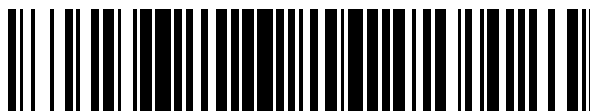


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 391 145**

51 Int. Cl.:

B64C 1/14

(2006.01)

B60J 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06814013 .6**

96 Fecha de presentación: **31.08.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1928732**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.06.2008**

54 Título: **Ventanilla de pasajeros estratificada que reduce la transmisión del ruido**

30 Prioridad:
28.09.2005 US 237106

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.11.2012

73 Titular/es:
THE BOEING COMPANY (100.0%)
100 North Riverside Plaza
Chicago, IL 60606-2016, US

72 Inventor/es:
RASSAIAN, MOSTAFA;
LEE, JUNG-CHUAN;
MONTGOMERY, JOSHUA M.;
PARE, SHAWN, M. y
CHRISTENSON, TERRY, N.

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 391 145 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

Ventanilla de pasajeros estratificada que reduce la transmisión del ruido.

5 La presente invención se refiere a una ventanilla estratificada de una plataforma móvil aerotransportada que reduce la vibración y las transmisiones de sonido hacia el interior del fuselaje de la plataforma móvil aerotransportada.

10 La reducción de las transmisiones de sonido al interior del fuselaje de una plataforma móvil aerotransportada (por ejemplo, un moderno avión a reacción) está resultando más que una preocupación para los fabricantes de aviones comerciales y sus clientes en un mercado internacional cada vez más competitivo. Los fabricantes de aviones comerciales y sus clientes están interesados en reducir el nivel de ruido dentro de su avión. Más específicamente, están interesados en reducir la cantidad de ruido que se transfiere desde el exterior del avión hacia el interior del mismo. El ruido se crea típicamente por el flujo turbulento a lo largo del fuselaje e irradiado desde el penacho de escape del motor. Un área del avión a través de la cual el ruido se transfiere típicamente es la pared lateral del fuselaje, incluyendo las ventanillas del avión y su área circundante. Si bien el ruido interior se considera indeseable en los aviones comerciales, los fabricantes de aviones y sus clientes están demandando simultáneamente aviones más livianos a fin de reducir costos, y aviones que tengan ventanillas más grandes a fin de aumentar la visibilidad externa y permitir que ingrese mayor cantidad de luz en la cabina del avión.

20 Aunque las ventanillas de avión actuales son en general satisfactorias para sus aplicaciones, cada una está asociada con su participación en las limitaciones. Históricamente, los fabricantes de aviones usaban materiales relativamente densos para reducir la cantidad de ruido que ingresaba en la cabina a través de las ventanillas y la zona circundante de las ventanillas. Esto significó el uso de materiales para ventanilla gruesos, transparentes o múltiples piezas de un material transparente para reducir la transmisión del ruido. El problema con las soluciones de la técnica anterior para el ruido interior es que los niveles de ruido dentro de la cabina permanecían en valores indeseables, el peso del avión no se estaba reduciendo, y el tamaño de la ventanilla, y de este modo la cantidad de luz interior natural, permanecía relativamente pequeña.

30 Continúa la necesidad en la técnica de una ventanilla para plataforma móvil aerotransportada que solucione las limitaciones asociadas con la técnica anterior, que incluya, pero no restringida a ellas, las limitaciones mencionadas anteriormente. Esto a su vez, dará por resultado una ventanilla de avión que reduce el ruido interior con relación a las ventanillas de avión existentes, conserva un peso relativamente liviano, y que es más grande en tamaño en comparación con las ventanillas de avión tradicionales para permitir que ingrese una mayor cantidad de luz en la cabina del avión. A partir del documento US 4.793.108 se conoce una ventanilla estratificada de plástico de capa intermedia encerrada para las cabinas de pasajeros de avión, que tiene una inserción de borde periférico para proporcionar un área adicional que soporta la cizalladura con respecto a la parte del borde periférico de la cámara de la capa externa de la ventanilla.

40 A partir del documento EP 0.869.057 A2 se conoce una transparencia de avión que absorbe el sonido, que incluye un conjunto de cristales fuera borda, un conjunto de cristales que absorben el sonido/amortiguan la vibración y un conjunto de marco espaciador para retener el conjunto de cristales fuera borda y el conjunto de cristales que absorben el sonido/amortiguan la vibración en una relación de enfrentamiento paralelo, generalmente espaciado, para proporcionar un espacio entre los mismos. El conjunto de cristales que amortiguan la vibración/absorben el sonido es un estratificado de múltiples capas que incluye un sustrato, una capa intermedia adhesiva dispuesta sobre una superficie del sustrato y un material de amortiguación del sonido que se dispone sobre la capa intermedia adhesiva y se adhiere mediante la capa intermedia adhesiva al sustrato. En una realización alternativa, la transparencia del avión de la presente invención incluye, además de lo anterior, un revestimiento electroconductor transparente interpuesto entre la capa intermedia adhesiva y el sustrato y facilita en contacto con el revestimiento electroconductor el paso de una corriente a través del revestimiento electroconductor para calentar el revestimiento lo suficiente como para eliminar o prevenir la acumulación de niebla, hielo, escarcha y similares en la transparencia del avión.

55 Es un objetivo de la presente invención proporcionar una ventanilla mejorada que reduzca el nivel de ruido dentro de una cabina de un avión.

El objetivo anterior se obtiene mediante una ventanilla de acuerdo con la reivindicación 1.

60 Se divulga una ventanilla para una plataforma móvil aerotransportada. Más específicamente, se divulgan las combinaciones de varias capas de ventanilla para uso en una plataforma móvil aerotransportada. Una ventanilla para una plataforma móvil aerotransportada tiene una capa interior de material transparente y una capa exterior de materiales transparentes que, junto con la capa interior, definen un espacio. El espacio puede ser una capa de aire o una capa de vacío. La capa externa puede ser además una capa múltiple de materiales transparentes, tales como una capa acrílica, una capa viscosa absorbente del ruido, de material transparente, y una capa de vidrio. Una junta de goma, es decir, una goma viscoelástica, alrededor del perímetro de las capas de la ventanilla suministra un marco de absorción del ruido y la vibración que además está rodeado de un canal en c que une periféricamente la junta de goma sobre tres de sus lados. El canal en c proporciona integridad estructural adicional a la ventanilla y actúa como

un miembro estructural para proporcionar soporte al fuselaje.

La invención se define en la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones subordinadas.

5 De acuerdo con otro aspecto, la invención se refiere al uso de la ventanilla anterior en un fuselaje de la plataforma móvil aerotransportada.

10 Las características, funciones, y ventajas se pueden obtener independientemente en varias realizaciones de la presente invención o se pueden combinar incluso en otras realizaciones.

La presente invención se entenderá por completo a partir de la descripción detallada y los dibujos adjuntos, en los que:

15 La figura 1 es una vista lateral de una plataforma móvil aerotransportada que representa una zona de la ventanilla del pasajero;

La figura 2A es una vista en perspectiva de una ventanilla de avión que tiene un marco de anillo en c;

La figura 2B es una vista en sección transversal del marco de anillo en c de la ventanilla de avión de la figura 2A;

20 La figura 3A es una vista en sección transversal de la configuración de una ventanilla de avión de la técnica anterior;

La figura 3B es una vista en sección transversal de la configuración de una ventanilla de avión que no está de acuerdo con la invención;

25 La figura 3C es una vista en sección transversal de la configuración de una ventanilla de avión que no está de acuerdo con la invención;

La figura 3D es una vista en sección transversal de la configuración de una ventanilla de avión de acuerdo con la primera realización de la presente invención;

La figura 3E es una vista en sección transversal de la configuración de una ventanilla de avión de acuerdo con una segunda realización de la presente invención;

30 La figura 4 es un gráfico de la densidad espectral de la potencia de velocidad promedio (PSD) sobre una frecuencia de banda ancha para las configuraciones de ventanilla de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención;

La figura 5 es un gráfico de la reducción de vibración (db) sobre un intervalo de frecuencia de banda ancha para la configuración de la ventanilla que emplea una capa de material viscoelástico, con relación a la configuración de la técnica anterior;

35 La figura 6 es un gráfico de la densidad espectral de la potencia de velocidad promedio (PSD) sobre una frecuencia de banda ancha para varias configuraciones de ventanilla; y

La figura 7 es un gráfico de la densidad espectral de la potencia de velocidad promedio (PSD) sobre una frecuencia de banda ancha para varias configuraciones de ventanilla que emplean un anillo en c más rígido.

40 La siguiente descripción de las realizaciones preferidas es meramente de naturaleza ejemplar y de ninguna manera pretende limitar la invención, su aplicación, o usos. Volviendo ahora a la figura 1, se representa una plataforma móvil aerotransportada 10 (por ejemplo, un avión). El avión tiene un fuselaje 12, un ala 14 unida al fuselaje 12, un motor 16 unido al ala 14, un área de escape 18 del motor y una zona de ventanilla 20, localizada justo por encima del ala 14, que tiene una multitud de ventanillas de pasajeros 22. En un avión 10 que tiene la configuración de ventanilla descrita, el ruido de una variedad de orígenes puede penetrar a través de las ventanillas de pasajeros 22 y sus marcos circundantes 23 de ventanillas.

50 Una fuente de este tipo es el penacho de escape que se origina en la zona de escape del motor 18, desde donde se irradia el ruido hacia afuera desde el penacho para un número de diámetros de motor detrás del motor 16. El ruido del motor es una preocupación clave en la cabina de popa del avión durante el despegue, el ascenso y a altitudes de crucero. Además, el ruido se genera en la capa límite de fluido del avión a medida que se mueve a través del aire durante el vuelo. Esta fuente de ruido es evidente a través del avión a altitudes de crucero. La capa límite es esa capa de fluido en la inmediata cercanía de una superficie límite. Para el ala de un avión, la capa límite es la parte del flujo inmediatamente adyacente al ala, y para el fuselaje, la parte del flujo inmediatamente adyacente al fuselaje. El efecto de la capa límite se origina en la región en la cual todos los cambios se producen en el patrón de flujo, por ejemplo, donde la capa límite origina distorsión en el flujo no viscoso circundante.

60 Para la generación de ruido compuesto, la capa límite se suma además al grosor efectivo del avión, a través del grosor de desplazamiento, el cual aumenta la resistencia aerodinámica de presión del avión. Además, las fuerzas de deslizamiento en la superficie del ala del avión crean resistencia aerodinámica de fricción superficial. Las alas más grandes en general crean una resistencia aerodinámica mayor. Dado que los motores se usan para superar la resistencia aerodinámica acumulada a fin de mover el avión a través del aire, a medida que aumenta la resistencia aerodinámica, los motores deben trabajar más duro para superar la resistencia aerodinámica, lo que aumenta el ruido. Además, a medida que aumenta el tamaño del avión, el tamaño del motor usualmente aumenta, lo cual aumenta el ruido que se genera. Esto destaca la fuerte dependencia del diseño acústico de un avión de la

aerodinámica y la propulsión. Finalmente, la presencia del ruido dentro del interior del avión es indeseable, y la presente invención se puede usar para reducir un nivel de ruido indeseable, tal como un nivel que es creado por un avión grande, hasta un nivel que sea deseable o al menos aceptable.

5 Para reducir el nivel de ruido detectable en el interior de un fuselaje para un avión dado, se han desarrollado varias configuraciones de panel de material de ventanilla, de acuerdo con la presente invención. Las configuraciones del material del panel de ventanilla son además conocidas como formaciones de ventanilla o estratificadas, moldeados de ventanilla, o simplemente como moldeados. Volviendo ahora a las figuras 2A y 2B, se explicarán las partes de ventanilla que forman una parte de una ventanilla de avión 22. La figura 2A representa un marco de ventanilla 23 de una ventanilla 22 de la zona de ventanilla 20, y la Figura 2B representa un anillo estructural 24 en c, o un canal en c, del perímetro de la ventanilla que forma el marco 23 de la ventanilla. El marco 23 de la ventanilla está definido por un anillo en c 24 que se forma en general por una pestaña externa 30 y una banda 32. El anillo en c 24 tiene una pestaña o brida de montaje 26, la cual atraviesa el perímetro de la ventanilla 22, y tiene una superficie interna 48 de pestaña de montaje y una superficie externa 46 de pestaña de montaje que se usan con el fin de alinear y montar la ventanilla. Continuando con el anillo en c 24, la pestaña externa 30 se denomina pestaña externa porque en general se enfrenta al exterior del fuselaje cuando está instalada la ventanilla 22. La pestaña externa 30 tiene una superficie interna 38 de pestaña externa y una superficie externa 40 de pestaña externa.

La banda 32 no sólo mezcla, o une, la pestaña de montaje 26 y la pestaña externa 30, sino que proporciona rigidez, soporte y resistencia para el anillo en c resultante 24. La banda 32 y la pestaña externa 30 proporcionan un cierre parcial para una junta de goma viscoelástica, que se va a explicar más adelante, que se apoya contra la superficie interna 34 de la banda y la superficie interna 38 de la pestaña externa. La banda 32 tiene una superficie interna de banda 34 y una superficie externa de banda 36. La rigidez o dureza del anillo en c 24 es proporcionada en forma acumulativa por la pestaña externa 30, la banda 32, y la pestaña de montaje 26. El anillo en c 24 puede fabricarse a partir de un material rígido, liviano, tal como aluminio o titanio, u otro material de metal o no-metal. Con respecto a los pesos, el material específico será menos denso que la mayoría de los metales o no metales en su respectiva categoría. Como se explicará más adelante, hacer el anillo en c 24 más rígido puede proporcionar beneficios en términos de reducción de ruido. Para producir el anillo en c 24 relativamente más rígido, se podría usar un material diferente de aluminio o no aluminio para avión. En forma alternativa, una sección transversal más gruesa de un material dado se podría usar con fines de rigidez.

Antes de volver a la estructura y a los trabajos operativos de las configuraciones de la capa de la ventanilla de la presente invención, se examinará brevemente una revisión de la construcción de una ventanilla de la técnica anterior. La figura 3A describe una ventanilla de avión 50 de la técnica anterior que tiene capas transparentes como piezas estratificadas que constituyen el área transparente 52. La ventanilla 50 está delimitada alrededor de su perímetro por el marco del canal en c 24. Contra el canal en c 24 hay una primera junta de goma 58, y una segunda junta de goma 60. Las juntas de goma 58, 60 están situadas en forma similar en el sentido de que las juntas 58, 60 constituyen una única junta continua que atraviesa la parte interior de la ventanilla 50 y une las piezas estratificadas de la ventanilla, las cuales se describirán a continuación.

El área transparente 52 de la ventanilla de la técnica anterior 50 está compuesta de una capa acrílica media 62, un espacio de aire central 64, y una capa acrílica externa 66. Las capas de material se mantienen en su lugar mediante una presilla de retención. La capa acrílica externa 66 es generalmente la capa que puede estar expuesta a los elementos en el exterior del avión, mientras que la capa acrílica media 62 es la capa que se encuentra adyacente a un cristal contra el polvo transparente (que no se muestra). Un pasajero puede tocar el cristal contra el polvo transparente cuando una cubierta para polvo retráctil no transparente (que no se muestra) está en su posición retraída adyacente a un pasajero. Las capas acrílicas 62, 66 están delimitadas alrededor de sus periferias por las juntas de goma 58, 60, que definen el espacio de aire 64 junto con las capas acrílicas 62, 66. Las juntas de goma 58, 60, en cierto grado, aíslan el ruido que pueda propagarse dentro del moldeado de la ventanilla y actúan como un amortiguador para amortiguar el ruido que pueda propagarse inicialmente hacia y dentro de la junta.

En la técnica anterior de la figura 3A, la capa acrílica externa de 8,89 mm (0,35"), la capa de aire de 6,86 mm (0,27"), y la capa acrílica media de 5,59 mm (0,22") fueron las mediciones respectivas tomadas sobre una ventanilla de prueba, explicándose los resultados de esta prueba más adelante. Una limitación de la ventanilla de la técnica anterior de la figura 3A es el nivel de ruido transmitido a través de sus cristales. La realizaciones de la presente invención se compararán con la figura 3A de la técnica anterior, conocida además como la ventanilla de línea de base o el moldeado.

Volviendo ahora a los trabajos operativos de la presente invención, las figuras 3B-3E representan varias configuraciones de la capa de la ventanilla donde las figuras 3B y 3C son sólo ejemplos, mientras que las figuras 3D y 3E muestran una primera y una segunda realizaciones de la invención, respectivamente. Antes de la descripción detallada de las figuras 3B-3E, debe observarse que las vistas en sección transversal representan un anillo en c 24 y una junta de goma 102 en cada lateral de la ventanilla. Si bien se describe como tal, cada anillo en c 24 y junta de goma 102 son en realidad una única pieza continua de material que atraviesa la periferia completa de la ventanilla 22 formada de láminas. Además, aunque la junta de goma 102 se muestra apoyándose en el anillo en c 24 en lugares, una separación de aproximadamente 0,76 mm (0,03") hasta más de 2,54 mm (0,1") entre la junta de goma y

el anillo en c 24 puede existir en algunas aplicaciones. Una ventanilla en forma ovalada y una ventanilla con forma rectangular con esquinas redondeadas son ejemplos de ventanillas de acuerdo con las realizaciones de la presente invención; sin embargo, la invención no se limita a estas formas y se pueden usar otras formas de ventanilla.

5 La figura 3B describe una vista en sección transversal de un ejemplo de una ventanilla de avión 100. La ventanilla de avión 100 tiene múltiples capas transparentes emparedadas entre un anillo en c 24 que forma un marco que está aislado con una junta de goma 102. Las capas de material se mantienen en su lugar por una presilla de retención 25, y no necesariamente alguna fuerza proporcionada por el anillo en c 24. A lo largo de las realizaciones de la invención, se usa acrílico como un ejemplo de material transparente usado como cristales en la ventanilla; sin embargo, el acrílico podría ser cualquier plástico transparente adecuado, por ejemplo, policarbonato. La disposición de las capas transparentes desde el exterior 104 del fuselaje de avión hacia el interior 106 del fuselaje de avión es: una primera capa acrílica externa 112, una capa o espacio de aire 110, y una segunda capa acrílica interna 108. En la industria de la aviación, la capa interna algunas veces se denomina capa media. A los fines de probar con respecto a la presente invención de acuerdo con la figura 3B, la capa acrílica externa 112 es de 12,95 mm (0,51"), la capa de aire 110 es de 6,86 mm (0,27"), y la capa acrílica interna 108 es de 5,59 mm (0,22"). Las capas 108, 110, 112 están aseguradas dentro del anillo en c 24 y contra la junta de goma 102. Las capas 108, 110, 112 están diseñadas de modo que las ondas de ruido que viajan en la trayectoria que se indica mediante la flecha 114, pueden o bien ser atenuadas hasta cierto grado o ser detenidas completamente antes de alcanzar el área interna 106. Más ventajas específicas, en términos de la respuesta de frecuencia de banda ancha, se explicarán más adelante, con relación a las realizaciones de la invención.

La junta de goma 102 proporciona amortiguación de vibración tanto en el cristal externo 112 como en el cristal medio 108. Esto reduce el ruido transmitido a través del área transparente 110. Además minimiza la vibración, la cual se origina como ruido fuera del fuselaje 12, al evitar que pase desde las capas transparentes de material al anillo en c 24 y a continuación al interior del fuselaje 106. Cuando una capa del material de ventanilla sobresale dentro de la junta de goma 102, la ventaja es que cuanto más goma sobresale alrededor y en contacto con las capas individuales de material 108, 112, mayor es la amortiguación del ruido y la vibración que la goma puede proporcionar a la capa respectiva de material. Es decir, para las vibraciones que se propagan al borde del material, la junta de goma 102 puede amortiguar estas vibraciones dado que la junta de goma 102 se pone en contacto con el borde del material. Esta trayectoria a través del anillo en c 24, hacia dentro de la junta de goma 102, al acrílico externo 112 y hacia dentro de la junta de goma 102 se observa mediante la flecha 111. Dado que la junta de goma 102 está dispuesta de esta manera, se puede originar la amortiguación del ruido y la vibración.

Otra trayectoria de propagación de ruido, desde el exterior del avión 104 hacia la junta de goma 201 se observa mediante la flecha 116. La junta de goma 102 se encuentra dentro del anillo en c 24. La pestaña 30 y la banda 32 proporcionan soporte a la junta de goma 102, lo cual ayuda a asegurar las capas 108, 110, 112 de la ventanilla. La ventaja de la ventanilla 100 sobre la ventanilla de la línea de base de la figura 3A es que se obtiene un aumento en la amortiguación del sonido, al menos debido a su capa externa más gruesa 112 y su borde más grande que se apoya contra la junta de goma 102. Al amortiguar o eliminar el ruido, aumenta el confort del pasajero dentro del avión. En el caso de la trayectoria del ruido 116, el ruido puede propagarse a través de la capa externa 112, pero posteriormente será parcial o completamente amortiguado por la junta de goma 102.

Volviendo ahora a la figura 3C, la ventanilla 120 tiene un número mayor de capas, de tres a cuatro, sobre la ventanilla 100 del ejemplo anterior. Las capas y los espesores como se probaron del ejemplo que se muestra en la figura 3C, desde el exterior del fuselaje 104 hasta el interior del fuselaje 106 son: una capa acrílica 122 que es de 8,89 mm (0,35") de espesor, una capa de vidrio 124 que es de 0,64 mm (0,025") de espesor, una capa de aire 126 que es de 6,86 mm (0,27") y una segunda capa acrílica 128 que es de 5,59 mm (0,22") de espesor. Una ventaja de la segunda ventanilla 120 sobre la primera ventanilla 100 es una disminución en la respuesta de frecuencia de banda ancha sobre algunas frecuencias y respuestas muy similares sobre el equilibrio de las frecuencias, lo cual se explicará más adelante. En breve, hay un aumento en la amortiguación del sonido con el segundo ejemplo.

Prosiguiendo con la comparación de la ventanilla 100 y la ventanilla 120, se puede observar que la ventanilla 100 tiene un cristal acrílico externo de 12,95 mm (0,51") de espesor, mientras que la ventanilla 120 tiene un cristal acrílico externo que es de 8,89 mm (0,35") de espesor y un cristal de vidrio 124 que es de 0,64 mm (0,025") de espesor. La ventaja es que la combinación de estos dos últimos cristales, para un espesor total de 9,5 mm (0,375") proporciona la misma cantidad de rigidez estructural que el cristal acrílico del primer ejemplo, que es de 12,95 mm (0,51") de espesor. La diferencia total en el espesor de la ventanilla es de 3,43 mm (0,135"), de modo que la ventanilla 120 es más delgada y proporciona una reducción de ruido comparable a la del primer ejemplo, como se explicará más adelante. Más aún, dado que la ventanilla 120 mantiene el mismo nivel de rigidez estructural e integridad que la ventanilla 100, el espesor disminuido es una ventaja.

La Figura 3D representa una ventanilla 140 de una primera realización de la presente invención. La ventanilla 140 de la primera realización tiene cinco capas transparentes situadas adyacentes unas a otras para formar el área transparente de la ventanilla. Desde el exterior 104 del fuselaje hacia el interior 106 del fuselaje, se probó el espesor específico de las capas transparentes respecto de sus ventajas de amortiguación de sonido y estructurales. Las

capas probadas consistían de una capa acrílica 142 que es de 5,59 mm (0,22") de espesor, una capara de uretano 144 que es de 1,27 mm (0,05") de espesor, una capa de vidrio 146 que es de 3,05 mm (0,12") de espesor, una capa de aire 148 que es de 6,86 mm (0,27") de espesor, y una segunda capa acrílica 150 que es de 5,59 mm (0,22") de espesor. Como en el ejemplo anterior, estas capas se colocaron entre una junta de goma 102, que rodeaba las capas y se apoyaba contra el perímetro interior del anillo en c 24. La junta de goma 102 se ajusta dentro de la pestaña externa 30 y la banda 32. A frecuencias específicas, esta ventanilla 140 proporciona ventajas de amortiguación del sonido sobre los ejemplos anteriores, como se explicará más adelante. Uretano, tal como el uretano que se usa en esta realización, es generalmente un material cuyas propiedades dependen del tiempo, la temperatura y la frecuencia. Además, como un material de capa intermedia, en lugar de uretano se podría usar un material vinílico o de silicio para unir sus materiales adyacentes y proporcionar ventajas de amortiguación del sonido. Más aún, para la presente realización, el uretano posee típicamente un factor de pérdida de alrededor de 0,06, pero con un módulo constante de, por ejemplo, 68947 hPa (1000 psi), y una relación de amortiguación total constante. Como se indicó previamente, y es aplicable a la primera realización, la junta de goma puede formar en realidad una leve separación con el anillo en c 24, en oposición a la junta de goma que se apoya firmemente en el anillo en c 25, dado que la presilla de retención 25 asegura las capas de la ventanilla.

La figura 3E representa una vista en sección transversal de una ventanilla 160 de acuerdo con la segunda realización de la presente invención. Al igual que la primera realización, la ventanilla 160 de la segunda realización tiene también cinco capas de material transparente que conlleva la estructura moldeada. Desde el exterior 104 del fuselaje hasta el interior 106 del fuselaje, las capas son: una capa acrílica 162 que es de 5,59 mm (0,22") de espesor, una capa de viscosa 164 que es de 1,27 mm (0,05"), una capa de vidrio 166 que es de 3,05 mm (0,12") de espesor, una capa de aire 168 que es de 1,78 mm (0,27") de espesor, y una segunda capa acrílica interna 170 que es de 5,59 mm (0,22") de espesor. Al igual que la otra realización, las capas transparentes se sitúan entre una junta de goma 102, la cual rodea y se apoya contra las capas. La junta de goma 102 se monta a continuación contra el perímetro interno del anillo en c 24 dentro de un área delimitada por la banda 32 y la pestaña externa 30. Como la realización anterior, la ventanilla de la segunda realización proporciona también ventajas relacionadas con las características de amortiguación del sonido.

Con respecto al material viscoelástico usado en la presente invención, este es un material que tiene un alto factor de pérdida de amortiguación, generalmente más grande que uno ("1,0") – y generalmente posee un módulo bajo cuando se compara con el metal. Cuando se usa en las realizaciones de la presente invención, un material viscoelástico es uno en el cual las deformaciones por esfuerzo cortante debido a las deflexiones (por ejemplo, vibraciones) se convierten en calor, el cual sirve como mecanismo de pérdida o amortiguación.

Antes de volver a las ventajas de las estructuras anteriores, se proporcionará una explicación de los parámetros de evaluación aplicados a las realizaciones de la presente invención. Densidad espectral de Potencia (PSD) fue el medio usado para medir y evaluar las características de amortiguación del sonido de las diversas estructuras. PSD es la cantidad de potencia por unidad (densidad) de frecuencia (espectral) como una función de la frecuencia y describe cómo la potencia (o varianza) de una serie de tiempos se distribuye con la frecuencia, es decir la PSD dicta qué frecuencias contienen una potencia de señal. Matemáticamente, se define como la Transformada de Fourier de la secuencia de autocorrelación de la serie de tiempos. Una definición equivalente de PSD es el módulo cuadrático de la transformada de Fourier de la serie de tiempos, escalado por un término constante apropiado. Siendo la potencia por unidad de frecuencia, las dimensiones son las de una potencia dividida por Herz.

A continuación, las figuras 4 a 7 se usarán para explicar los trabajos operativos, rendimientos y ventajas de las diversas realizaciones. La figura 4 es un gráfico de la densidad espectral de la potencia de velocidad promedio (PSD) sobre una frecuencia de banda ancha para las configuraciones de ventanilla de acuerdo con las enseñanzas de la presente invención. Los resultados de la figura 4 se basan en la prueba de una ventanilla aislada, es decir, una ventanilla en aislamiento, usando el método de los elementos finitos (FEM). La figura 4 revela que el modelo de línea de base de la figura 3A de la técnica anterior tiene la PSD de velocidad más elevada para la mayoría de la banda de frecuencias, y la ventanilla con una visco-capa en ella tiene la respuesta de PSD de velocidad más baja. Los resultados comparativos con respecto a la ventanilla de línea de base revelan que la reducción de la PSD de velocidad promedio de la ventanilla con la capa de material viscoso es significativa (aproximadamente 11,3 dB a 160 Hz), véase la figura 5. Esto se debe a la mejora del amortiguamiento modal y la mayor rigidez del modelado de la ventanilla, proporcionado por el anillo en c 24.

Como puede observarse a partir de la figura 4, la ventanilla 160 de la segunda realización de la figura 3E que tiene, en parte, una capa acrílica 162 de 5,59 mm (0,22"), una capa de material viscoso 164 de 1,27 mm (0,05"), y una capa de vidrio 166 de 3,05 mm (0,12"), todas adyacentes al exterior del fuselaje, amortigua los niveles de vibración a través de un intervalo de frecuencias efectivamente más amplio. Además en la figura 4 se representa que la ventanilla 140 de la primera realización obtiene un elevado nivel de amortiguación de los niveles de vibración a través de un intervalo de frecuencias amplio. La ventanilla 140 de la primera realización, que se representa en la figura 3DE, tiene en parte, adyacente al exterior del fuselaje, una capa acrílica 142 de 5,59 mm (0,22"), una capa de material de uretano 144 de 1,27 mm (0,05"), y una capa de vidrio 146 de 3,05 mm (0,12"). De acuerdo con los resultados del gráfico de la figura 4, mientras la ventanilla 140 de la primera realización y la ventanilla 160 de la segunda realización de las figuras 3D y 3E, respectivamente, muestran una excelente reducción de la vibración a

través de un amplio intervalo de frecuencias, con relación a las otras realizaciones, la ventanilla 100 de la figura 3B presenta una excelente reducción de vibración para un estrecho intervalo de frecuencias, aproximadamente 300-390 herz. La ventanilla 100 emplea una pieza de acrílico de 12,95 mm (0,51") de grosor adyacente al exterior del fuselaje 104. Como representa la figura 4, para casi cada frecuencia en las pruebas de ventanilla aisladas que involucran diferentes composiciones del vidrio externo, las realizaciones de la presente invención dieron mejor rendimiento que el de la ventanilla de línea de base existente. A los fines de la presente invención, la expresión "vidrio externo" es conocida como las capas de material que se encuentran entre el espacio de aire de 6,86 mm (0,27") de la ventanilla y el exterior del fuselaje 104. Por lo tanto, el "vidrio externo" puede tener más de una capa de material.

La figura 5 es un gráfico de comparación que muestra la reducción de vibración, en decibeles (dB), obtenido con la ventanilla 160 de la segunda realización que tiene un cristal externo de acrílico de 5,59 mm (0,22"), visco-material de 1,27 mm (0,05"), y vidrio de 3,06 mm (0,12"). Esta ventanilla particular, conocida como la "ventanilla visco-elástica", se muestra en la Figura 3E. La reducción de vibración se calcula usando la siguiente fórmula:

$$\text{Reducción (dB)} = 20 \log (X_2/X_1)$$

donde X_1 es la PSD de velocidad de la ventanilla de la técnica anterior de la figura 3A y X_2 es la PSD de velocidad de la ventanilla 160 de la cuarta realización. Si bien el cálculo se realizó en términos de velocidad estructural, se supone que la velocidad normal de la ventanilla es directamente proporcional a la presión acústica irradiada. Por lo tanto, la reducción del ruido asociada con la ventanilla de la segunda realización también está representada por la figura 5.

Los resultados representados en la figura 5 se refieren a la ventanilla de línea de base de la figura 3A. Como ejemplo, la ventanilla viscoelástica de la segunda realización amortigua 6 decibeles más a 200 Hz que la ventanilla conocida de la figura 3A. Como se muestra, para la mayor parte del intervalo de banda ancha de aproximadamente 20 Hz a 1.400 Hz, la ventanilla viscoelástica 160 de la segunda realización responde en forma mucho más favorable, en términos de amortiguación de vibración y reducción de la transmisión del ruido, que la ventanilla de línea de base. En realidad, el análisis de la ventanilla viscoelástica de la figura 5 muestra la reducción de vibración más ventajosa por debajo de 250 Hz y por encima de 700 Hz.

A fin de mejorar el beneficio por encima de 250 Hz, la presente invención introduce una capa de vacío entre los cristales externo y medio. El efecto de evacuar el aire entre los dos cristales desacopla efectivamente los cristales en un intervalo de frecuencias amplio. La capa de vacío, si se usa, en todas las realizaciones puede ser o bien una evacuación total o parcial de gas de entre los cristales medio y externo. Sin el vacío, cuando el cristal externo se flexiona o vibra durante el vuelo del avión, hace que el aire entre el cristal medio y el externo actúe como un resorte y es un medio para transmitir energía del ruido de la vibración comprimiendo y expandiendo de manera correspondiente. Esto ejerce una fuerza sobre el cristal medio y lo hace vibrar y transmitir ruido dentro de la cabina de pasajeros. Cuando los cristales son desacoplados por una capa de vacío, la transmisión de la energía del ruido se desacopla efectivamente y disminuye. Sin embargo, hay energía de vibración transmitida a través del límite de los cristales de la capa de la ventanilla en la zona de la junta de goma.

Volviendo a la figura 6, los resultados de la prueba usando el método de elementos finitos sobre una ventanilla aislada que tiene una capa de vacío entre las capas de acrílico externa y la de acrílico media revela que una ventanilla con un vacío entre los cristales físicos tiene una gran ventaja sobre otras ventanillas con respecto a la amortiguación del sonido. La ventaja se atribuye al resultado de que el sonido no se transmite a través de un vacío. Con referencia al moldeado de la ventanilla de la figura 3E, la capa de aire se realizó dentro de una capa de vacío. Al examinar las curvas de trazos discontinuos de la figura 6, las cuales son un análisis realizado sobre una ventanilla de avión modelo 787, se muestra una reducción drástica en la respuesta del ruido. Los gráficos de trazos discontinuos de la figura 6 son los resultados de análisis realizados sobre un modelo de ventanilla aislada, mientras que los gráficos de trazo continuo son las respuestas resultantes de un modelo del área de la ventanilla completa, es decir una ventanilla no aislada. En la actualidad, el modelo del área de ventanilla completa consistió de un grupo de tres vanos de ventanillas.

Se esperó que la ventanilla del 787 con una capa de vacío entre los cristales proporcionara una ventaja sobre las otras ventanillas. Esto es evidente observando los gráficos de trazo discontinuo de la figura 6, donde el modelo aislado 787 con vacío muestra una respuesta que es más deseable que su contrapartida de no vacío. Sin embargo, cuando la capa de vacío se incorporó dentro de un modelo de área de ventanilla completa, se obtuvieron los resultados descritos por los gráficos de trazo continuo. El beneficio debido al vacío se redujo, particularmente a bajas frecuencias. En un intento por reproducir el rendimiento del modelo aislado 787 con vacío en el modelo del área de la ventanilla, se investigó un anillo en c más rígido. Los efectos de un anillo en c más rígido se muestran en la figura 7.

Investigación y prueba adicionales de un modelo de ventanilla aislada revelan que la trayectoria primaria de la vibración desde el cristal externo hacia el cristal medio es a través de la junta de goma. Además, la mayoría de la vibración es absorbida por el límite del cristal externo, pero la vibración se propaga en forma más eficiente al cristal

5 medio a través del anillo en c. La figura 7 muestra los resultados de un anillo en c más rígido, de modo que el anillo en c más rígido es efectivo en desacoplar más los cristales medio y externo, como se desee. Estos resultados indican que si bien un vacío entre los cristales de la ventanilla es efectivo para reducir la vibración sobre el cristal medio, la rigidez del anillo en c del marco de la ventanilla proporciona beneficios adicionales en la reducción de la vibración y el sonido.

10 La figura 7 muestra los resultados para un modelo completo 787, un modelo completo 787 con una capa de vacío entre los cristales externo y medio y un modelo 787 con una capa de vacío y un anillo en c rígido. A partir de la figura 7, los gráficos de trazo lleno son ejemplos de modelos de área completa, igualmente modelos de tres vanos, mientras que el gráfico de trazo discontinuo indica la prueba sobre lo que es esencialmente una ventanilla aislada. Si bien es un modelo completo, dado que el anillo en c es rígido en el análisis de elementos finitos, cada ventanilla en el modelo también está aislada, lo que da por resultado una respuesta de amortiguación más favorable, es decir, aumentada.

REIVINDICACIONES

1. Una ventanilla (140; 160) que comprende:
 - 5 una primera capa externa (142; 162) de material transparente;
una segunda capa interna (150; 170) de material transparente, paralela a la primera capa externa (142; 162);
una junta de goma (102) adyacente a la primera capa (142; 162) y a la segunda capa (150; 170);
10 una tercera capa (148; 168) de material transparente entre la primera y la segunda capas; en la que la tercera capa (148; 168) es menos densa que la primera y la segunda capas, en la que la tercera capa (148; 168) es un espacio de vacío;
una cuarta capa (146; 166) de material transparente, dispuesta entre la primera capa transparente (142; 162) y la tercera capa transparente (148; 168); y
15 una quinta capa (144; 164) de material transparente dispuesta entre la cuarta capa transparente (146; 166) y la primera capa (142; 162), y
en la que la quinta capa (144; 164) de material transparente es un material viscoso que tiene un factor de pérdida de amortiguación mayor que 1,0.
- 20 2. El uso de la ventanilla de la reivindicación 1 como una ventanilla en un fuselaje de plataforma móvil aerotransportada.
3. La ventanilla de la reivindicación 1, que además comprende una presilla de retención que mantiene a la primera capa (142; 162) y a la segunda capa (150; 170) en su posición o lugar.
- 25 4. La ventanilla de la reivindicación 1, en la que la primera capa (142; 162) de material transparente se introduce en la junta de goma (102), y
en la que los bordes periféricos de la segunda capa (150; 170) de material transparente se introduce en la junta de goma (102) más lejos que la tercera capa (148; 168).
- 30 5. La ventanilla de la reivindicación 1, en la que los bordes periféricos de la cuarta capa se introduce en la junta de goma (102).
6. La ventanilla de la reivindicación 1, en la que los bordes periféricos de la quinta capa se introduce en la junta de goma (102).
- 35 7. La ventanilla de la reivindicación 1, en la que la primera capa (142; 162) está fabricada de una capa acrílica (162) y la cuarta capa (146; 166) está fabricada de una capa de vidrio (166).

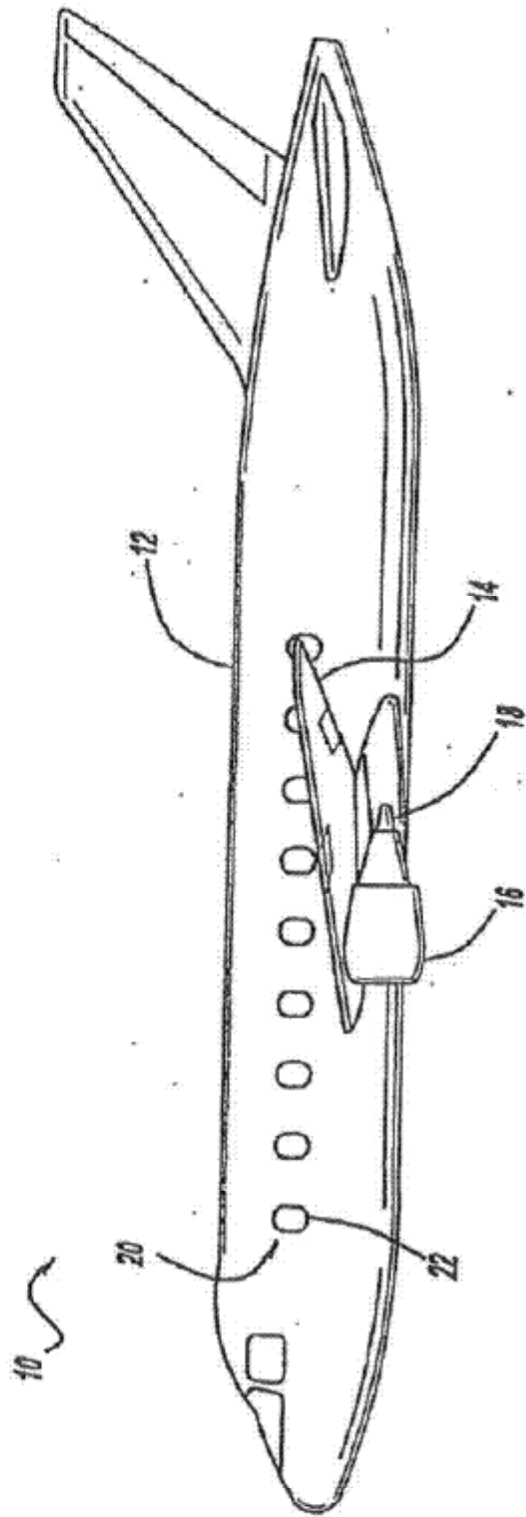


FIG-1

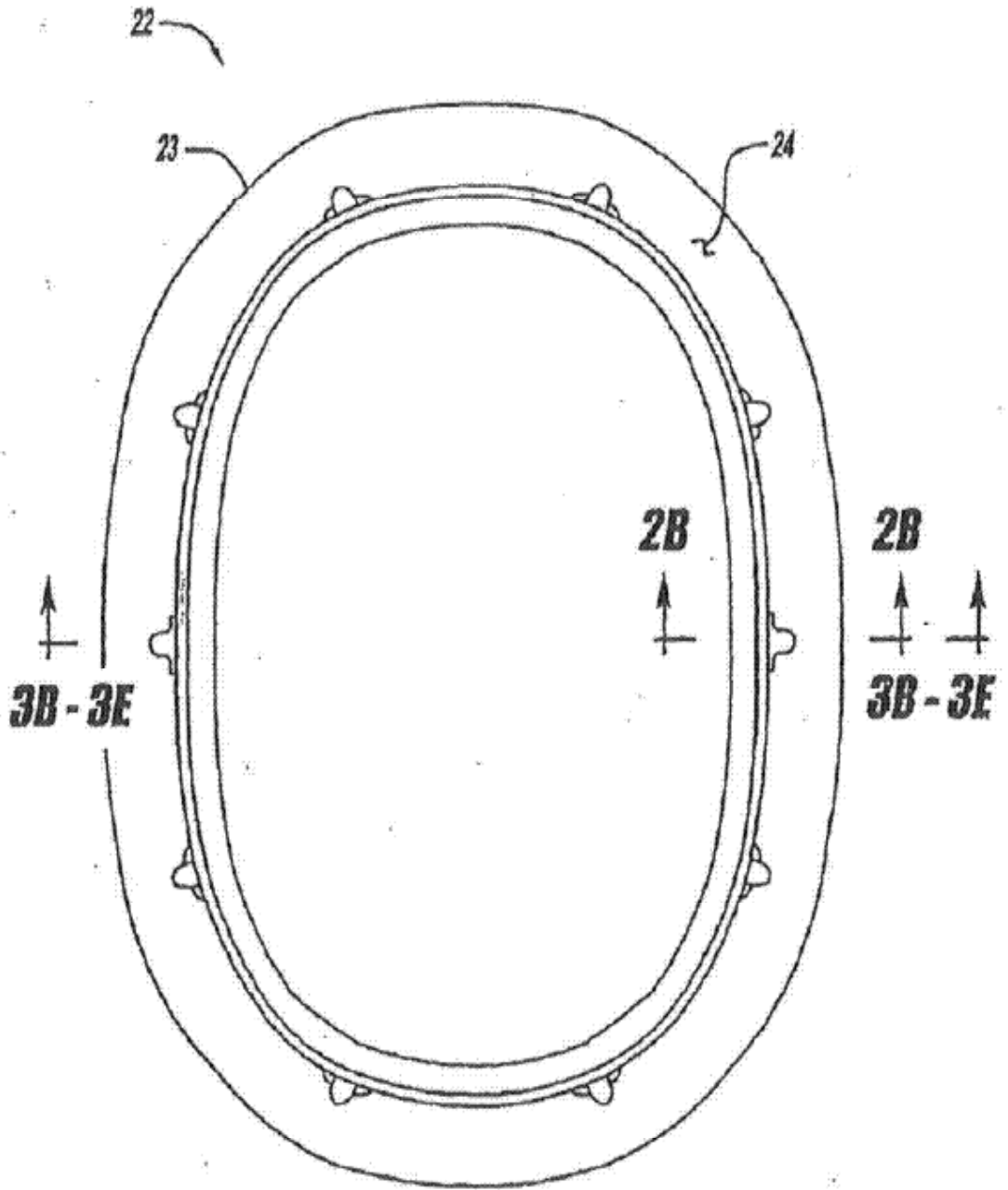
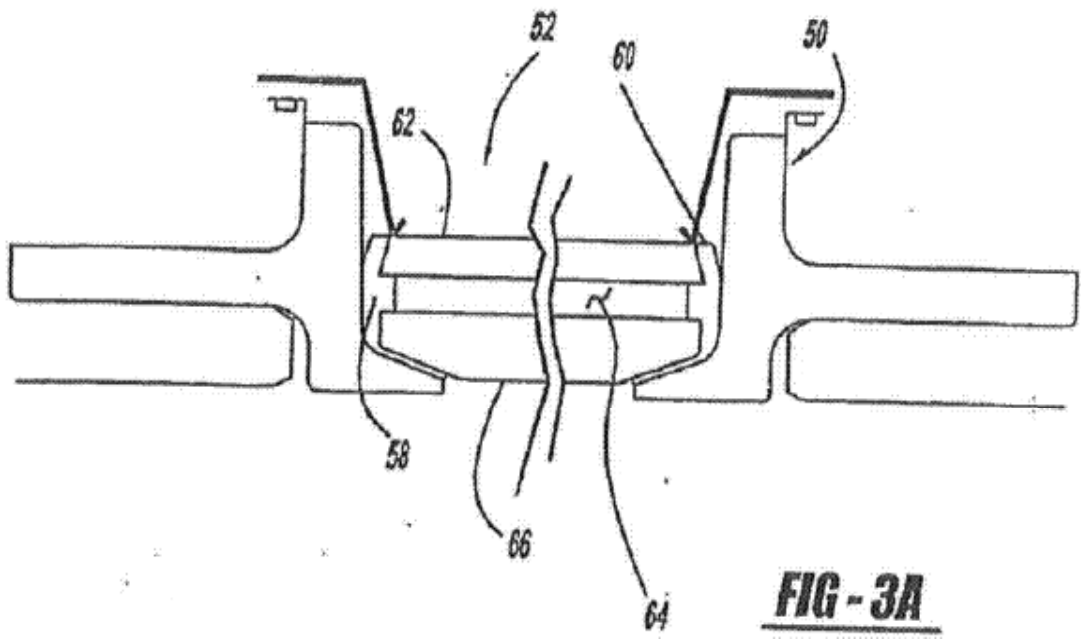
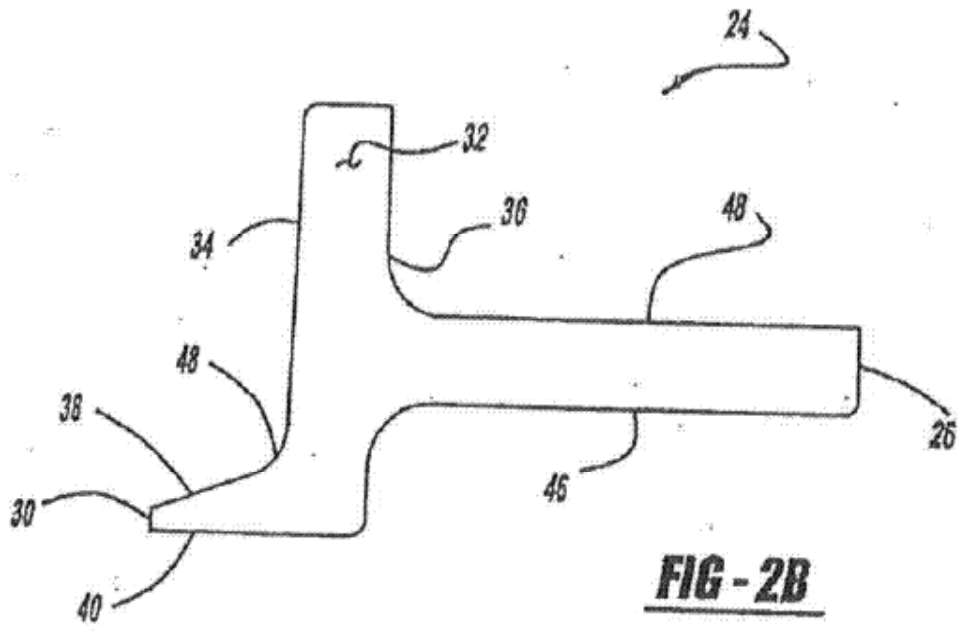


FIG - 2A



TECNICA ANTERIOR

FIG - 3B

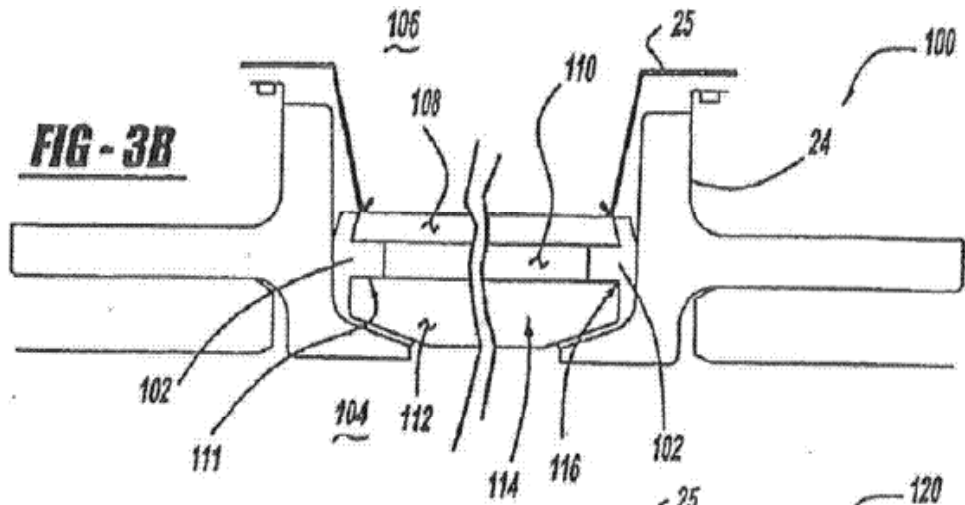


FIG - 3C

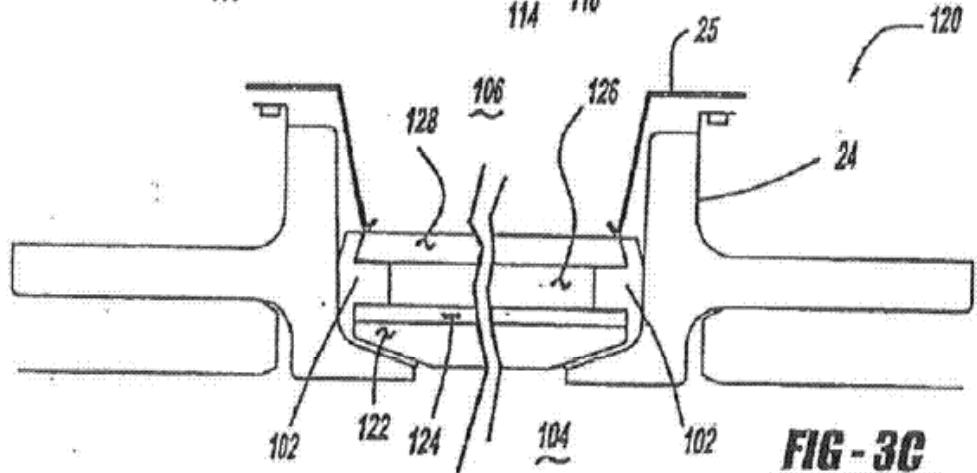
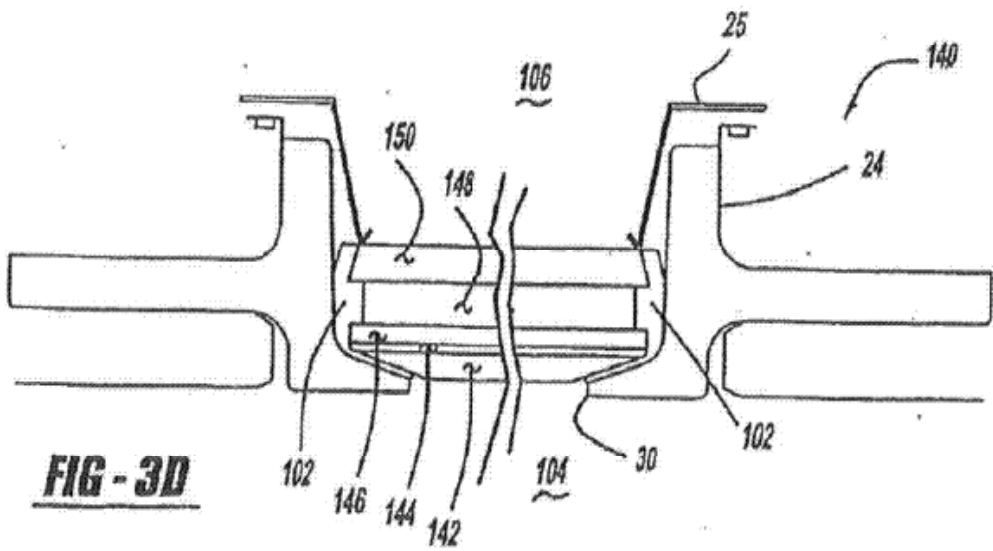
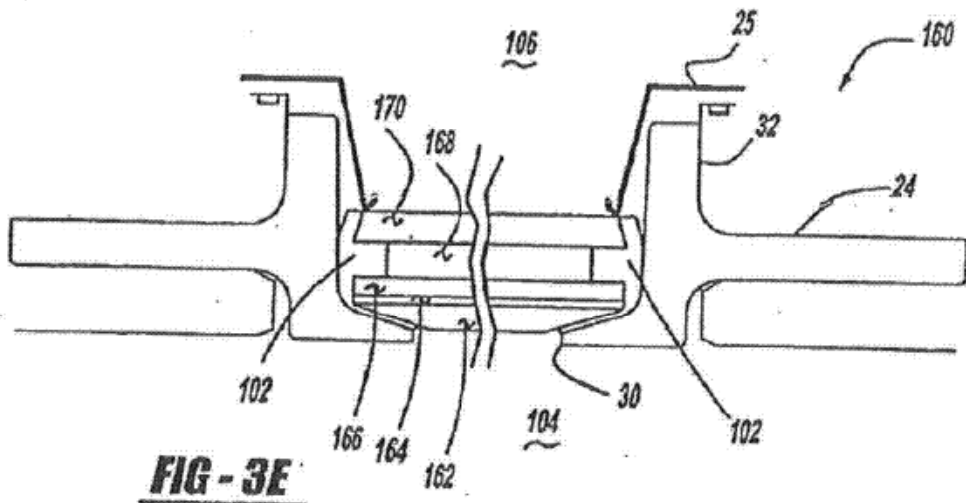


FIG - 3D





PSD Velocidad Promedio vs. Frecuencia

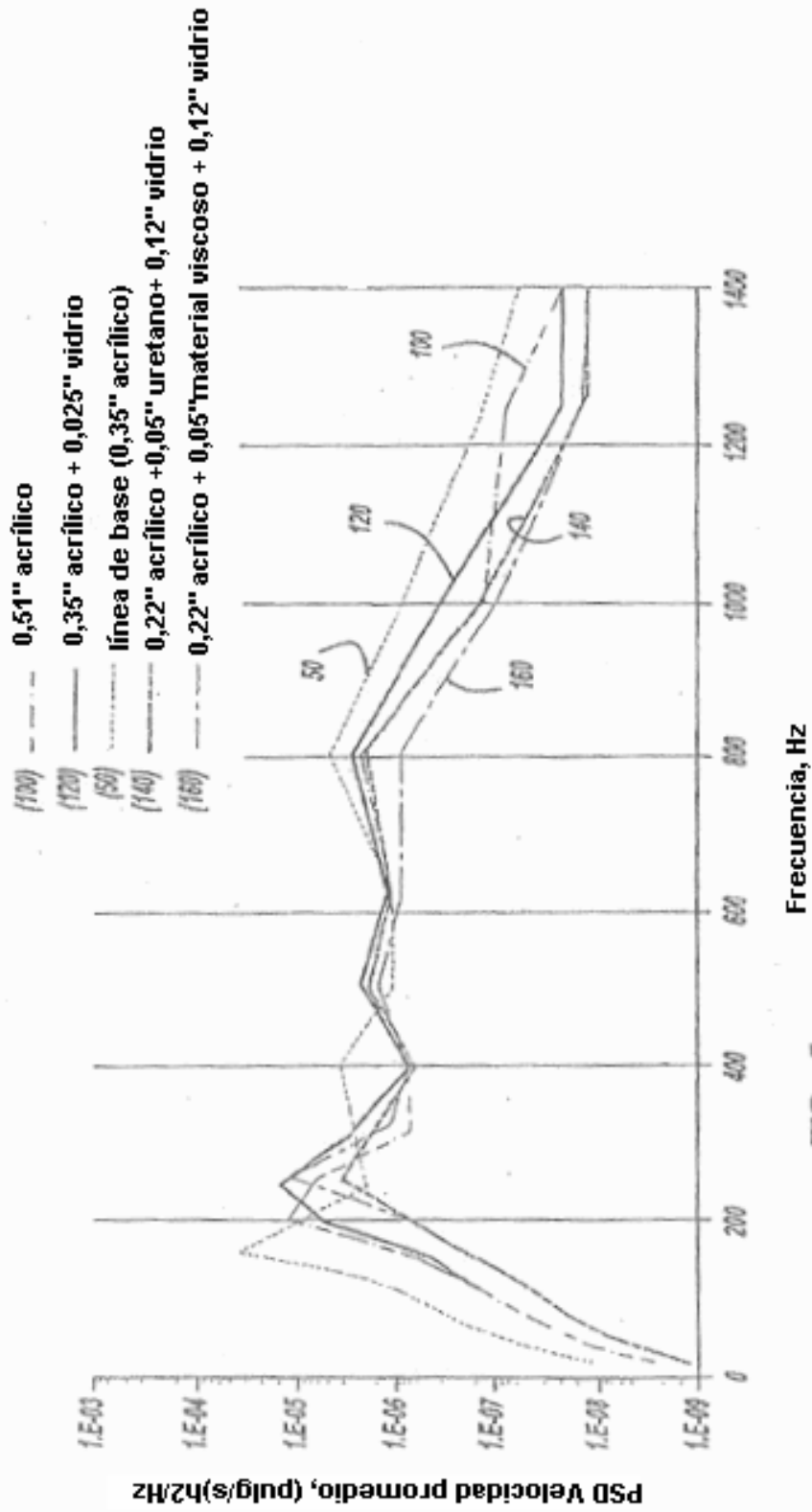


FIG - 4

Reducción de Ruido, Capa Viscoelástica vs. Línea de Base

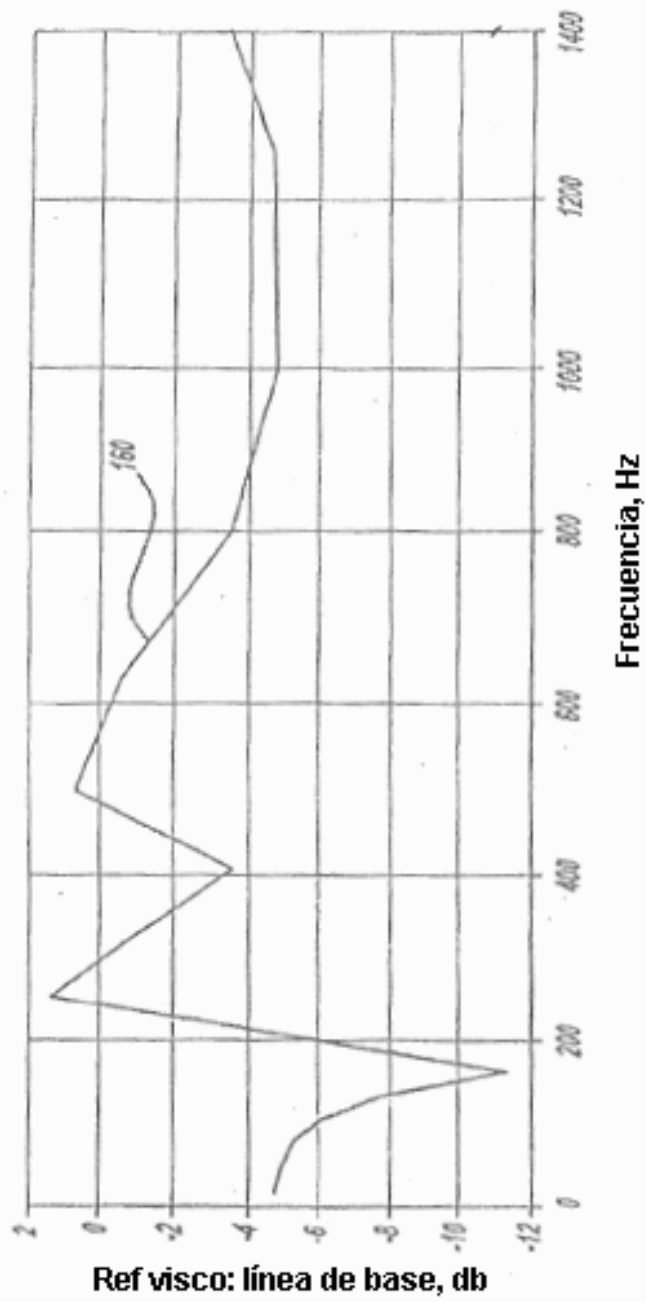


FIG - 5

Velocidad Promedio, PSD vs. Frecuencia

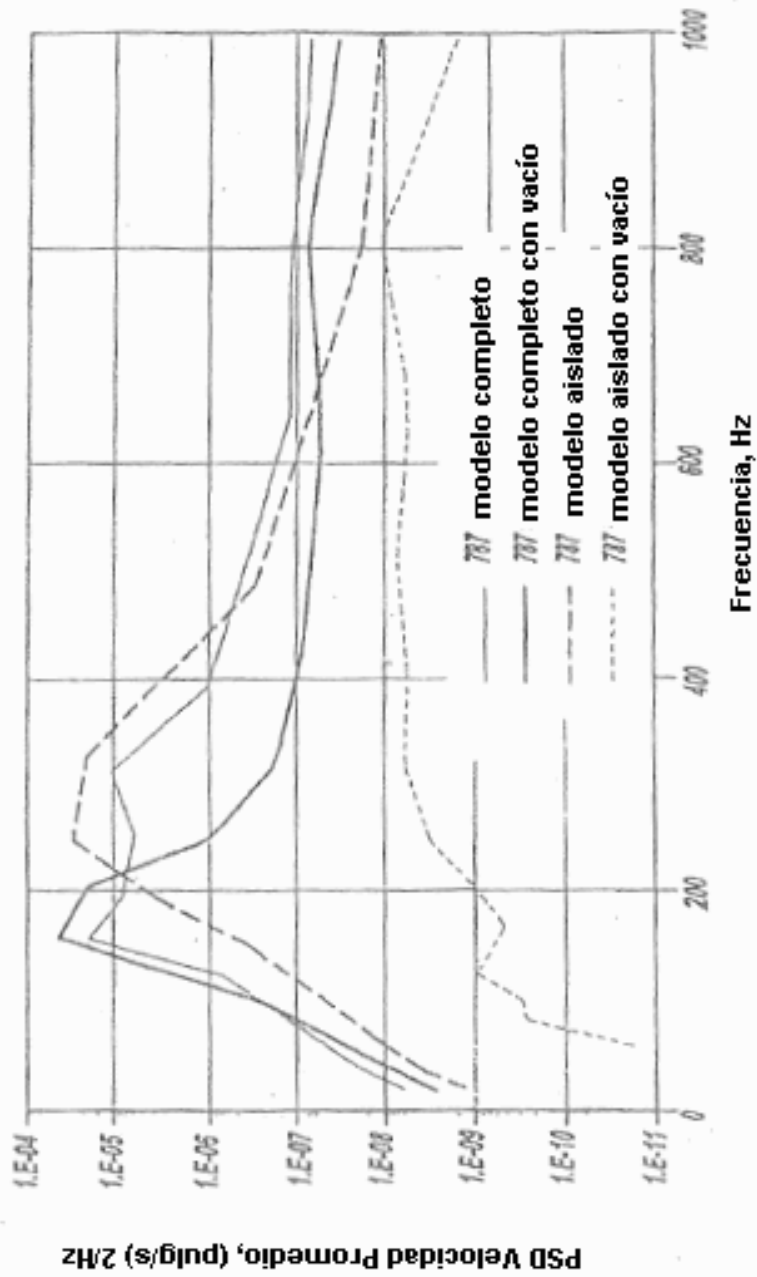


FIG - 6

