

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 682 399**

51 Int. Cl.:

A61F 11/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.07.2015 PCT/NL2015/050522**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.01.2016 WO16010431**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.07.2015 E 15745257 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.06.2018 EP 3169290**

54 Título: **Válvula acústica y tapón para los oídos para la protección auditiva**

30 Prioridad:

17.07.2014 NL 2013208

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

20.09.2018

73 Titular/es:

**DYNAMIC EAR COMPANY B.V. (100.0%)
Delftechpark 9
2628 XJ Delft, NL**

72 Inventor/es:

**VAN 'T HOF, PIETER GERARD y
WILMINK, ENGBERT**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 682 399 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

Válvula acústica y tapón para los oídos para la protección auditiva

5 Campo técnico y antecedentes

La presente descripción se refiere a una válvula acústica para la protección auditiva. La descripción se refiere además a un tapón para los oídos para la protección auditiva la válvula que comprende acústica.

10 Se reconoce que las personas pueden verse expuestas en su vida diaria a sonidos y niveles de sonido indeseables. Los niveles de sonido excesivos pueden incluso causar daño temporal o permanente a la audición de una persona. Para proteger contra el sonido indeseable o excesivo, existen varios dispositivos que forman una barrera o filtro entre el canal auditivo y el entorno externo. Por ejemplo, los documentos GB 2 458 538 y WO 2011/078659 A1 describen tapones para los oídos. Por ejemplo, un tapón para los oídos para la protección auditiva puede comprender una punta universal o personalizada con un contorno exterior para que encaje de forma hermética en un canal auditivo de un usuario. El tapón para los oídos puede proporcionar un bloqueo general de todo sonido ambiental. Sin embargo, esto también puede evitar que el usuario escuche cualquier otro sonido, por ejemplo, la voz, que puede ser indeseable en alguna circunstancia. Por ejemplo, los oficiales militares o policiales pueden desear tener un buen sentido del oído para un sonido ambiental regular, mientras que al mismo tiempo se protegen contra niveles de sonido excesivos, por ejemplo, de disparos. En consecuencia, puede desearse un filtrado no lineal de los diferentes niveles de sonido, en donde los niveles de sonido excesivos se atenúan más que los niveles de sonido más bajos.

25 La patente de Estados Unidos número 6,068,079 describe una válvula acústica capaz de filtrar el sonido de forma selectiva y no lineal y puede colocarse en un tapón para los oídos perforado. La válvula acústica consiste de un tubo que encierra dos discos rígidos axialmente separados opuestos entre sí, cada uno de los discos que contiene al menos una perforación. La superficie perforada total de al menos un disco está entre 0,03 y 0,5 mm² (milímetro cuadrado). Se aprecia que el dispositivo de la técnica anterior puede proporcionar un diseño simple para proteger contra los niveles de sonido excesivos (impulso) mientras que al mismo tiempo permite al menos una percepción de niveles de sonido regulares. Sin embargo, se encuentra que la percepción auditiva general del entorno puede parecer artificial para un usuario del dispositivo.

30 En consecuencia, existe el deseo de un dispositivo de protección auditiva de diseño simple que proporcione una percepción auditiva más natural del entorno.

Resumen

35 De acuerdo con un aspecto, la presente descripción proporciona una válvula acústica para la protección auditiva, la válvula que comprende una carcasa que puede colocarse o integrarse en un tapón para los oídos para formar un sello entre un canal auditivo de una oreja y un entorno externo, la carcasa que comprende un conducto de sonido que se extiende a través de la carcasa para permitir al menos la transmisión parcial del sonido desde el entorno externo al canal auditivo; un filtro de impulso que comprende una placa rígida que forma un volumen encerrado dentro del conducto de sonido, en donde la placa rígida comprende al menos una perforación para hacer pasar parte del sonido desde el entorno externo a través de la perforación al volumen encerrado; y un filtro acústico que comprende una malla dispuesta en el conducto de sonido entre la placa rígida y el canal auditivo. De acuerdo con otro aspecto adicional, la presente descripción proporciona un tapón para los oídos para la protección auditiva que comprende una punta con un contorno exterior para que encaje herméticamente en un canal auditivo de un usuario, en donde la punta comprende un canal a través de la punta, y en donde como se describe en la presente descripción se dispone en el canal.

50 Sin pretender imponer ninguna teoría, se aprecia que la combinación sinérgica de una placa o disco perforado rígido, una malla y un volumen encerrado, pueden proporcionar una percepción auditiva más natural en un dispositivo de protección auditiva simple. La malla, que se teje típicamente, puede proporcionar una atenuación en particular a niveles de sonido relativamente bajos mientras que el filtro de impulso, formado por la placa perforada rígida y el volumen encerrado entre ellos, puede proporcionar atenuación en particular a niveles de sonido relativamente altos. La disposición combinada puede proporcionar una función de transferencia acústica relativamente plana, que se encuentra asociada con una percepción más natural del sonido ambiental.

55 Los inventores encuentran que puede usarse un disco único rígido perforado para formar un volumen encerrado en combinación con el filtro acústico y, se usa de esta manera como un filtro de impulso. Al formar el volumen encerrado entre la placa rígida y el filtro acústico, en particular la malla, puede proporcionarse una disposición más compacta que, por ejemplo, mediante una combinación de un filtro acústico con dos discos perforados. La disposición compacta puede ser de particular beneficio en un tapón para los oídos donde la separación es limitada.

60 Para proporcionar una barrera para el sonido de impulso mientras que, al mismo tiempo, se permite la transferencia de niveles de sonido que se producen naturalmente, se encuentra ventajoso proporcionar una sección transversal perforada total en la placa rígida entre 0,01 y 0,10 milímetros cuadrados, preferentemente entre 0,025 y 0,035 milímetros cuadrados. Alternativa o adicionalmente, se encuentra que el filtro de impulso proporciona un rendimiento mejorado, es decir, protección suficiente mientras permite la percepción de audio natural, cuando se proporciona un tamaño específico para

5 el volumen encerrado. En consecuencia, el volumen encerrado, por ejemplo, entre la placa rígida y la malla, se selecciona preferentemente en un intervalo entre 5 y 20 milímetros cúbicos, con mayor preferencia entre 10 y 15 milímetros cúbicos. También se encuentra que un grosor de la placa rígida en una posición de la perforación influye en la función de transferencia de sonido. Para proporcionar un rendimiento mejorado, este grosor se elige preferentemente en un intervalo entre 0,05 y 0,5 milímetros, con mayor preferencia entre 0,1 y 0,3 milímetros.

10 Cuando se proporciona la placa rígida como una parte integral de la carcasa, puede simplificarse la producción del dispositivo. Por ejemplo, la carcasa y/o la placa rígida perforada pueden fabricarse de plástico, por ejemplo, mediante una técnica de moldeo. El disco o placa rígida también puede comprender una parte metálica, por ejemplo, producida por una técnica de grabado. La parte metálica puede proporcionar una rigidez mejorada a la placa que puede ser beneficiosa para bloquear el sonido excesivo. En cualquier caso, el filtro de impulso se dispone preferentemente para atenuar el sonido de impulso, por ejemplo, por encima de 130 dB, desde el entorno externo hacia el canal auditivo.

15 La malla es preferentemente una malla tejida, por ejemplo, tejido de precisión. Se encuentra que las características de filtrado de sonido de una malla pueden ser particularmente beneficiosas para atenuar los niveles de presión sonora relativamente bajos, por ejemplo, por debajo de 100 dB. Las características de la malla pueden determinarse, por ejemplo, por las numerosas aberturas formadas entre una red tejida de la malla. Típicamente, pueden formarse varios cientos de aberturas que, sin embargo, proporcionan una sección transversal total relativamente baja. Para proporcionar la atenuación adecuada, la superficie en sección transversal de las aberturas está preferentemente entre 1 a 20 por ciento de la superficie en sección transversal total de la malla, con mayor preferencia entre 12 y 15 por ciento.

20 Como se describió anteriormente, la combinación del disco rígido y la malla puede proporcionar un medio simple pero efectivo para mejorar la percepción natural, en particular para una combinación de niveles de sonido relativamente bajos y relativamente altos. La percepción puede mejorarse aún más mediante la provisión de elementos de filtrado acústico adicionales. Con respecto a esto, se encuentra que puede proporcionarse una membrana flexible entre el disco perforado y la malla para mejorar el filtrado de los sonidos que atraviesan la perforación de la placa rígida. Por ejemplo, la membrana flexible puede flexionarse hacia la malla a niveles de presión sonora elevados en el volumen encerrado. Al colocar la membrana flexible relativamente cerca de la malla, por ejemplo, más cerca de 0,15 milímetros en equilibrio (sin sonido), la membrana flexible puede colindar contra la malla a niveles de presión sonora elevados, por ejemplo, a niveles de presión sonora en el volumen encerrado por encima de 120 dB. En general, la membrana flexible por lo tanto puede proporcionar un efecto de aplanamiento adicional sobre la función de transferencia acústica y mejorar la percepción natural.

35 Breve descripción de las figuras

Estas y otras características, aspectos y ventajas del aparato, sistemas y métodos de la presente descripción se entenderán mejor a partir de la siguiente descripción, las reivindicaciones adjuntas, y los dibujos acompañantes en donde:

- 40 La Figura 1 muestra una vista esquemática en sección transversal de una modalidad de una válvula acústica;
- La Figura 2 muestra una vista esquemática en sección transversal de una modalidad de una válvula acústica que comprende una membrana flexible;
- La Figura 3 muestra una vista esquemática en sección transversal de una modalidad de una válvula acústica en donde la placa perforada rígida es parte de la carcasa;
- 45 La Figura 4 muestra una vista esquemática en sección transversal de una modalidad de una válvula acústica que comprende una tapa intercambiable;
- Las Figuras 5A-5D muestran vistas esquemáticas de un diseño de válvula acústica de acuerdo con una modalidad;
- La Figura 6A muestra vistas esquemáticas de un diseño de placa perforada de acuerdo con una modalidad;
- La Figura 6B muestra un gráfico con una medición de atenuación ilustrativa de un tapón para los oídos de acuerdo con una modalidad;
- 50 La Figura 7A muestra una vista esquemática en sección transversal de una modalidad de un tapón para los oídos y cómo este puede insertarse en un canal auditivo;
- La Figura 7B muestra una vista despiezada de una modalidad de un tapón para los oídos;
- La Figura 8A muestra esquemáticamente una vista en planta de una malla tejida;
- La Figura 8B muestra esquemáticamente una vista en primer plano de alambres de la malla;
- 55 Las Figuras 9A y 9B muestran un gráfico de funciones de transferencia acústica.

Descripción de las modalidades

60 A menos que se especifique de cualquier otra manera lo contrario, todos los términos (que incluyen términos técnicos y científicos) usados en la presente descripción tienen el mismo significado que el conocido comúnmente por el experto en la técnica a la que pertenece esta invención como se lee en el contexto de la descripción y los dibujos. Se entenderá además que los términos, tales como los definidos en los diccionarios usados comúnmente, deben interpretarse como que tienen un significado que es consecuente con su significado en el contexto de la técnica relevante y no se interpretarán en un sentido idealizado o demasiado formal a menos que expresamente se defina en la presente descripción. En algunos casos, pueden omitirse descripciones detalladas de dispositivos y métodos bien conocidos para no oscurecer la descripción de los sistemas y métodos actuales. La terminología usada en la descripción es para describir modalidades

particulares no pretende ser limitante de la invención. Como se usa en la presente, las formas singulares "un," "uno," y "el" incluyen las formas plurales también, a menos que el contexto claramente indique lo contrario. El término "y/o" incluye cualquiera y todas las combinaciones de uno o más de los artículos enumerados asociados. Se debe entender que los términos "comprende" y/o "que comprende" especifican la presencia de características establecidas, pero no excluyen la presencia o adición de una o más características adicionales. Se entenderá además que cuando se hace referencia a una etapa particular de un método como posterior a otra etapa, puede seguir directamente dicha otra etapa o pueden llevarse a cabo una o más etapas intermedias antes de llevar a cabo la etapa particular, a menos que se especifique de cualquier otra manera. Igualmente, se debe entender que cuando se describe una conexión entre estructuras o componentes, esta conexión puede establecerse directamente o a través de estructuras o componentes intermedios, a menos que se especifique de cualquier otra manera. Todas las publicaciones, solicitudes de patente, patentes, y otras referencias mencionadas en la presente descripción se incorporan como referencia en su totalidad. En caso de conflicto, se controlará la descripción de la patente, que incluye las definiciones.

La invención se describe más completamente de aquí en adelante con referencia a los dibujos acompañantes, en los que se muestran las modalidades de la invención. Sin embargo, esta invención puede realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las modalidades expuestas en la presente descripción. Más bien, estas modalidades se proporcionan para que esta descripción se logre y complete, y transmitirán completamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica. Se pretende que la descripción de las modalidades ilustrativas se lea en relación con los dibujos adjuntos, los cuales se consideran parte de la descripción escrita completa. En los dibujos, los tamaños absolutos y relativos de sistemas, componentes, capas y regiones pueden exagerarse para mayor claridad. Las modalidades pueden describirse con referencia a ilustraciones esquemáticas y/o en sección transversal de modalidades posiblemente idealizadas y estructuras intermedias de la invención. En la descripción y los dibujos, iguales numerales de referencia se refieren a iguales elementos. Los términos relativos, así como también derivados de estos se deben interpretar en referencia a la orientación como se describe o como se muestra luego en los dibujos en discusión. Estos términos relativos son solamente para conveniencia de la descripción y no requieren que el sistema se construya o funcione en una orientación particular a menos que se indique de cualquier otra manera.

La Figura 1 muestra una vista esquemática en sección transversal de una modalidad de una válvula acústica 10 que puede usarse para la protección auditiva.

En una modalidad, como se muestra, la válvula 10 comprende una carcasa 1. La carcasa puede colocarse o integrarse en un tapón para los oídos 100. El tapón para los oídos combinado con la válvula acústica puede formar un sello o filtro entre un canal auditivo 13 de una oreja y un entorno externo 11. La carcasa 1 comprende un conducto de sonido 2 que se extiende a través de la carcasa 1. El conducto de sonido 2 se dispone para permitir la transmisión de sonido al menos parcial, por ejemplo, filtrada o amortiguada, desde el entorno externo 11 al canal auditivo 13 a través de los elementos acústicos colocados en el mismo.

En una modalidad, el conducto de sonido 2 comprende un filtro de impulso 3. El filtro de impulso 3 comprende una placa rígida 4 que forma un volumen encerrado 12 dentro del conducto de sonido 2. La placa rígida 4 comprende al menos una perforación 5 para hacer pasar parte del sonido desde el entorno externo 11 a través de la perforación 5 al volumen encerrado 12. La rigidez de la placa 4 es preferentemente tal como que proporciona una transmisión mínima o nula de ondas de sonido a través de la propia estructura de placa 4, y de manera sustancialmente exclusiva a través de la perforación 5.

En una modalidad, el conducto de sonido 2 comprende un filtro acústico 6. El filtro acústico 6 comprende una malla 7. En la modalidad mostrada, la malla 7 se dispone en el conducto de sonido 2 entre la placa rígida 4 y el canal auditivo 13. Esta disposición proporciona una secuencia ventajosa de filtrado de los ruidos relativamente fuertes antes de pasar el sonido a la malla. En general, la combinación de la placa rígida 4 y la malla 7 puede proporcionar una función de transferencia acústica relativamente plana y/o lisa en comparación, por ejemplo, con una combinación de placas rígidas perforadas.

En uso, el sonido S1 procedente del entorno externo 11 entra en el conducto de sonido 2 de la válvula 10. El sonido S2 que pasa la placa rígida 4 a través de la perforación 5, entra en el volumen encerrado 12. El sonido S3 que pasa el filtro acústico 6, en este caso la malla 7, entra en el canal auditivo 13 de un usuario.

En una modalidad, una sección transversal de la perforación 5 en la placa rígida 4 está entre 0,01 y 0,10 milímetro cuadrado. En una modalidad, se proporciona una pluralidad de perforaciones que tienen una sección transversal perforada total dentro de dicho intervalo. Por ejemplo, pueden proporcionarse dos, tres o más perforaciones en la placa rígida 4. Sin embargo, un mayor número de perforaciones puede afectar la función de transferencia acústica. En consecuencia, se considera conveniente mantener el número de perforaciones en el disco rígido a cincuenta o menos, preferentemente a veinte o menos, con mayor preferencia a diez o menos, con la máxima preferencia a cinco o menos. Cuanto menor es el número de perforaciones en el disco rígido, más alta puede ser la sección transversal individual de las perforaciones. Una sección transversal más alta de una perforación, puede estar asociada con una menor resistencia capilar, lo que puede afectar la función de transferencia acústica. De manera similar, un grosor inferior 14 de la placa rígida 4 puede asociarse con una menor resistencia capilar. Por ejemplo, en una modalidad, un grosor 14 de la placa rígida 4 en la al menos una perforación 5 está entre 0,05 y 0,5 milímetros.

5 En una modalidad, el volumen encerrado o al menos sustancialmente encerrado 12 se forma entre la placa rígida 4 y el filtro acústico 6. En la modalidad mostrada, el volumen encerrado 12 se forma o define entre la placa rígida 4, la malla 7 y las paredes internas de la carcasa 1. El volumen encerrado 12 puede actuar como un amortiguador para recibir ondas de sonido que atraviesan la perforación 5. Junto con la placa rígida 4, el volumen encerrado 12 puede actuar como un filtro de impulso 3. En una modalidad, el volumen encerrado 12 está entre 5 y 20 milímetros cúbicos. En una modalidad, el filtro de impulso 3 se dispone para atenuar el sonido de impulso por encima de 130 dB desde el entorno externo 11 en el canal auditivo 13.

10 Se observa que la malla 7 es sustancialmente diferente de la placa rígida 4 en estructura y función. En una modalidad, la malla 7 comprende una estructura tejida. Por ejemplo, una malla de plástico puede ser extruida, orientada, expandida, tejida o tubular. En una modalidad, comprende una malla de alambre. En una modalidad, la malla 7 comprende una rejilla que forma una pluralidad de aberturas a través de la rejilla, en donde una superficie en sección transversal de las aberturas está entre 1 a 20 por ciento de la superficie de la sección transversal total de la malla 7. La estructura de la malla
15 típicamente proporciona una rigidez relativamente baja.

20 En la modalidad mostrada, el filtro acústico 6 se forma por la malla 7. En una modalidad, el filtro acústico 6, por ejemplo, la malla 7, se dispone para aplanar una función de transferencia acústica del sonido desde el entorno externo 11 en el canal auditivo 13.

25 La Figura 2 muestra una vista esquemática en sección transversal de una modalidad de una válvula acústica 10, similar a la Figura 1, pero que comprende adicionalmente una membrana flexible 8. En una modalidad, como se muestra, la membrana flexible 8 se dispone entre la placa rígida 4 y la malla 7. En una modalidad, la membrana flexible 8 se dispone para flexionarse hacia la malla 7 a niveles de presión sonora elevados en el volumen encerrado 12. En una modalidad, la membrana flexible 8 se dispone para colindar con la malla a niveles de presión sonora elevados en el volumen encerrado 12, por ejemplo, por encima de 120 dB. En una modalidad, la membrana flexible 8 está relativamente cerca de la malla 7. Por ejemplo, en una modalidad, una distancia 18 entre la membrana flexible 8 y la malla 7 (en equilibrio, no flexionada) es inferior a 0,1 milímetros.

30 La membrana flexible 8 puede considerarse parte del filtro acústico 6, junto con la malla 7. Juntos, pueden proporcionar una función de transferencia acústica deseada, en particular para niveles de sonido de bajo a medio intervalo, por ejemplo, hasta 120 dB. En combinación con el filtro de impulso 3, puede obtenerse una función de transferencia global relativamente plana o suave. Puede considerarse que el volumen encerrado 12 en una modalidad, se forma entre la placa rígida 4 y la membrana flexible 8, lo que puede considerarse parte del filtro acústico 6. Preferentemente, la placa rígida 4, la membrana flexible 8, y/o la malla 7 se disponen en serie y con sus superficies respectivas transversales a una longitud del conducto de sonido 2.
35

40 En una modalidad (no se muestra), la membrana flexible se dispone entre una primera malla y una segunda malla. En una modalidad adicional, la membrana flexible se configura para que colinde con la primera malla a una presión elevada del entorno con relación al canal auditivo, y configurada para que colinde con la segunda malla a una presión reducida del entorno con respecto al canal auditivo. Se apreciará que una onda sonora de impulso puede comprender un nivel de presión oscilante, en donde la membrana flexible configurada entre dos mallas puede filtrar tanto las regiones de sobrepresión como las regiones bajo presión de la onda sonora. De esta manera, puede obtenerse incluso una mejora adicional de la función de transferencia acústica.
45

50 La Figura 3 muestra una vista esquemática en sección transversal de una modalidad de una válvula acústica similar a la Figura 1, excepto en donde la placa perforada rígida 2 es parte de la carcasa 1, es decir, una parte integral de la carcasa 1. Por ejemplo, la carcasa 1 y la placa rígida 4 pueden producirse mediante una sola etapa de moldeo, por ejemplo, moldeo por inyección. La perforación 5 puede producirse en el momento del moldeo o aplicarse posteriormente.

55 La Figura 4 muestra una vista esquemática en sección transversal de una modalidad de una válvula acústica similar a la Figura 1, pero que comprende además una tapa intercambiable 9. La tapa 9 puede usarse para cerrar total o parcialmente una entrada al conducto de sonido 2. En consecuencia, la tapa 9 puede actuar como un filtro adicional, en caso de que un usuario desee bloquear adicionalmente cualquier sonido del entorno.

60 Las Figuras 5A-5D muestran vistas esquemáticas de un diseño para una válvula acústica 10 de acuerdo con una modalidad. La Figura 5A muestra una vista en sección transversal de la sección A-A, según se ve a lo largo de las flechas A, indicadas en la vista superior de la Figura 5C. La Figura 5B muestra una vista en perspectiva de la modalidad y la Figura 5B muestra una vista lateral de la modalidad.

65 En la modalidad mostrada, la malla 7 está atravesada por una arandela o anillo 7r que está colocado en la carcasa 1. Alternativamente, la malla también puede unirse directamente a la carcasa. La placa rígida 4 en la modalidad se coloca con su perforación 5 en línea con una abertura en la carcasa 1, por ejemplo, una Figura decorativa o logotipo cortado de la carcasa 1. Las medidas mostradas se dan en milímetros y pueden variar para los diferentes diseños. En la modalidad mostrada, la válvula 10, en particular, la carcasa 1 tiene una forma redonda general. Esta puede ajustarse ventajosamente a un tapón para los oídos típico. Sin embargo, pueden usarse también otras formas.

La Figura 6A muestra una vista superior esquemática y una vista lateral de un diseño de acuerdo con una modalidad de una placa rígida 4 con la perforación 5. También se muestran medidas ilustrativas para la placa 4, en este caso un disco redondo que tiene un diámetro de 4,50 milímetros. La perforación 5, en este ejemplo, tiene un diámetro de 0,20 milímetros. El grosor (no se indica aquí) es, por ejemplo, 0,15 milímetros. También son posibles otras medidas y formas.

La Figura 6B muestra un gráfico ilustrativo de una medición para un tapón para los oídos que tiene un filtro de impulso como se describe en la presente descripción. En el gráfico, la atenuación "F" (en decibelios, "dB") se traza como una función de un nivel de presión sonora proporcionado "SPL" en una entrada del tapón para los oídos respectivo. El SPL indica un valor integrado en un intervalo de frecuencias.

En una modalidad, el filtro de impulso se configura para atenuar el sonido de impulso con un SPL entre 140 y 160 dB en la entrada del tapón para los oídos a una salida SPL por debajo de 140 dB en el otro extremo del tapón para el oído. Preferentemente, el sonido se atenúa por debajo de 130 dB. Por ejemplo, en el gráfico, un SPL de entrada de 150 dB se atenúa en 30 dB, para proporcionar un SPL de salida de 120 dB. Un SPL de entrada de 165 dB se atenúa en 35 dB, para proporcionar un SPL de salida de 130 dB. En consecuencia, se demuestra que el tapón para los oídos puede proporcionar un aumento de la atenuación para aumentar los niveles de presión sonora.

La Figura 7 muestra dos modalidades para un tapón para los oídos 100 para la protección auditiva que comprende una válvula acústica 10, como se describe en la presente descripción. El tapón para los oídos 100 comprende una punta 101 con un contorno exterior para ajustarse herméticamente en un canal auditivo 13 de un usuario. La Figura 7A muestra una vista en sección transversal de una modalidad para un tapón para oídos 100 con una punta personalizada 101 por el usuario (por ejemplo, otoplasticos) mientras que la Figura 7B muestra una vista despiezada de una modalidad con una punta más universal 101, por ejemplo, que comprende crestas. La punta 101 comprende un canal 102 a través de la punta 101. La válvula acústica 10 puede disponerse en el canal 102. El canal 102 con la válvula 10 dispuesta en el mismo puede en uso formar un paso acústico entre el entorno externo 11 y el canal auditivo 13. Por ejemplo, en el lado derecho de la Figura 7A, el tapón para los oídos 100 se muestra insertado en una oreja 23 de un usuario. Como se muestra en la Figura 7B, el tapón para los oídos 100 y/o la válvula 10 pueden comprender un tapón opcional (formado en este caso por las partes de articulación 9a, 9b) para cerrar manualmente el paso del tapón para los oídos

Se observa que la protección auditiva puede definirse, por ejemplo, de acuerdo con una atenuación mínima proporcionada por un tapón para los oídos o válvula acústica. En una modalidad, cuando se prueba de acuerdo con EN 13819-2: 2002, 4.2, los valores (Mf-sf) de los tapones para los oídos no son menores que los valores dados en la Tabla 1 de esta norma (reproducida a continuación), en donde Mf son los datos medios de atenuación y sf las desviaciones estándar medidas de acuerdo con EN 13819-2: 2002, 4.2. Alternativa o adicionalmente, también pueden usarse otras definiciones de protección auditiva.

Frecuencia en (Hz)	125		500	1000	2000	4000	8000
(Mf - sf) en dB	5	8	10	12	12	12	12

El nivel de presión sonora (SPL) se refiere típicamente a una medida logarítmica de la presión sonora efectiva de un sonido con relación a un valor de referencia. Puede medirse, por ejemplo, en decibelios (dB) por encima de un nivel de referencia estándar, por ejemplo, 20 µPa de la raíz cuadrada media en el aire o 1 µPa bajo el agua. Estos y otros niveles de referencia pueden definirse, por ejemplo, en una norma como ANSI S1.1-1994. Por ejemplo, una medición puede hacerse directamente enfrente y/o directamente detrás del tapón para los oídos. Las mediciones pueden compararse para determinar un nivel de atenuación del tapón para el oído, por ejemplo, expresado como los niveles relativos de presión sonora en decibelios. Se observa que la cantidad de atenuación puede variar como una función del nivel de presión sonora y/o como una función de la frecuencia sonora. En algunas mediciones, el nivel de presión sonora y/o la cantidad de atenuación pueden integrarse, por ejemplo, en un intervalo de frecuencias. El nivel de presión sonora individual o total también puede ponderarse en dependencia de una curva de sensibilidad típica del oído humano.

La Figura 8A muestra esquemáticamente una vista en planta de una malla tejida 6 que comprende alambres de la malla 6w que forman aberturas de malla o agujeros 6h entre ellos. El cuadrado trazos y puntos "U" en la figura indica una celda unitaria que puede considerarse como un patrón repetitivo dentro de la malla 6.

La Figura 8B muestra esquemáticamente una vista en primer plano de cuatro alambres de la malla 6w que definen una abertura de malla 6h entre ellos. El área superficial de las secciones transversales de los alambres 6w dentro de la celda unitaria "U" se indica como el área "Aw". El área superficial de las secciones transversales de la abertura 6h dentro de la celda unitaria "U" se indica como el área "Ah". Como se describe en la presente descripción, se encuentra ventajoso que la malla 7 comprenda una rejilla que forme una pluralidad de aberturas a través de la rejilla, en donde una superficie de la sección transversal de las aberturas esté entre 0,5 y 20 por ciento de la superficie de la sección transversal total de la malla 7. Este puede ser el caso, por ejemplo, para una malla como se representa en donde $0,005 \leq Ah / (Ah + Aw) \leq 0,2$.

La Figura 9A muestra un gráfico de funciones de transferencia acústica de la magnitud de sonido M (en decibelios) para tres mediciones diferentes en un intervalo de frecuencia F entre 100 y 4000 Hz (correspondiente a la voz). El numeral de referencia 71 indica la respuesta para un oído artificial abierto, es decir, sin tapón para los oídos. El numeral de referencia 72 indica la respuesta para un protector de impulso basado en una malla y un disco perforado como se describe en la presente descripción. El numeral de referencia 73 indica la respuesta para un protector de impulso basado en dos discos perforados. Se apreciará que el gráfico 72 del protector de impulso basado en una malla y un disco perforado tiene una función de transferencia acústica que es considerablemente más plano que el gráfico del protector de impulso basado en dos discos perforados 73. El gráfico 72 por lo tanto se parece más al gráfico 71 del oído artificial abierto y, por lo tanto, corresponde a una experiencia auditiva más natural, por ejemplo, con un menor efecto de oclusión.

La Figura 9B muestra gráficos adicionales de funciones de transferencia acústica para diferentes mediciones de filtros de impulso. Los numerales de referencia 71 indican la respuesta para un oído artificial abierto. Los numerales de referencia 73 indican la respuesta para un agujero de diámetro de 200 μm. Los numerales de referencia 72a y 72b indican las respuestas respectivas para una primera malla con agujeros de 20 μm (diámetro total de la malla de 1,6 mm) y una segunda malla con agujeros de 6 μm (diámetro total de 4 mm). Estos gráficos nuevamente ilustran que la malla proporciona una función de transferencia acústica mejorada (más plana), más similar al oído abierto que la placa con un solo agujero.

Sin estar limitados por la teoría, para mejorar la comprensión de los diferentes filtros de impulso y como guía para la parametrización óptima, se realizan las siguientes observaciones con respecto a las propiedades acústicas de una malla densamente tejida. En general, la atenuación del sonido para proteger el oído puede realizarse bloqueando (parte del) el canal auditivo. Esto podría hacerse, por ejemplo, permitiendo solamente que, entre el sonido a través de un pequeño agujero, una tubería o un grupo de pequeños agujeros. En todas esas opciones, las propiedades acústicas de las aberturas pueden describirse mediante dos parámetros: la masa acústica m_a y la resistencia acústica R_a . (Ambos tienen su equivalente en electricidad como inductancia y resistencia.) La resistencia acústica R_a de una abertura circular con un radio de "a" puede calcularse de la siguiente manera con " η " la viscosidad del aire y "L", la profundidad de la abertura en la dirección del sonido:

$$(1) \quad R_a = 8\eta L / (\pi a^4)$$

La masa acústica de una abertura circular puede calcularse de la siguiente manera con " ρ " la densidad del aire:

$$(2) \quad M_a = 4\rho L / (3\pi a^2)$$

Las Fórmulas (1) y (2) combinadas dan para la relación de m_a y R_a :

$$(3) \quad M_a / R_a = (\rho / 6\eta) \cdot a^2$$

Esta relación puede ser importante para el rendimiento acústico del atenuador de sonido. Para la mayoría de las aplicaciones, se considera beneficioso tener una función de transferencia acústica que tenga una atenuación igual sobre el intervalo de frecuencia de la voz. (100 Hz - 4000 Hz). Sin embargo, cuando se usan las aberturas como se describió anteriormente, la atenuación es más alta para frecuencias más altas. Si el término de masa acústica M_a es relativamente alto, en comparación con el término resistivo R_a , las frecuencias más altas se atenúan aún más. Por lo tanto, se considera conveniente hacer la relación lo más baja posible. Si miramos la fórmula (3), esto significa que el radio a de los agujeros debe ser lo más pequeño posible. En otras palabras, para una atenuación requerida de, por ejemplo, 10 dB a 500 Hz, sería preferible tener agujeros más pequeños sobre los agujeros menos grandes.

Las mallas tejidas de precisión fabricadas para la filtración y uso en aplicaciones acústicas se fabrican en general de un patrón específico hecho de dos o más capas de alambres de plástico entrelazados. Esto dará como resultado muchos agujeros muy pequeños. De la descripción anterior, está claro que, para su uso en un protector auditivo, sería preferible tener una malla como esta sobre un solo agujero, ya que el único agujero conducirá a una respuesta menos atractiva.

En la tabla siguiente, la relación se calcula para dos tipos de mallas diferentes y un agujero con una resistencia similar R_a como malla tipo A. Está claro que la relación de M_a/R_a es más alta para el agujero.

	R_a	M_a	M_a/R_a
Tipo a (aberturas de malla de 13 %)	$1.0 \cdot 10^7$	50	$5.0 \cdot 10^{-6}$
Tipo b (aberturas de malla de 5 %)	$6.0 \cdot 10^7$	125	$2.1 \cdot 10^{-6}$
Agujero (a = 0,24 mm, L = 1 mm)	$1.0 \cdot 10^7$	8846	$8.9 \cdot 10^{-4}$

En vista de estas y otras consideraciones, los inventores encuentran que puede obtenerse una combinación óptima de protección auditiva suficiente y una función de transferencia acústica relativamente plana proporcionando una válvula

acústica 10 con filtro de impulso como se describe en la presente descripción que tiene una combinación de una placa rígida perforada 4 y una malla 7, en donde las aberturas 7h de la malla tienen un diámetro de la sección transversal Dx entre 0,1 y 70 micrómetros, preferentemente entre 1 y 40 micrómetros, con mayor preferencia entre 5 y 30 micrómetros. Por ejemplo, como se indica en la Figura 8B, para un agujero cuadrado o rectangular 7h, el diámetro de la sección transversal puede corresponder a una dimensión de longitud y/o ancho del agujero, indicada por "Dx" y "Dy". Por ejemplo, para aberturas redondas (no se muestran) es preferible tener un radio "a" (la mitad del diámetro) entre 0,05 y 35 micrómetros.

A efectos de claridad y una descripción concisa, las características se describen en la presente descripción como parte de las mismas modalidades o modalidades separadas, sin embargo, se apreciará que el alcance de la invención puede incluir modalidades que tienen combinaciones de todas o algunas de las características descritas. En un aspecto, la presente descripción proporciona un filtro acústico pasivo en serie con un disco único. El disco único consiste en un elemento delgado colocado en serie con otro elemento acústico que proporciona una característica acústica deseada a niveles de sonido por debajo de 130 dBA, en particular en combinación con la punta universal o molde personalizado. El disco proporciona un fuerte aumento en la atenuación para niveles de sonido más altos como resultado de un pequeño agujero. Este agujero puede ajustarse para proporcionar un comportamiento más o menos no lineal que tiene un efecto limitado sobre la atenuación en niveles de sonido más bajos. Por ejemplo, aunque se muestran modalidades para válvulas acústicas que comprenden elementos pasivos, los expertos en la técnica también pueden considerar formas alternativas que tienen el beneficio de la presente descripción para lograr una función y un resultado similares. Por ejemplo, las secuencias alternativas de la placa rígida, membrana flexible y/o malla pueden proporcionar ventajas alternativas o adicionales.

Los elementos acústicos pueden combinarse o dividirse en uno o más componentes alternativos. Por ejemplo, los filtros pasivos variables y/o elementos activos tales como una o más válvulas controlables pueden combinarse con el disco rígido además de, o en lugar de, la malla y/o la membrana flexible. Los diversos elementos de las modalidades, tal como se han descrito y mostrado, ofrecen ciertas ventajas, tales como proporcionar una protección auditiva de diseño simple que proporciona una sensación más natural del entorno. Por supuesto, debe apreciarse que cualquiera de las modalidades o procesos anteriores puede combinarse con una o más modalidades o procesos adicionales para proporcionar incluso mejoras adicionales en la búsqueda y coincidencia de diseños y ventajas. Se aprecia que esta descripción ofrece ventajas particulares para la protección auditiva y, en general, puede aplicarse para cualquier aplicación en donde se desee mejorar una función de transferencia acústica de un dispositivo auditivo.

Aunque los presentes sistemas y métodos se han descrito en particular detalle con referencia a las modalidades ilustrativas específicas de los mismos, también debe apreciarse que los expertos en la técnica pueden idear numerosas modificaciones y modalidades alternativas sin apartarse del alcance de la presente descripción. Por ejemplo, las modalidades en las que los dispositivos o sistemas se describen para ser dispuestos y/o construidos para realizar un método o función especificada, describen intrínsecamente el método o función como tal y/o en combinación con otras modalidades de métodos o sistemas descritos. Además, se considera que las modalidades de métodos describen intrínsecamente su implementación en el hardware respectivo, cuando sea posible, en combinación con otras modalidades descritas de métodos o sistemas. Además, los métodos que pueden incorporarse como instrucciones de programa, por ejemplo, en un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio, se consideran inherentemente descritos como tal modalidad.

Finalmente, la descripción anterior pretende ser meramente ilustrativa de los presentes sistemas y/o métodos y no debe interpretarse como que limita las reivindicaciones adjuntas a cualquier modalidad particular o grupo de modalidades. La descripción y los dibujos deben considerarse de manera ilustrativa y no están destinados a limitar el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Al interpretar las reivindicaciones adjuntas, debe entenderse que la palabra "que comprende" no excluye la presencia de otros elementos o actos distintos a los enumerados en una reivindicación dada; la palabra "un" o "una" que precede a un elemento no excluye la presencia de una pluralidad de tales elementos; cualquier signo de referencia en las reivindicaciones no limita su alcance; varios "medios" pueden estar representados por el(los) mismo(s) elemento(s) diferente(s) o la estructura o función implementada; cualquiera de los dispositivos descritos o porciones de los mismos pueden combinarse juntos o separarse en porciones adicionales a menos que se indique específicamente de cualquier otra manera. El mero hecho de que ciertas medidas se exponen en reivindicaciones mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no pueda usarse para beneficio. En particular, todas las combinaciones de trabajo de las reivindicaciones se consideran descritas de manera inherente.

Reivindicaciones

- 5 1. Válvula acústica (10) para la protección auditiva, la válvula (10) comprende una carcasa (1) que puede colocarse o integrarse en un tapón para los oídos (100) para formar un sello entre un canal auditivo (13) de una oreja y un entorno externo (11), la carcasa (1) que comprende
 - un conducto de sonido (2) que se extiende a través de la carcasa (1) para permitir al menos la transmisión parcial del sonido desde el entorno externo (11) al canal auditivo (13);
 - un filtro de impulso (3) que comprende una placa rígida (4) que forma un volumen encerrado (12) dentro del conducto de sonido (2), en donde la placa rígida (4) comprende al menos una perforación (5) para hacer pasar parte del sonido desde el entorno externo (11) a través de la perforación (5) al volumen encerrado (12); y
 - un filtro acústico (6) para aplanar una función de transferencia acústica del sonido del entorno externo (11) en el canal auditivo (13), el filtro acústico (6) que comprende una malla (7) dispuesta en el conducto de sonido (2) entre la placa rígida (4) y el canal auditivo (13), caracterizado porque la malla (7) comprende una rejilla que forma una pluralidad de aberturas a través de la rejilla, en donde una superficie de la sección transversal de las aberturas está entre 0,5 a 20 por ciento de la superficie de la sección transversal total de la malla (7).
- 10 2. La válvula acústica (10) de acuerdo con la reivindicación 1, en donde las aberturas (7h) de la malla (7) tienen un diámetro de la sección transversal (Dx, Dy) entre 0,1 y 70 micrómetros.
- 20 3. La válvula acústica (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la malla (7) es una malla tejida
- 25 4. La válvula acústica (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde una sección transversal perforada total de al menos una perforación (5) en la placa rígida (4) está entre 0,01 y 0,10 milímetros cuadrados.
- 30 5. La válvula acústica (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el volumen encerrado (12) se forma entre la placa rígida (4) y el filtro acústico (6).
- 35 6. La válvula acústica (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el volumen encerrado (12) está entre 5 y 20 milímetros cúbicos.
7. La válvula acústica (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde un grosor (14) de la placa rígida (4) en la al menos una perforación (5) está entre 0,05 y 0,5 milímetros.
8. La válvula acústica (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la placa rígida (4) es una parte integral de la carcasa (1).
- 40 9. La válvula acústica (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el filtro de impulso (3) se dispone para atenuar el sonido de impulso por encima de 130 dB del entorno externo (11) en el canal auditivo (13), donde el filtro de impulso (3) se configura para atenuar el sonido de impulso con un nivel de presión de entrada de sonido entre 140 y 160 dB en una entrada del conducto de sonido (2) a un nivel de presión de salida de sonido por debajo de 140 dB en el otro extremo del conducto de sonido (2).
- 45 10. La válvula acústica (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el filtro acústico (6) comprende una membrana flexible (8) entre la placa rígida (4) y la malla (7).
- 50 11. La válvula acústica (10) de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la membrana flexible (8) se dispone para flexionarse hacia la malla (7) a niveles de presión sonora elevados en el volumen encerrado (12).
12. La válvula acústica (10) de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la membrana flexible (8) se dispone para colindar con la malla a niveles de presión sonora en el volumen encerrado (12) por encima de 120 dB.
- 55 13. La válvula acústica (10) de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, en donde una distancia (18) entre la membrana flexible (8) y la malla (7) en equilibrio es menor que 0,15 milímetros.
- 60 14. Tapón para los oídos (100) para la protección auditiva que comprende una punta (101) con un contorno exterior para que se ajuste herméticamente en un canal auditivo (13) de un usuario, en donde la punta (101) comprende un canal (102) a través de la punta (101), y en donde una válvula acústica (10) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores se dispone en el canal (102).

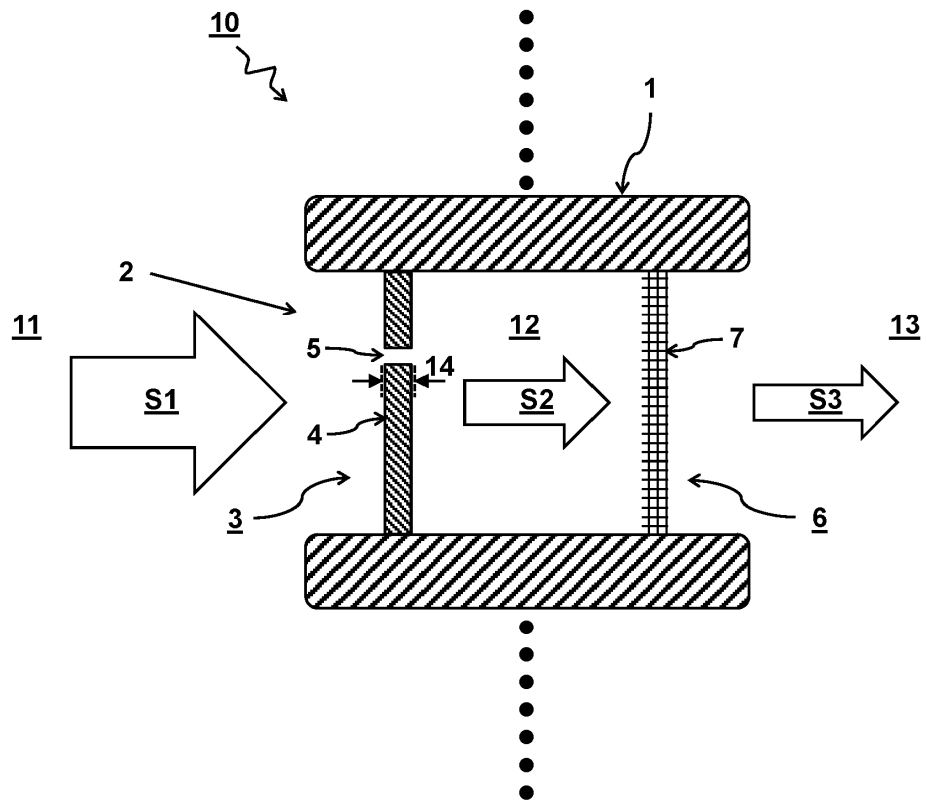


FIG 1

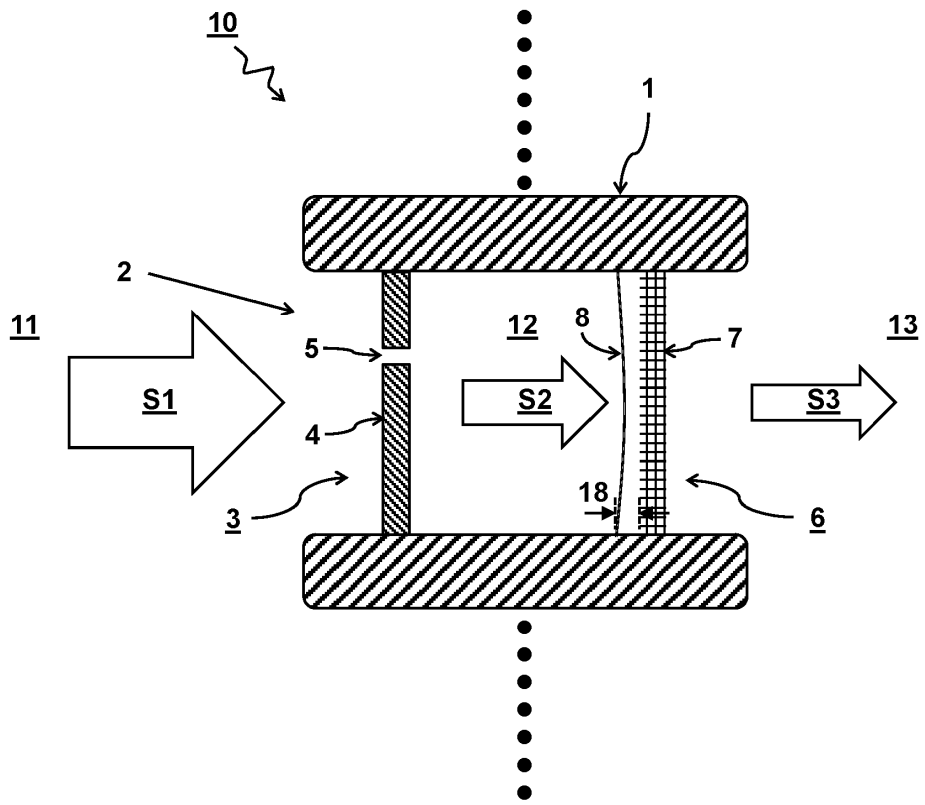


FIG 2

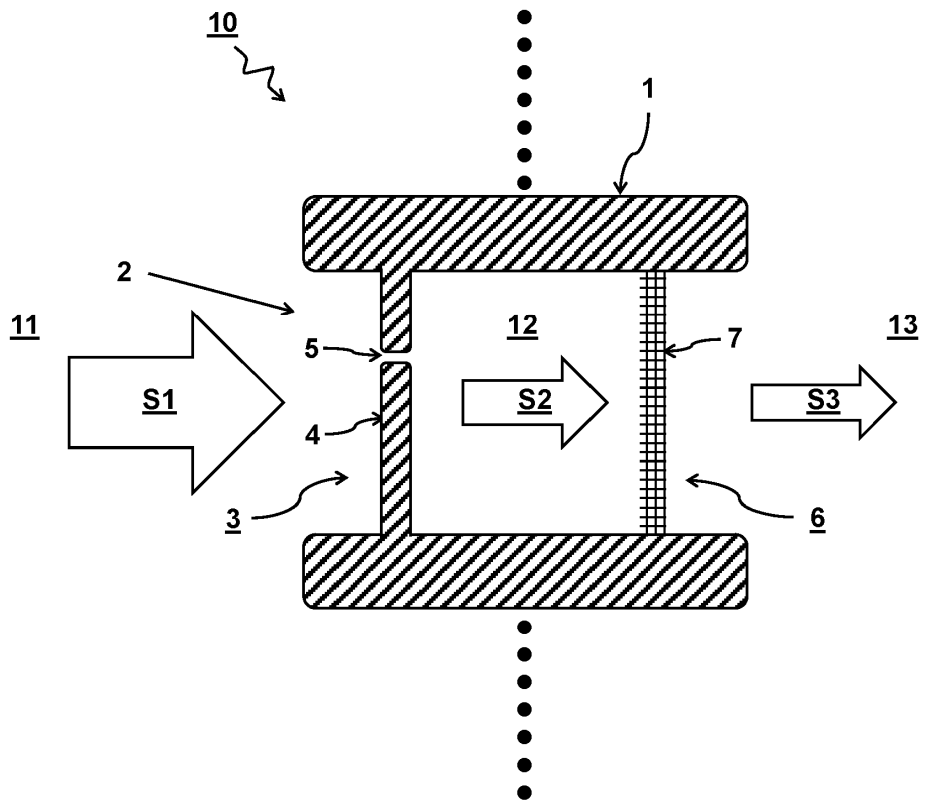


FIG 3

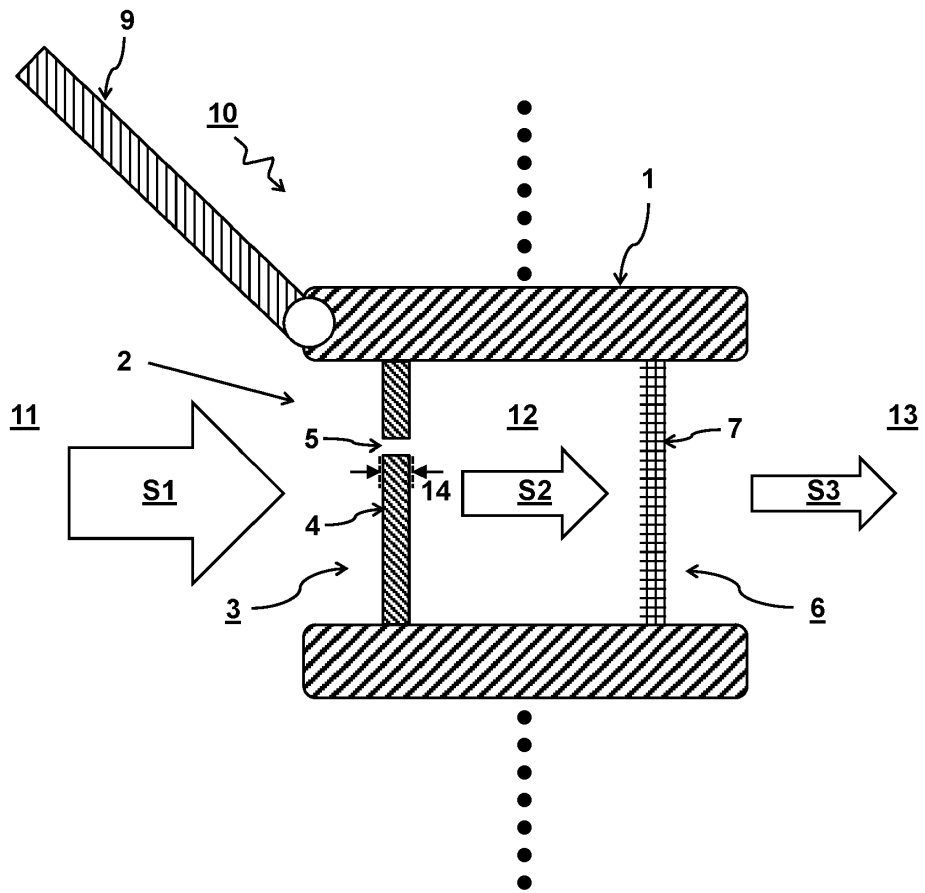


FIG 4

10
↘

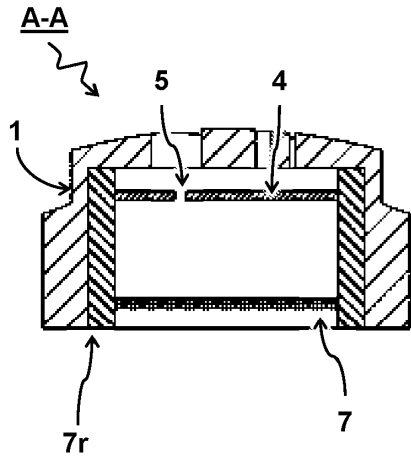


FIG 5A

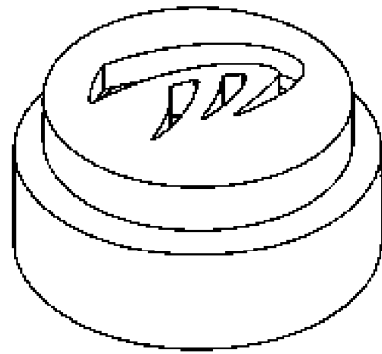


FIG 5B

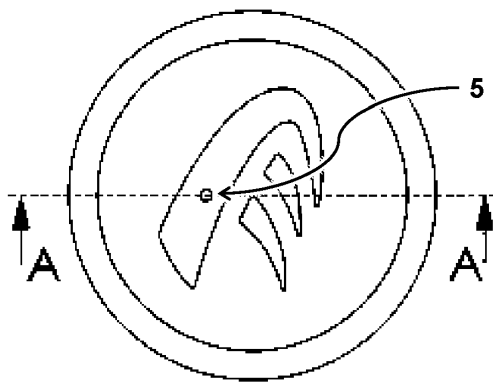


FIG 5C

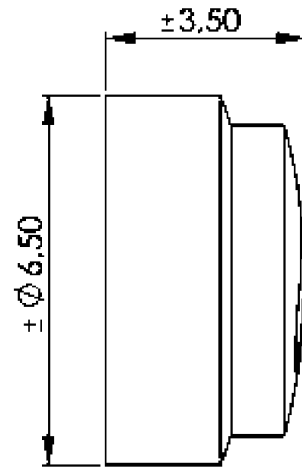


FIG 5D

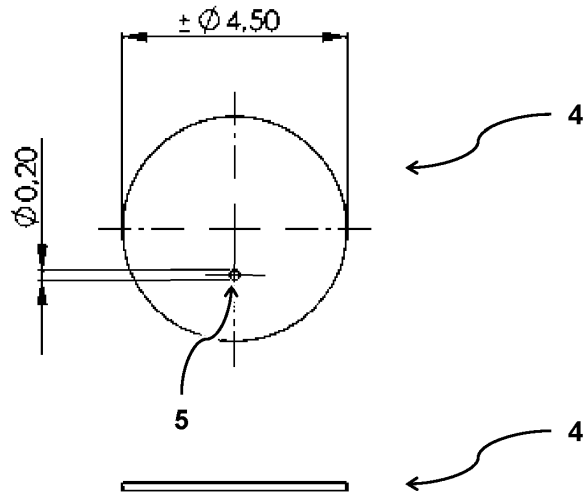


FIG 6A

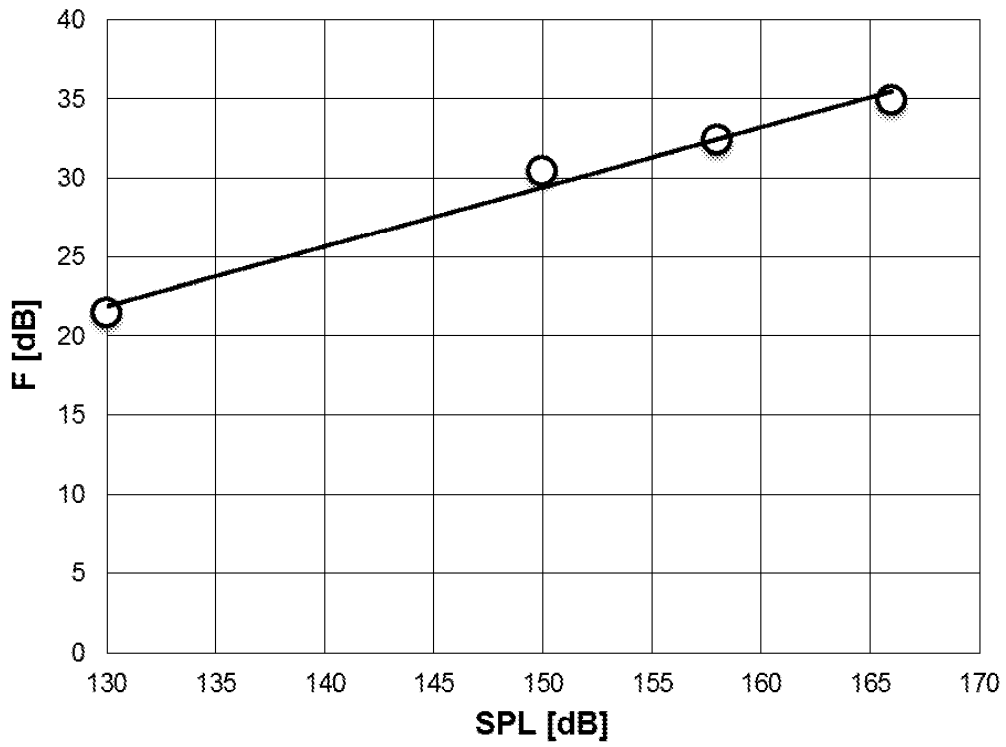


FIG 6B

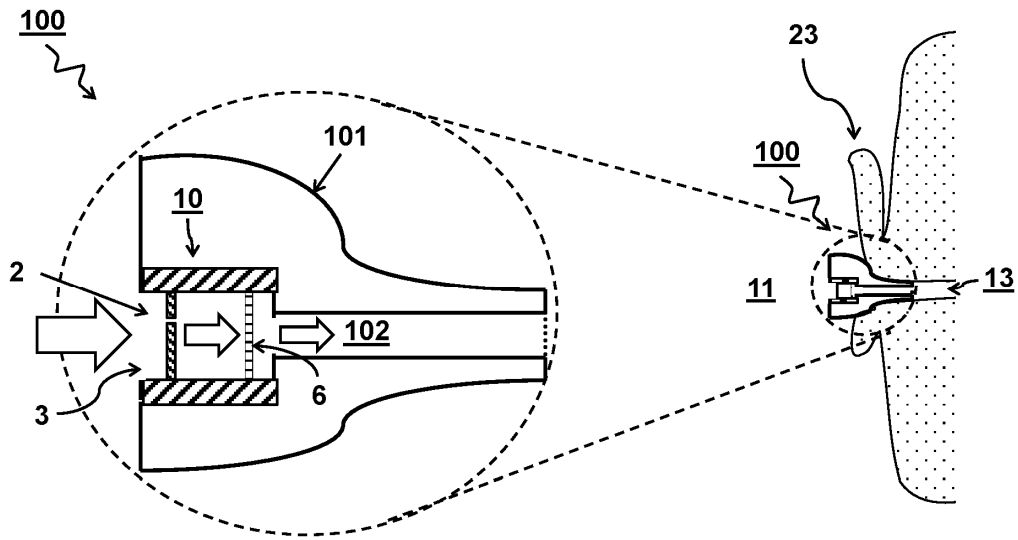


FIG 7A

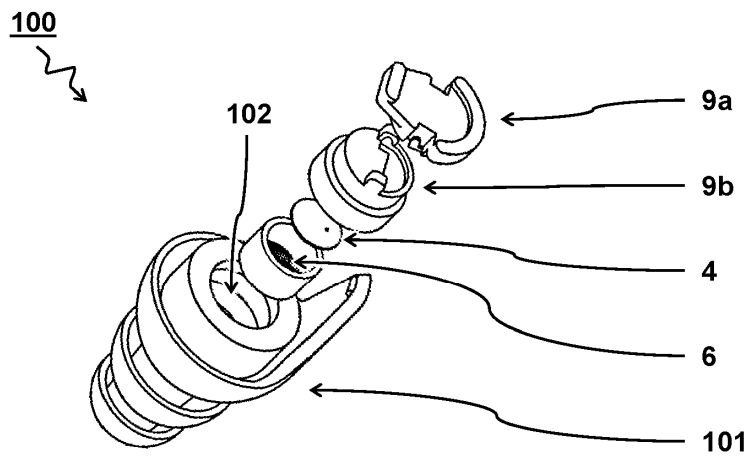


FIG 7B

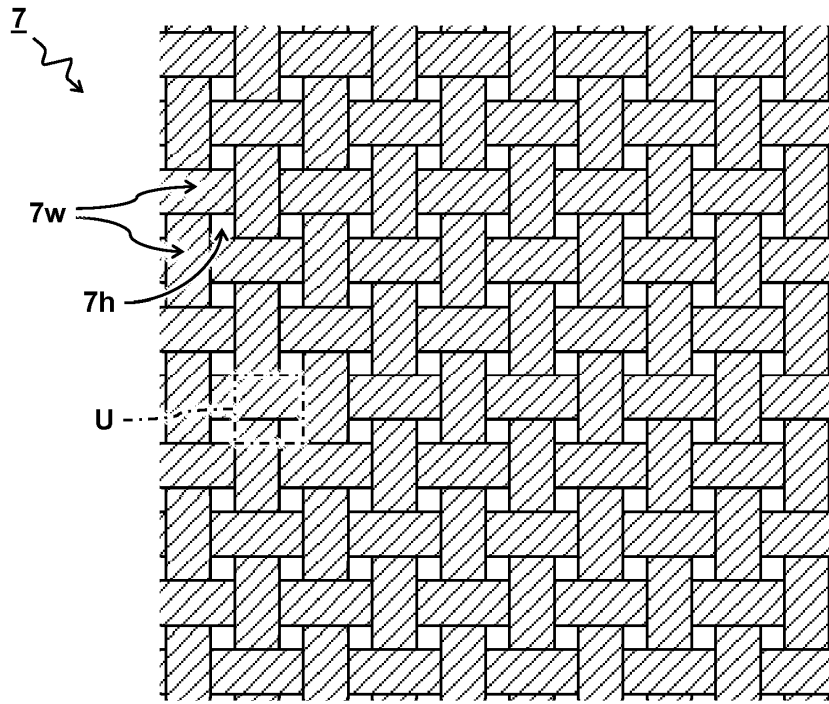


FIG 8A

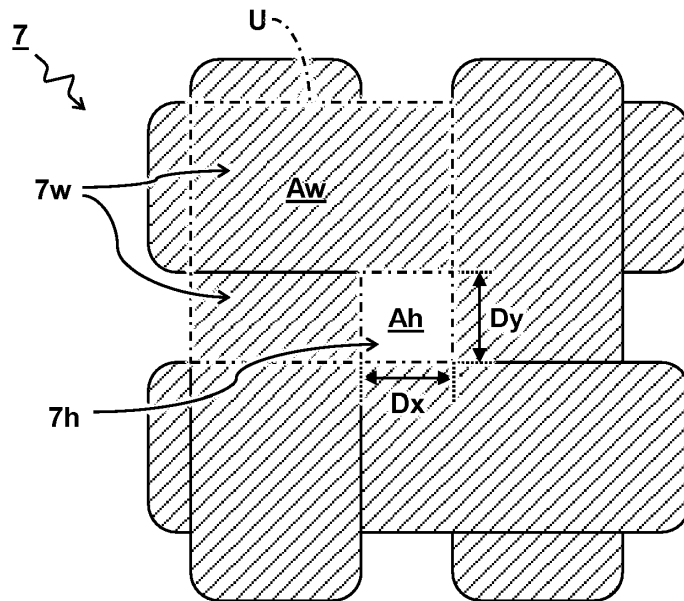


FIG 8B

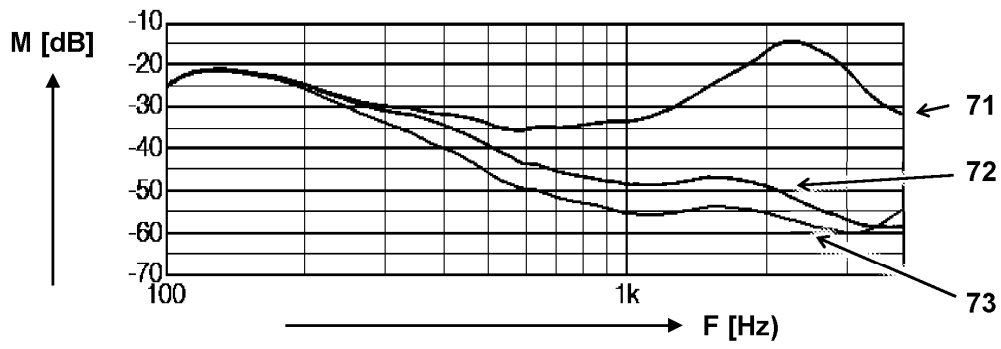


FIG 9A

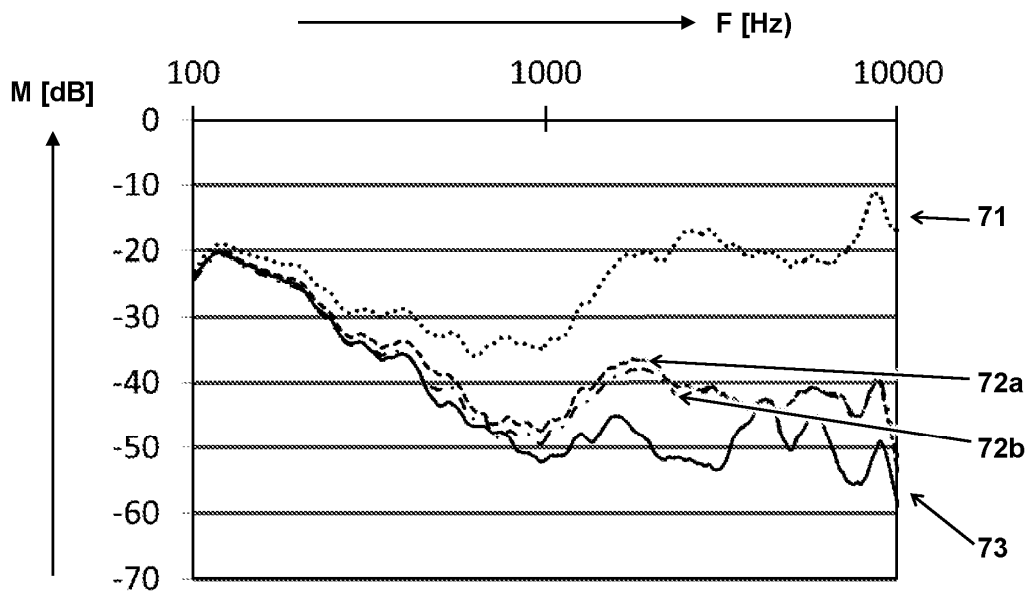


FIG 9B