

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 925**

51 Int. Cl.:

H04R 1/28

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.03.2012 PCT/GB2012/000218**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.09.2012 WO12117229**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.03.2012 E 12711954 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019 EP 2681927**

54 Título: **Altavoz**

30 Prioridad:

02.03.2011 GB 201103525

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

24.04.2020

73 Titular/es:

**GP ACOUSTICS (UK) LIMITED (100.0%)
Eccleston Road, Tovil
Maidstone, Kent ME15 6QP, GB**

72 Inventor/es:

DODD, MARK ALEXANDER

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 755 925 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

Altavoz

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a altavoces y, particularmente, a altavoces que tienen una abertura o ventilación, tales como altavoces de 'reflejo' o de 'cavidades acopladas'.

Técnica anterior

Una carcasa de altavoz de reflejo, es una en la cual la parte posterior de un diafragma de altavoz irradia en un volumen de aire cerrado con un conducto conocido como un 'tubo de abertura' que conecta este volumen de aire al espacio libre.

10 El tubo de abertura y el volumen encerrado se combinan para comportarse como un resonador de Helmholtz que, cuando se acciona mediante la parte trasera del diafragma de altavoz, resulta en una respuesta de paso alto de cuarto orden a frecuencias bajas. Este sistema proporciona una mayor salida de baja frecuencia en la región de la frecuencia de sintonización de la abertura.

15 La alineación de este tipo de altavoz ha sido bien documentada por Neville Thiele (véase, por ejemplo, Thiele, AN, "Loudspeakers in Vented Boxes, Parts I and II", J. Audio Eng. Soc., Vol. 19, pp 382-392 (mayo de 1971); pp. 471-483 (junio de 1971)) y Richard Small (véase, por ejemplo, "Vented-Box Loudspeaker Systems", J. Audio Eng. Soc., Vol. 21, pp. 363-372 (junio de 1973); pp. 438-444 (julio/agosto de 1973); pp. 549-554 (septiembre de 1973); pp. 635-639 (octubre de 1973)).

20 La frecuencia de sintonización de la abertura está dada por la ecuación bien conocida derivada para un resonador de Helmholtz. Es decir,

$$f_H = \frac{v}{2\pi} \sqrt{\frac{A}{V_0 L}}, \quad (1)$$

25 donde f_H es la frecuencia de resonancia de Helmholtz, v es la velocidad del sonido a través de la atmósfera, A es el área de la sección transversal de la abertura, V_0 es el volumen estático de la abertura y L es la longitud de la abertura. Por lo tanto, se puede lograr una frecuencia de sintonización particular con una abertura corta de área pequeña o una abertura más larga de área correspondientemente más grande.

30 Sin embargo, la presión sonora dentro de la carcasa resulta en ondas que viajan por la abertura. Éstas se reflejan en el gran cambio de impedancia acústica en los extremos del tubo, lo que resulta en resonancias longitudinales similares a las que se encuentran en los tubos de órganos y muchos otros instrumentos musicales. Estas resonancias producen picos indeseables en la salida acústica de la abertura que distorsionan la pureza tonal del altavoz. En algunos casos, se producen anomalías visibles en la respuesta de frecuencia del altavoz. Este efecto es extremadamente indeseable en un altavoz de alta calidad.

35 En la práctica, el flujo de aire en la abertura es también un problema importante, ya que a altas velocidades puede producirse turbulencia (A. Salvatti, A. Devantier y D.J. Button, "Maximizing Performance from Loudspeaker Ports", J. Audio Eng. Soc, vol. 50, no. 1/2, pp. 19-45, 2002.). La turbulencia causa distorsión y pérdida de salida, por lo que es mejor evitarla en los niveles de trabajo.

40 La Figura 1 muestra las respuestas de frecuencia calculadas de un diafragma accionado, una abertura de reflejo y su combinación en un altavoz de reflejo convencional. El objetivo de los altavoces de alto rendimiento es lograr una respuesta tan suave y uniforme como sea posible en todo el rango de frecuencias de trabajo del dispositivo. Se puede ver que, por sí solo, el diafragma muestra una respuesta que es suave y en un buen nivel a frecuencias más altas, pero cae notablemente a frecuencias más bajas. La abertura con reflejo está diseñada para contrarrestar esta caída de baja frecuencia y proporcionar una respuesta relativamente alta a frecuencias bajas (correspondientes a la resonancia de Helmholtz) y una respuesta baja a frecuencias altas. Por lo tanto, su combinación conduce a una respuesta que se extiende más a frecuencias bajas que para el diafragma solo.

45 Sin embargo, la abertura de reflejo también presenta una serie de picos agudos en su respuesta a frecuencias altas, que corresponden a las resonancias en modo longitudinal descritas anteriormente. Esto, a su vez, conduce a picos en la respuesta del altavoz como un todo y una distorsión indeseable del sonido proyectado.

El documento EP 0361445 da a conocer un aparato acústico que comprende un resonador de Helmholtz que tiene una cavidad y una abertura de conducto abierto, la abertura que comprende un miembro permeable al aire: en una

realización, la abertura de conducto abierto comprende un conjunto que tiene una estructura en la cual se ajustan cilindros exteriores de caucho (SBR de dureza 50) alrededor de un cilindro interno (miembro central) de fieltro.

5 El documento US5012890 da a conocer varias aberturas de conducto abierto para un aparato acústico, en el que toda la abertura de conducto abierto está constituida por fieltro, o la abertura de conducto abierto está formada de un material rígido y las aberturas están formadas en la porción central, que están cubiertas con fieltro.

El documento WO 99/62292 da a conocer una abertura de altavoz de reflejo de graves formada de un material sólido regular, tal como un plástico duro, que tiene perforaciones en su área central con una capa anular de material de espuma permeable al aire que las rodea.

Resumen de la invención

10 El problema es cómo amortiguar estas resonancias longitudinales sin amortiguar la resonancia de Helmholtz, alterando la frecuencia de Helmholtz sintonizada significativamente o exacerbando la turbulencia. Por ejemplo, un enfoque podría ser colocar material acústicamente absorbente en el tubo de abertura para amortiguar la resonancia longitudinal. Sin embargo, esto también tiene un gran efecto de amortiguación en la resonancia de Helmholtz y exagera el flujo turbulento a niveles altos.

15 La presente invención pretende superar estos problemas proporcionando un altavoz con un tubo de abertura que tiene una sección en su interior que proporciona una vía de fuga acústica. Esto puede proporcionar la amortiguación necesaria de las resonancias longitudinales, pero se puede construir de una manera que no fomente la turbulencia.

20 La invención se define por la materia objeto de la reivindicación 1. Las realizaciones preferidas se definen por las reivindicaciones dependientes. La presente invención proporciona un altavoz, que comprende una carcasa, un diafragma que irradia acústicamente y un conducto de abertura (que, generalmente, tendrá la forma de un tubo), que acopla acústicamente el interior de la carcasa a una región externa de la misma, en donde el conducto de abertura comprende un segmento de conducto rígido, acoplado a un segmento flexible del conducto que proporciona una vía de fuga acústica en una dirección transversal a un eje longitudinal del conducto de abertura, caracterizado porque el segmento flexible del conducto es impermeable y comprende espuma de celda cerrada, porque el conducto de
25 abertura tiene una superficie interna que es lisa, al menos en una dirección paralela a dicho eje longitudinal, y porque el segmento flexible del conducto tiene una superficie interna lisa.

30 Se puede obtener algún beneficio si, en las frecuencias relativamente altas correspondientes a las resonancias longitudinales, el segmento flexible del conducto tiene una impedancia acústica relativamente baja en comparación con su impedancia acústica en la frecuencia de resonancia de Helmholtz más bajas. El exceso de energía causado por las resonancias longitudinales se irradia transversalmente, reduciendo la magnitud de las resonancias longitudinales y su contribución a la salida del altavoz. A frecuencias relativamente bajas, correspondientes a la resonancia de Helmholtz, la impedancia acústica de la pared del tubo de abertura es relativamente alta en comparación con los extremos del tubo, por lo que la resonancia de Helmholtz no se ve afectada en gran medida y el tubo de abertura todavía proporciona una contribución importante a la salida del altavoz a frecuencias donde la
35 respuesta del diafragma es pobre.

40 Sin embargo, hemos observado que el diferencial de presión entre el aire dentro del tubo de abertura y el aire inmediatamente fuera del tubo de abertura (es decir, dentro del resto de la caja del altavoz), es mucho mayor para las resonancias longitudinales al contrario de las resonancias de Helmholtz. Esto significa que, incluso si la impedancia acústica del segmento flexible del conducto es la misma a ambas frecuencias, habrá un efecto absoluto mayor en las resonancias longitudinales que en las resonancias de Helmholtz.

45 A fin de reducir la turbulencia que podría distorsionar la salida de altavoz, una superficie interna del tubo de abertura es lisa, al menos en una dirección paralela a su eje longitudinal o incluso en todas las direcciones. Esto aplica particularmente a la o las conexiones entre segmentos rígidos y flexibles, donde la turbulencia es probable si hay una discontinuidad. Las conexiones suaves reducirán el flujo turbulento y mejorarán la salida del altavoz. El segmento flexible del conducto será también habitualmente impermeable.

50 La vía de fuga acústica puede proporcionarse a lo largo de una parte de la longitud del tubo de abertura, o sustancialmente, toda la longitud del tubo de abertura, de tal manera que el o los segmentos rígidos proporcionen solo un collar en uno o ambos extremos. El collar puede ensancharse para disuadir aún más la turbulencia. En una realización, la vía de fuga se ubica de modo que incluya un antinodo de presión de las resonancias longitudinales (por ejemplo, la resonancia longitudinal de primer orden y, posiblemente, la resonancia longitudinal de segundo orden), causando la mayor amortiguación para esos órdenes de resonancia.

55 Con el fin de proporcionar la vía de fuga acústica necesaria, la parte móvil del tubo de abertura puede comprender una membrana, que tiene un espesor en un rango con un límite superior seleccionado del grupo de 4 mm, de 2 mm, de 1 mm y de 0,5 mm, y un límite inferior de 0,025 mm. De acuerdo con la invención, se utiliza un material espumado de celda cerrada; esto permitirá que se proporcione una pared más gruesa que tiene la ventaja de que

puede ser autoportante. La frecuencia de anillo del tubo puede ajustarse seleccionando un material y/o espesor apropiado para que coincida con las frecuencias de resonancia longitudinales (por ejemplo, la frecuencia de resonancia de primer orden). Alternativamente, se puede proporcionar un diafragma de puerto rígido, acoplado al tubo de abertura a través de juntas flexibles para permitir la vía de fuga necesaria.

5 En una disposición diferente, el tubo de abertura puede comprender corrugaciones que corren paralelas a dicho eje longitudinal, siendo el número y/o la profundidad de las corrugaciones seleccionable para lograr una frecuencia de anillo que coincida con las frecuencias de resonancia longitudinales. Éstas pueden ayudar aún más a la naturaleza autoportante del conducto y (lo que es más importante) no crean turbulencia como resultado de estar alineadas paralelas al eje longitudinal.

10 En otra realización más, el tubo de abertura puede comprender una pluralidad de segmentos alargados rígidos, acoplados uno a otro mediante juntas flexibles. Una suspensión de espuma de celda cerrada puede ser adecuada para lograr la fuga acústica necesaria mientras se proporciona un cierre hermético. Se puede seleccionar el número de segmentos para lograr la frecuencia de anillo deseada.

15 La vía de fuga acústica tiene, típicamente, una impedancia acústica relativamente baja a un primer valor de frecuencia, y una impedancia acústica relativamente alta a un segundo valor de frecuencia más baja. Esto permite que las resonancias longitudinales se dispersen mientras contienen resonancias de Helmholtz.

20 El diafragma radiante puede disponerse en el altavoz de tal manera que, cuando se acciona, un lado frontal del mismo irradia acústicamente a la atmósfera fuera de la carcasa y un lado posterior irradia acústicamente a un interior de la carcasa - es decir, un altavoz de reflejo de graves. En tal contexto, el conducto de abertura, generalmente, tendrá dimensiones para lograr una frecuencia de resonancia de Helmholtz en el primer valor de frecuencia relativamente bajo y frecuencias resonantes longitudinales en el segundo valor de frecuencia relativamente alto.

25 Además, sin embargo, la invención es aplicable a una caja de altavoz más general, donde la función primaria de la abertura es como parte de un sistema de filtro acústico, tal como una cavidad acoplada y el altavoz de línea de reflejo o de transmisión. Por lo tanto, la función principal de la abertura puede ser una masa acústica como parte de un sistema de filtro acústico.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 es un gráfico que muestra la respuesta calculada de un diafragma, de una abertura de reflejo y su combinación en un altavoz de reflejo convencional;

30 La Figura 2 es un dibujo esquemático de un altavoz de reflejo;

La Figura 3 es un dibujo esquemático de una abertura de reflejo, de acuerdo con realizaciones de la presente invención, que experimenta resonancia;

La Figura 4 muestra una abertura de reflejo de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 5 muestra una abertura de reflejo de acuerdo con otra realización de la presente invención;

35 La Figura 6 muestra una abertura de reflejo de acuerdo con otra realización de la presente invención; y

La Figura 7 es un gráfico que muestra la respuesta calculada de un diafragma, de una abertura de reflejo, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, y su combinación en un altavoz.

Descripción detallada de las realizaciones

40 La Figura 2 es un diagrama esquemático que muestra un altavoz 10 de reflejo, en el que se pueden emplear realizaciones de la presente invención. El altavoz 10 comprende una caja 12 (también denominada carcasa), un diafragma 14 montado en la caja y una unidad 16 de accionamiento para accionar el diafragma 14 para que irradie ondas acústicas. Un lado 14a frontal del diafragma irradia acústicamente a la atmósfera, es decir, proyecta ondas acústicas hacia el exterior desde el altavoz. Un lado 14b trasero del diafragma irradia hacia adentro, hacia el volumen interno de la caja.

45 En la caja también está ubicado un tubo 18 de abertura y comprende una estructura tubular alargada abierta que se extiende desde una abertura en la caja. El tubo de abertura acopla acústicamente el interior de la caja a su exterior y proporciona un aumento de rendimiento a frecuencias más bajas. Aunque en la realización ilustrada el tubo de abertura se extiende hacia el interior, dentro de la caja, a partir de la descripción a continuación será evidente que al menos parte del tubo puede estar fuera de la caja o en un volumen cerrado separado.

5 En uso, el tubo 18 de abertura actúa como un resonador de Helmholtz con una frecuencia de resonancia de Helmholtz dada por la ecuación (1) anterior. Las dimensiones (es decir, el área de sección transversal, el volumen y la longitud) del tubo 18 se pueden elegir para lograr una frecuencia de Helmholtz particular y así proporcionar un aumento de rendimiento en una parte particular del espectro. Es decir, el tubo de abertura está "sintonizado". Por lo general, esto es a una frecuencia baja donde la respuesta del diafragma por sí sola es inadecuada.

Sin embargo, el tubo 18 de abertura también da lugar a resonancias longitudinales no deseadas en frecuencias más altas y puede experimentar turbulencia que distorsiona aún más la salida de los altavoces.

10 Con el fin de suprimir estas resonancias no deseadas, el tubo de abertura de acuerdo con realizaciones de la presente invención, comprende una vía de fuga acústica a través de una parte móvil del mismo, con impedancia acústica dependiente de la frecuencia. A frecuencias relativamente bajas (es decir, las correspondientes a la resonancia de Helmholtz), la impedancia acústica de la vía de fuga es relativamente alta; a frecuencias relativamente altas (es decir, las correspondientes a las frecuencias longitudinales no deseadas), la impedancia acústica de la vía de fuga es relativamente baja. Esta impedancia relativamente baja permite que las vibraciones longitudinales transmitan energía transversal al eje longitudinal del tubo de abertura, es decir, a través de las paredes del tubo de abertura. Si el tubo de abertura se encuentra completamente dentro del volumen cerrado de la caja 12, esta energía se irradia nuevamente dentro de ese volumen. También será evidente para los expertos en la técnica que el tubo de abertura puede estar fuera del volumen cerrado o en un volumen cerrado separado, en cuyo caso, la energía se irradia correspondientemente. En cualquier caso, sin embargo, la fuga acústica proporciona una caída de material en la salida de la abertura a las frecuencias más altas de las resonancias longitudinales.

20 La vía de fuga acústica puede proporcionarse en sólo una parte del tubo 18 de abertura (en cuyo caso, el tubo de abertura comprenderá, en general, una o más partes móviles conectadas a través de partes rígidas) o a lo largo de sustancialmente toda su longitud (en cuyo caso, todo el tubo de abertura puede ser móvil, aunque puede comprender tapas de extremo rígidas). El último proporciona la mayor reducción en la resonancia, pero el primero también reduce el comportamiento resonante del tubo de abertura. Si la vía de fuga se proporciona solo en una parte del tubo de abertura, hay ventajas en colocarlo para que coincida con un anti-nodo de presión de las resonancias longitudinales. Por ejemplo, la vía de fuga puede colocarse aproximadamente a la mitad del tubo de abertura, para que coincida con el anti-nodo de presión de la resonancia de primer orden. La vía de fuga puede extenderse (o proporcionarse otras vías de fuga), para coincidir con los antinodos de resonancia de segundo orden, es decir, un cuarto o tres cuartos del camino a lo largo de la longitud del tubo.

30 En una realización de la presente invención, y como se describirá en más detalle a continuación, la vía de fuga acústica se proporciona mediante una membrana tubular delgada (es decir, la parte móvil es una membrana). La membrana puede tener un espesor en un rango con un límite superior seleccionado del grupo de 4 mm, de 2 mm, de 1 mm y de 0,5 mm, y un límite inferior de 0,025 mm. En un ejemplo, que sirve para una mejor comprensión, pero que no pertenece a la invención, la membrana puede fabricarse a partir de caucho (sintético o natural) u otro material ligero adecuado, utilizando moldeo por inmersión, moldeo por compresión u otras técnicas adecuadas. De acuerdo con la invención, la membrana comprende espuma de celda cerrada. Estos u otros materiales de baja densidad permiten proporcionar una pared algo más gruesa.

40 En cualquier caso, todo el tubo 18 de abertura, o sólo una parte del mismo, puede estar hecho de tales materiales, por ejemplo, con las partes móviles proporcionadas en una o más aberturas en una estructura de otra manera rígida. En la práctica, esto podría lograrse proporcionando una pared rígida de abertura y membranas móviles formando un cierre deformable sobre las aberturas en las paredes de abertura, o diafragmas rígidos soportados en las aberturas por juntas flexibles. Esas aberturas podrían ser longitudinales a lo largo de la abertura, o de otra manera, según se desee, para adaptar las propiedades de las paredes de abertura. Esto podría proporcionar una forma de construcción particularmente práctica y económica.

45 En una realización alternativa, el tubo 18 de abertura comprende una pluralidad de segmentos alargados sustancialmente rígidos que se extienden paralelos al eje longitudinal del tubo. Cada uno de los segmentos está conectado a su vecino mediante una unión flexible, lo que le da un grado de flexibilidad al tubo de abertura en su conjunto. Por supuesto, los expertos en la técnica pueden diseñar enfoques alternativos sin apartarse del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones a continuación.

50 La Figura 3 es un diagrama esquemático que muestra la resonancia mecánica del tubo de abertura de acuerdo con realizaciones de la presente invención. El eje longitudinal se indica con el número I de referencia.

55 Se puede observar que, en las frecuencias relativamente altas, correspondientes a las resonancias longitudinales, el tubo 18 de abertura se construye de un material con el fin de permitir la expansión y contracción en una dirección transversal al eje longitudinal. El tubo de abertura expandido está indicado por las líneas discontinuas y la referencia 18a; el tubo de abertura contraído se indica mediante las líneas discontinuas y la referencia 18b. Este movimiento a frecuencias más altas permite que la energía se irradie lejos del tubo de abertura en la dirección transversal

mostrada. A frecuencias más bajas, el tubo de abertura tiene una impedancia acústica más alta y, por lo tanto, no se mueve una cantidad significativa de esta manera.

5 La Figura 4 muestra una realización del tubo de abertura con más detalle. El tubo de abertura se denota con un número 100 de referencia, aunque será evidente que puede reemplazar el tubo 18 de abertura en el altavoz mostrado en la Figura 2.

10 El tubo 100 de abertura comprende una membrana 102 tubular delgada que se extiende entre las estructuras 104, 106 de soporte anulares rígidas en sus respectivos extremos. Estas también proporcionan un extremo acampanado al conducto definido por el tubo 100 de abertura, para ayudar a minimizar la turbulencia. La membrana en sí tiene una superficie interna completamente lisa y, por lo tanto, define un cilindro regular que se mantiene abierto por las estructuras 104, 106 de soporte. Al garantizar una superficie interna lisa (es decir, sin huecos, crestas u otros cambios bruscos de dirección), se puede minimizar el flujo de aire turbulento. Las conexiones entre la membrana 102 y las estructuras 104, 106 de soporte, también se mantienen lisas, es decir, presentan un diámetro interno sustancialmente constante, para minimizar la turbulencia.

15 Una pluralidad de puntales 108 rígidos corre en paralelo al eje longitudinal del tubo 100, fuera de la membrana 102 y que se extiende entre las estructuras 104, 106 de soporte. En general, una de las estructuras 104 de soporte se conectará a una abertura en la caja 12. La otra estructura 106 de soporte puede dejarse sin soporte dentro del volumen cerrado de la caja 12. Por lo tanto, los puntales 108 sujetan la membrana 102 y mantienen su forma cilíndrica. La necesidad de puntales dependerá de la elección del material y de su espesor; algunos materiales, tal como una espuma de celda cerrada de aproximadamente 3 mm de espesor, serán lo suficientemente autoportantes como para que no necesiten puntales, otros requerirán puntales de manera que la estructura en su conjunto sea autoportante y tenga las propiedades acústicas necesarias, como se exponen en el presente documento.

20 La membrana 102 puede tener un espesor en un rango con un límite superior seleccionado del grupo de 4 mm, de 2 mm, de 1 mm y de 0,5 mm, y un límite inferior de 0,025 mm. De acuerdo con la invención, se fabrica a partir de espuma de celda cerrada. Mediante una selección cuidadosa del material y del espesor de la membrana, la frecuencia de anillo del tubo de abertura se puede ajustar para que coincida con la frecuencia de la resonancia longitudinal (por ejemplo, la resonancia de primer orden).

25 La Figura 4 también muestra un cilindro opcional de material 110 permeable, colocado concéntricamente con y que corre fuera de la membrana 102. El material permeable proporciona pérdidas resistivas adicionales. Sin embargo, para evitar que esta resistencia se cortocircuite, los extremos del cilindro 110 permeable están sellados a las estructuras 104, 106 de soporte. La provisión del cilindro permeable puede ayudar cuando se emplean membranas con menos pérdida.

La Figura 5 muestra un tubo 200 de abertura de acuerdo con otra realización de la presente invención.

35 Una vez más, el tubo de abertura comprende una membrana 202 tubular delgada que se extiende entre las estructuras 204, 206 de soporte rígidas. Los puntales 208 se extienden también entre las estructuras de soporte para prestar al tubo 200 de abertura la rigidez necesaria en caso de que una de las estructuras 204, 206 no esté conectada a una parte rígida de la caja 12.

40 En esta realización, la membrana 202 comprende una serie de corrugaciones que corren paralelas al eje longitudinal del tubo 200 de abertura. El número y/o la profundidad de las corrugaciones pueden adaptarse con el fin de seleccionar una frecuencia de anillo particular y, por lo tanto, sintonizar el tubo de abertura para que irradie energía transversalmente a valores de frecuencia correspondientes a las resonancias longitudinales.

45 Aunque no define una superficie interna completamente lisa, la membrana 202 corrugada tiene una superficie lisa en una dirección paralela al eje longitudinal (y, por lo tanto, paralela al flujo de aire). La turbulencia se reduce nuevamente en comparación con las superficies internas no lisas. Aunque no se ilustra ninguno, será evidente para los expertos en la materia que, en esta realización, también se puede proporcionar un cilindro de material permeable similar al mostrado en la Figura 4.

La Figura 6 muestra un tubo 300 de abertura de acuerdo con otra realización más. Nuevamente, el tubo 300 de abertura es adecuado para utilizar en un altavoz, como se muestra en la Figura 2.

50 El tubo 300 de abertura tiene una construcción similar a los descritos anteriormente. Sin embargo, en esta realización, el tubo en sí mismo se proporciona por una pluralidad de segmentos 302 alargados sustancialmente rígidos que corren paralelos al eje longitudinal del tubo 300. Cada uno de los segmentos 302 rígidos está acoplado a sus respectivos vecinos mediante juntas 308 flexibles. Las juntas permiten que los segmentos se muevan, mientras proporciona un cierre hermético. Por ejemplo, una suspensión de espuma de celda cerrada podría unir cada uno de los segmentos a sus vecinos y a las estructuras 304, 306 de soporte.

Una vez más, las pérdidas resistivas se proporcionan por pérdidas de material en la suspensión 308; sin embargo, si es necesario, se puede proporcionar un cilindro concéntrico adicional de material permeable que rodee el tubo 300 (como se muestra en la Figura 4).

5 La Figura 7 es un gráfico que muestra la respuesta calculada de un diafragma, una abertura de reflejo de acuerdo con realizaciones de la presente invención y su combinación en un altavoz, que representa un tubo de abertura general con una fuga acústica.

10 En comparación con la Figura 1, se puede observar que las resonancias longitudinales del tubo de abertura a frecuencias más altas se amortiguan de manera significativa, pero que la frecuencia baja de resonancia de Helmholtz ni se amortigua, ni cambia a un valor diferente. El rendimiento del altavoz a frecuencias más altas se mejora notablemente.

15 La presente invención proporciona, por lo tanto, un altavoz con un tubo de abertura que tiene una vía de fuga acústica a través de una parte móvil del mismo, que es dependiente de la frecuencia. A frecuencias relativamente bajas (correspondientes a la resonancia de Helmholtz), la vía de fuga tiene una impedancia acústica relativamente alta; a frecuencias relativamente altas (correspondientes a resonancias longitudinales), la vía de fuga tiene una impedancia acústica relativamente baja. De esta manera, el exceso de energía causado por la resonancia longitudinal a frecuencias más altas se irradia transversalmente a través de las paredes del tubo de abertura en lugar de contribuir a la salida del altavoz en sí.

Por supuesto, se entenderá que se pueden hacer muchas variaciones a la realización anteriormente descrita sin apartarse del alcance de la presente invención.

20

REIVINDICACIONES

1. Un altavoz (10), que comprende:
 - una carcasa (12);
 - un diafragma (14) que irradia acústicamente y
- 5 un conducto (18, 100, 200, 300) de abertura que acopla acústicamente el interior de la carcasa a una región externa al mismo,
 - en donde, el conducto (100, 200, 300) de abertura comprende al menos un segmento (104, 106, 204, 206, 304, 306) del conducto rígido, acoplado a un segmento (102, 202, 302) flexible del conducto que proporciona una vía de fuga acústica en una dirección transversal a un eje longitudinal del conducto de abertura, caracterizado por que el
 - 10 segmento (102, 202, 302) flexible del conducto es impermeable y comprende espuma de celda cerrada, por que el conducto (100, 200, 300) de abertura tiene una superficie interior que es lisa al menos en una dirección paralela a dicho eje longitudinal y porque el segmento flexible del conducto tiene una superficie interna lisa.
2. El altavoz de acuerdo con la reivindicación 1, donde la superficie interna de dicho conducto (100, 200, 300) es lisa en todas las direcciones.
- 15 3. El altavoz de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en donde dicha vía de fuga acústica está ubicada de manera que incluye un anti-nodo de presión de resonancias longitudinales del conducto (100, 200, 300) de abertura.
4. El altavoz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la vía de fuga acústica se extiende sustancialmente a lo largo de la longitud del conducto (100, 200, 300) de abertura, o se proporciona en solo
- 20 una parte del conducto de abertura.
5. El altavoz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el segmento flexible del conducto comprende una membrana (102) deformable.
6. El altavoz de acuerdo con la reivindicación 5, donde la membrana (102) tiene un espesor de entre 0,025 mm y 4 mm.
- 25 7. El altavoz de acuerdo con la reivindicación 5, donde la membrana (102) tiene un espesor de entre 1 mm y 3 mm.
8. El altavoz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el segmento (202) flexible del conducto del conducto (200) de abertura comprende corrugaciones que corren paralelas a dicho eje longitudinal.
9. El altavoz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el conducto (300) de abertura comprende una pluralidad de segmentos rígidos acoplados entre sí mediante juntas (308) flexibles.
- 30 10. El altavoz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además uno o más miembros (108, 208) rígidos de soporte que se extienden desde un extremo del conducto de abertura al otro.
11. El altavoz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha vía de fuga acústica comprende además un miembro (110) poroso que se encuentra fuera de una parte móvil del conducto de abertura.
12. El altavoz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende dos segmentos (104, 106, 204, 206, 304, 306) rígidos del conducto a cada lado del segmento (102, 202, 302) flexible del conducto.
- 35 13. El altavoz de acuerdo con la reivindicación 12, en donde al menos uno de los segmentos (104, 106, 204, 206, 304, 306) rígidos del conducto define un extremo acampanado al conducto.
14. El altavoz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el diafragma (14) irradiante está dispuesto en el altavoz de tal manera que, cuando se acciona, un lado frontal del mismo irradia acústicamente a
- 40 la atmósfera fuera de la carcasa (12) y un lado trasero irradia acústicamente en un interior de la carcasa (12).
15. El altavoz de acuerdo con la reivindicación 14, en donde el conducto (100, 200, 300) de abertura tiene dimensiones para lograr una frecuencia de resonancia de Helmholtz en el primer valor de frecuencia relativamente baja y frecuencias de resonancia longitudinal en el segundo valor de frecuencia relativamente alta.
16. El altavoz de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la vía de fuga acústica tiene
- 45 una impedancia acústica relativamente baja en un primer valor de frecuencia y una impedancia acústica relativamente alta en un segundo valor de frecuencia más baja.

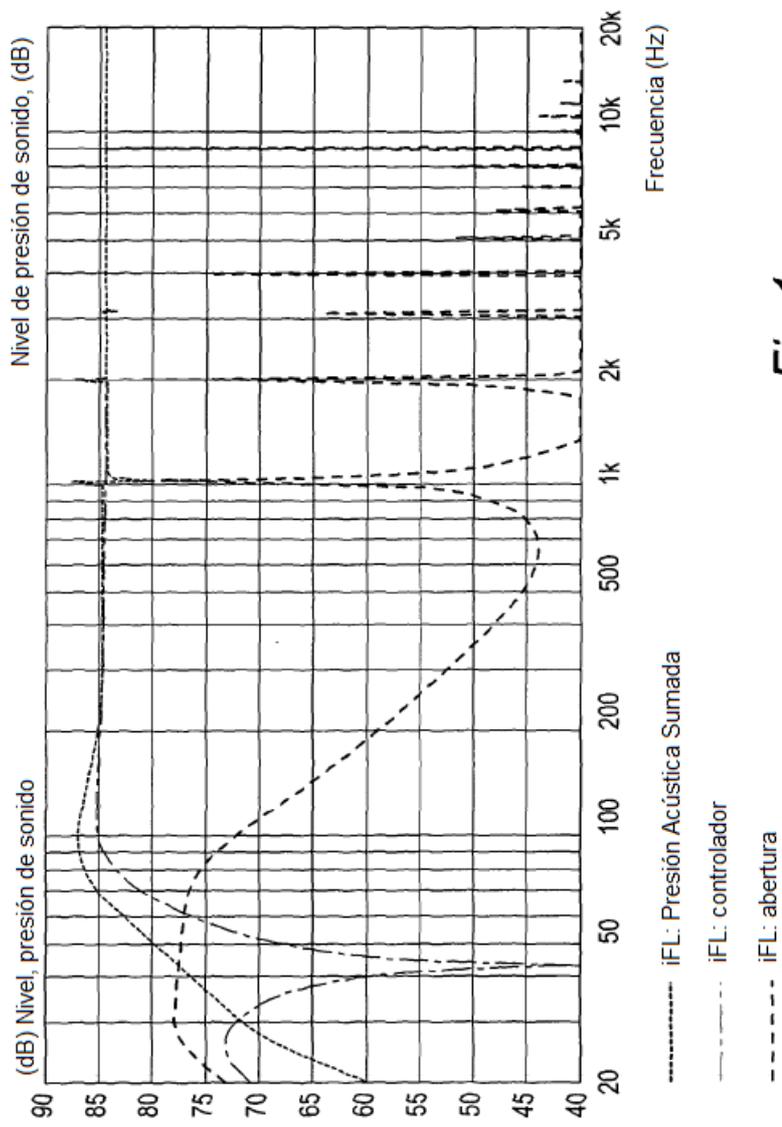


Fig.1

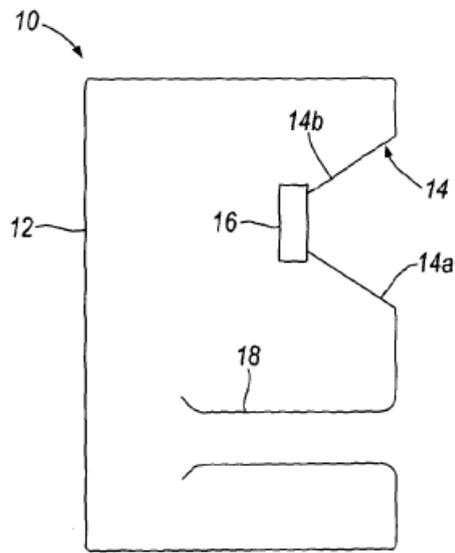


Fig. 2

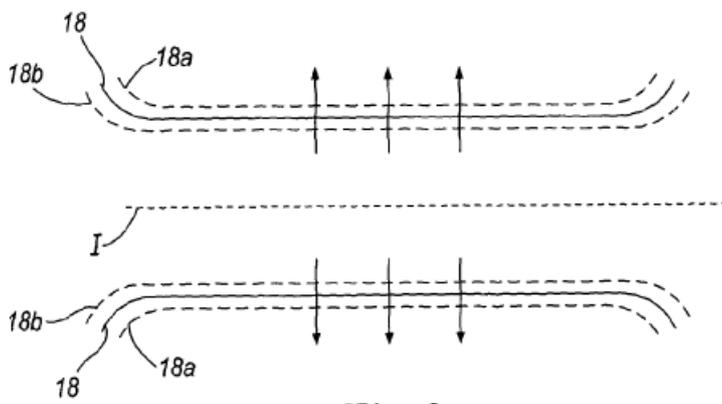
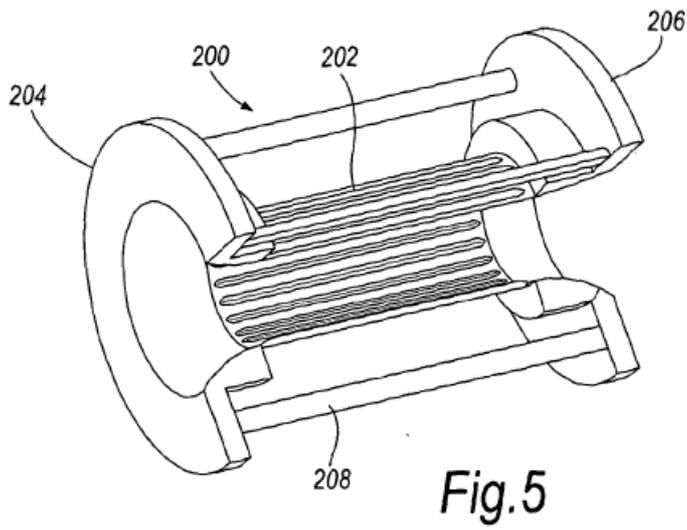
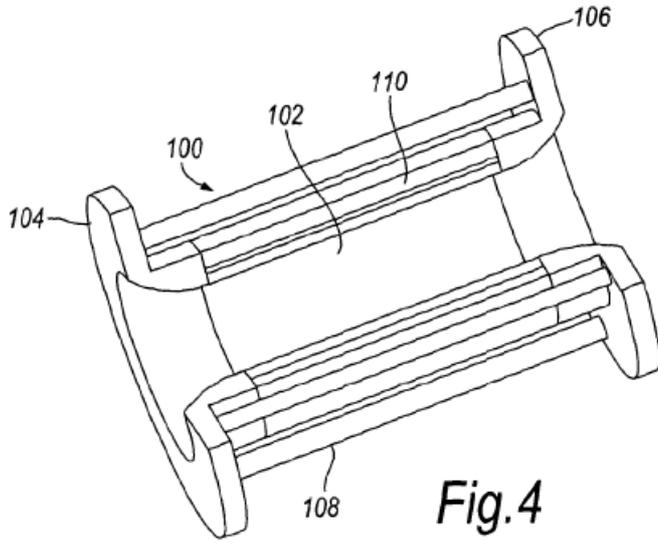


Fig. 3



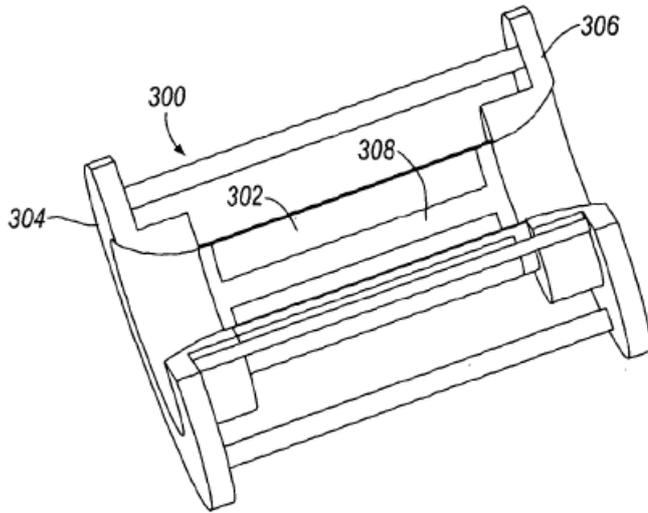


Fig.6

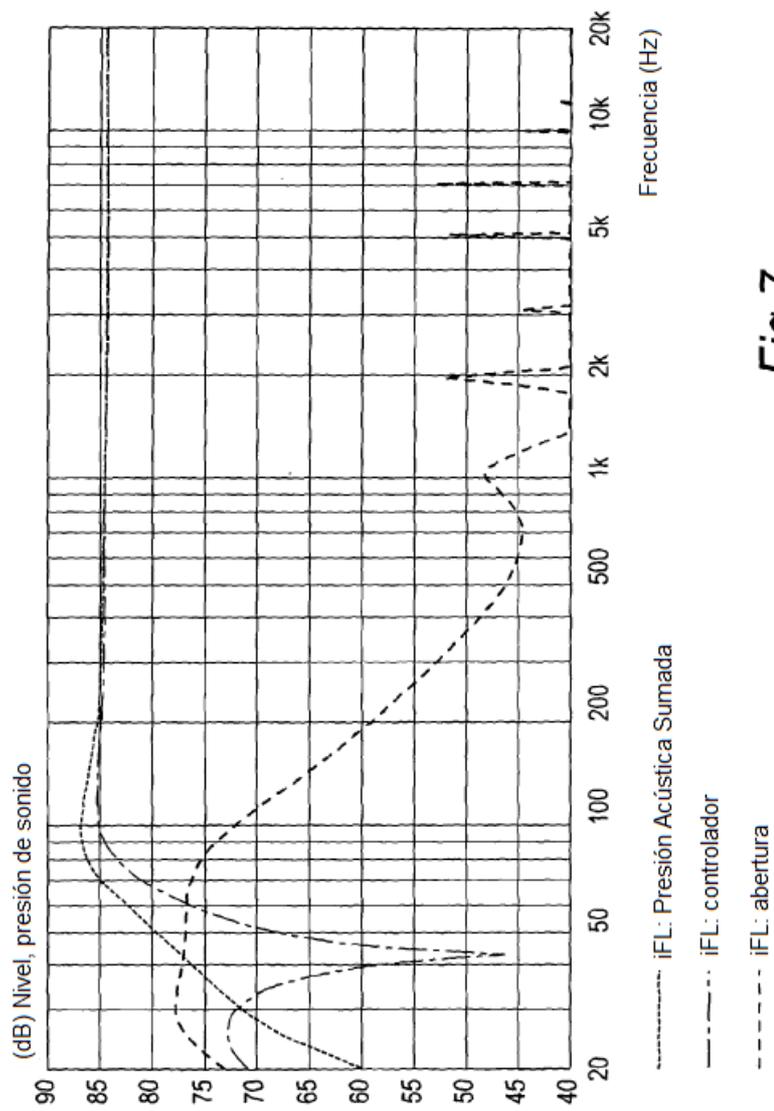


Fig.7