rectángulo previamente a la conformación de dicha lámina de material acústico en dicha cápsula de diafragma.
- 20 25. Una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 13 que comprende adicionalmente un revestimiento perforado fijado al primer borde de dicho panel en panel de abejas y un revestimiento sólido fijado al segundo borde de dicho panel en panel de abejas.
- 25 26. Un procedimiento para la realización de una estructura precursora (10) para su uso en la realización de una estructura acústica que está adaptada para estar situada próxima a una fuente de ruido, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
 - proporcionar un panel en panel de abejas (12) que comprende un primer borde (14) que debe estar situado lo más próximo a dicha fuente de ruido y un segundo borde (16), comprendiendo adicionalmente dicho panel en panel de abejas (12) una pluralidad de tabiques (18) que se extienden entre dichos primer y segundo bordes,
 - 30 definiendo dichos tabiques (18) una pluralidad de celdas en la que cada una de dichas celdas tiene un área de sección transversal medida en perpendicular a dichos tabiques (18) y una profundidad definida por la distancia entre dichos primer y segundo bordes;
 - proporcionar al menos una lámina de material acústico que tenga un grosor y un perímetro;
 - 35 conformación de dicha lámina de material acústico en una cápsula de diafragma (22), teniendo dicha cápsula de diafragma (22) una parte de resonador (24) que tiene un borde exterior(25) para estar situado en dichos tabiques (18) y una parte de reborde (26) que se extiende entre dicho borde exterior (25) de dicha parte de resonador (24) y el perímetro de dicha lámina de material acústico, comprendiendo dicha parte de reborde (26) una superficie de anclaje, teniendo dicha superficie de anclaje un ancho en el que el ancho de dicha superficie de anclaje es sustancialmente mayor que el grosor de dicha lámina de material acústico; y
 - 40 la inserción de dicha cápsula de diafragma (22) en dicha celda de modo que dicha superficie de anclaje se ajuste por fricción contra dichos tabiques (18) y en el que el ancho de dicha superficie de anclaje es suficiente para proporcionar una fuerza de fricción adecuada entre dicha superficie de anclaje y dichos tabiques (18) para retener dicha cápsula de diafragma (22) dentro de dicha celda.
- 45 27. Un procedimiento para la realización de una estructura acústica que está adaptada para estar situada próxima a una fuente de ruido, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
 - realización de una estructura precursora de acuerdo con la reivindicación 26; y
 - unir de modo adhesivo dicha superficie de anclaje a dichos tabiques.
28. Un procedimiento para la realización de una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 27 que incluye las etapas adicionales de unir un revestimiento perforado al primer borde de dicho panel en panel de abejas y la unión de un revestimiento sólido al segundo borde de dicho panel en panel de abejas.
- 50 29. Un procedimiento para la realización de una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 27 en el que dicha lámina de material acústico que está conformada en dicha cápsula de diafragma tiene un perímetro que define un rectángulo.

30. Un procedimiento para la realización de una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 27 en el que dicha etapa de unir de modo adhesivo dicha superficie de anclaje a dichos tabiques comprende la inmersión de dicho panel en panal de abejas en un recipiente que incluye un adhesivo de modo que dicha parte de reborde, y no dicha parte de resonador, entre en contacto con dicho adhesivo.
- 5 31. Un procedimiento para la realización de una estructura acústica que comprende la etapa de aplicación de un adhesivo al menos a una parte de la superficie de anclaje de al menos una cápsula de diafragma situada en una estructura precursora de acuerdo con la reivindicación 1, para proporcionar una fijación por unión de dicha superficie de anclaje al tabique del panel en panal de abejas.
- 10 32. Un procedimiento para la realización de una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 31 que comprende las etapas adicionales de unión de un revestimiento perforado al primer borde de dicho panel en panal de abejas y la unión de un revestimiento sólido al segundo borde de dicho panel en panal de abejas.
- 15 33. Un procedimiento para la realización de una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 31 en el que dicha etapa de aplicación de un adhesivo a al menos una parte de dicha superficie de anclaje comprende la inmersión de dicha estructura precursora en un recipiente que incluye un adhesivo de modo que dicha parte de reborde, y no dicha parte de resonador, entre en contacto con dicho adhesivo.
34. Un sistema de una central eléctrica que comprende una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 13 que se encuentra próxima a un motor.
35. Una aeronave que comprende una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 13.
36. Una aeronave que comprende un sistema de central eléctrica de acuerdo con la reivindicación 34.
- 20 37. Un sistema de central eléctrica que comprende un motor a reacción y una barquilla para dicho motor a reacción en el que dicha barquilla comprende una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 13.
38. Un sistema de central eléctrica que comprende una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 25 que se encuentra próxima a un motor.
39. Una aeronave que comprende una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 25.
- 25 40. Una aeronave que comprende un sistema de central eléctrica de acuerdo con la reivindicación 38.
41. Un sistema de central eléctrica que comprende un motor a reacción y una barquilla para dicho motor a reacción en el que dicha barquilla comprende una estructura acústica de acuerdo con la reivindicación 25.





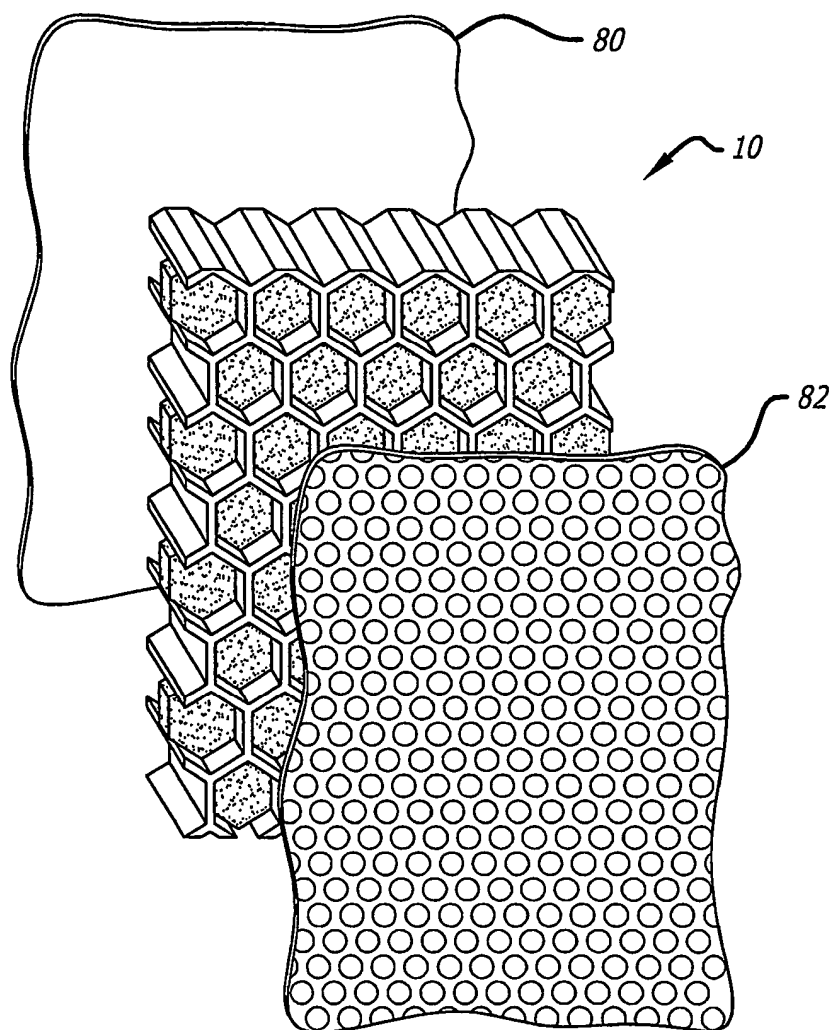


FIG. 8

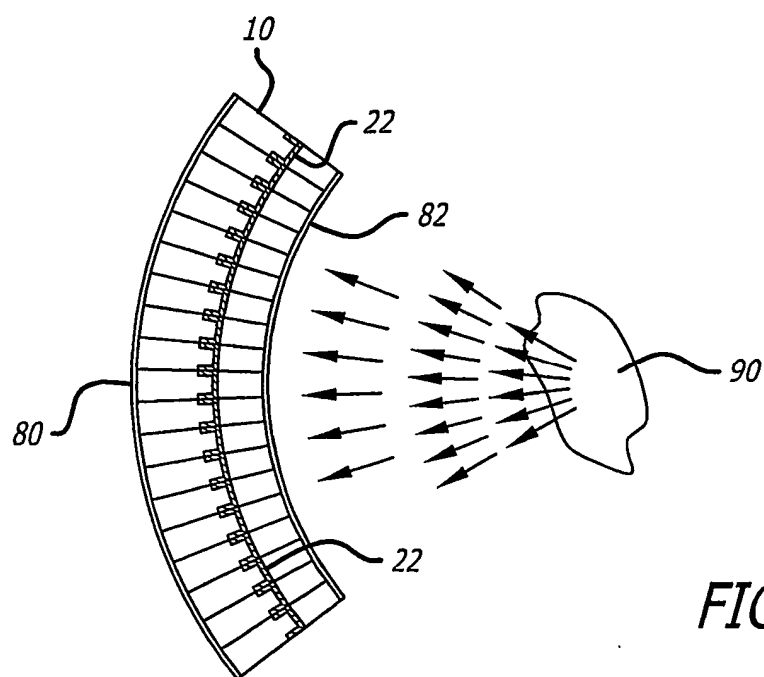


FIG. 9