

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 946 690**

51 Int. Cl.:

B60H 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.06.2020** **E 20305619 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2023** **EP 3922494**

54 Título: **Tubo de distribución de aire para un circuito CVC de un vehículo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
24.07.2023

73 Titular/es:

**INDUSTRIAS TECNICAS DE LA ESPUMA SL
(50.0%)
Ctra. Vitoria-Logroño km.26
01220 Armiñón, ES y
HUTCHINSON (50.0%)**

72 Inventor/es:

**GUTIERREZ ROSADO, JORGE;
NAVARRO BERMEJO, DAVID;
TANNEAU, OLIVIER y
DÍAZ DE DURANA BAHON, JULIO**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 946 690 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

Tubo de distribución de aire para un circuito CVC de un vehículo

5 Sector técnico de la invención

La presente invención se refiere a un tubo de distribución de aire para un circuito de calefacción, ventilación y climatización de un vehículo, por ejemplo un automóvil. Este circuito se conoce como circuito CVC (acrónimo de calefacción, ventilación y climatización) y, más concretamente, circuito HVAC (acrónimo del inglés “Heating, Ventilation and Air-Conditioning”).

Estado de la técnica anterior

La técnica anterior comprende, en concreto, las Patentes JP-A-2004 116959, WO-A1-2008/000788, DE-A1-3536379 y FR-A1-2 876 172.

Un circuito CVC o HVAC está representado esquemáticamente en la figura 1. Este tipo de circuito 10 comprende, en general, un compresor 12, un condensador 14, una válvula de expansión 16 y un evaporador 18.

Un fluido refrigerante (tal como el R1234yf) pasa primero por el compresor 12 para salir en estado gaseoso a alta presión. El condensador 14 permite hacer pasar a este fluido del estado gaseoso al estado líquido. Es en esta etapa en la que el fluido cede su energía térmica, antes de pasar por la válvula de expansión 16.

La válvula de expansión 16 permite hacer descender la presión del fluido y, por consiguiente, su temperatura. Permite, asimismo, regular el caudal del fluido en el circuito 10. El evaporador 18 está situado bajo el salpicadero del vehículo y tiene dos funciones: enfriar el aire que entra en el habitáculo y secar este aire. Un ventilador 20 hace pasar aire exterior a través del evaporador 18. Este aire pierde su calor y humedad, antes de ser redistribuido en el habitáculo a través de un filtro y rejillas de ventilación 22, creando una sensación de frescura. El evaporador 18 está situado en una unidad 24 de refrigeración y de calefacción que comprende un cuerpo de calefacción en el caso de que, por el contrario, se deba calentar el aire para calentar el habitáculo del vehículo. El aire es llevado desde la unidad 24 a las rejillas 22 mediante tubos 26 de distribución de aire, uno de los cuales se muestra esquemáticamente en la figura 2.

Un tubo de distribución 26 puede tener una forma compleja para sortear ciertos obstáculos en su entorno de montaje. Tiene una forma general alargada y comprende un cuerpo tubular 28 que comprende una abertura 30 de entrada de aire en un extremo y, como mínimo, una abertura 32 de salida de aire en su extremo opuesto. El tubo puede tener, en sección, una forma no circular.

El tubo 32 puede estar realizado de un material celular (o alveolar, comúnmente llamado material de espuma, “foam material”, en inglés) y elásticamente deformable. En la presente solicitud se entiende por material celular un material que comprende celdas o cavidades abiertas y cerradas de pequeño tamaño que permiten aligerar y ablandar el material. El material es elásticamente deformable, es decir, es flexible y puede recuperar su forma inicial después de ser deformado.

Con el objetivo de mejorar constantemente las condiciones de transporte del conductor y de los pasajeros del vehículo, es importante reducir al máximo la contaminación acústica del motor y del equipamiento del vehículo. En este contexto, el solicitante ha buscado una solución para mejorar un tubo de distribución de aire de un circuito CVC, con el fin de atenuar el ruido transmitido al habitáculo del vehículo, y procedente, en concreto, del ventilador y del compresor de este circuito.

Características de la invención

La invención propone una solución simple, eficaz y económica para atenuar el ruido transmitido por un tubo de distribución de aire para un circuito CVC de un vehículo.

La presente invención se refiere a un tubo de distribución de aire para un circuito CVC de un vehículo, comprendiendo este tubo una sola pared tubular de una sola capa, realizada a partir de un material celular y elásticamente deformable, caracterizado por que dicha pared comprende microperforaciones de atenuación acústica, extendiéndose estas microperforaciones, como mínimo, desde una de las superficies interna y externa de la pared hacia la otra de estas superficies, incluso hasta la otra de estas superficies.

En primer lugar, es importante señalar que el tubo comprende una sola pared tubular y de una sola capa, por lo que el tubo es sencillo de fabricar, a diferencia de los tubos del estado de la técnica, que pueden presentar varias capas o paredes superpuestas. La pared del tubo, según la invención, está formada por el material celular y elásticamente deformable mencionado anteriormente.

El hecho de que el tubo tenga una sola capa o pared es ventajoso para ampliar el intervalo de frecuencias de atenuación acústica, especialmente hacia las bajas frecuencias. En efecto, un tubo de múltiples capas de la técnica anterior tiene, en general, una propiedad de atenuación acústica a frecuencias medias y altas (habitualmente superiores a 800 Hz). Por el contrario, el tubo, según la invención, puede tener una propiedad de atenuación acústica más amplia incluso a bajas frecuencias (habitualmente hasta 50 Hz).

El tubo, según la invención, puede tener cualquier forma, en concreto, en sección.

Según la invención, el tubo está microperforado, estando realizadas las microperforaciones desde el interior y/o desde el exterior del tubo, y siendo pasantes o no pasantes. Una primera cosa a observar es que las microperforaciones se extienden, por consiguiente, sustancialmente de manera radial (con respecto al eje longitudinal o de alargamiento del tubo) sobre la totalidad o una parte de la extensión o del grosor del tubo, es decir sobre la totalidad o una parte del grosor de su pared. Este primer punto es importante y va en contra de lo que un experto en la materia consideraría para mejorar las propiedades acústicas del tubo. En efecto, puesto que la función del tubo es distribuir aire, a un experto en la materia no se le ocurriría perforar la única pared de ese tubo, debido al riesgo de generar fugas de aire.

Considerando las presiones y caudales de aire de un circuito CVC, las microperforaciones del tubo están configuradas para limitar o prevenir estas fugas. Por lo tanto, preferentemente tienen un tamaño muy pequeño. Cuando las microperforaciones son no pasantes, se comprende que la sección de paso de sus extremos radialmente internos es nula. Cuando las microperforaciones son pasantes, sus extremos radialmente internos, por lo tanto situados hacia el interior del tubo, tienen una sección de paso que puede ser nula (debido a la recuperación elástica del material tras la realización de las microperforaciones), o no nula, pero lo suficientemente pequeña para garantizar una estanqueidad suficiente del tubo en la utilización. Las microperforaciones pueden tener secciones de paso que se estrechan radialmente hacia el interior del tubo. Las microperforaciones tienen entonces en este caso una forma troncocónica que se ensancha hacia el exterior.

Las microperforaciones pueden ser visibles a simple vista en la superficie externa del tubo. Por el contrario, el tamaño de la sección de paso de los extremos radialmente internos de las microperforaciones puede ser tal que no sea posible ver a simple vista si las microperforaciones desembocan o no en el interior del tubo, es decir, aunque una fuente de luz esté dispuesta en el interior del tubo, es posible que no sea posible ver esta luz a simple vista a través de las microperforaciones, debido al estrecho tamaño de las microperforaciones en sus extremos radialmente internos. Como se mencionará más adelante, las microperforaciones se pueden realizar mediante punzonado mecánico o perforación, por ejemplo desde el exterior del tubo. El punzonado mecánico es una operación durante la cual uno o varios punzones (en forma de punta cónica, por ejemplo) son introducidos en un material para perforarlo. Debido a las propiedades elásticas del material del tubo, las microperforaciones realizadas mediante punzonado tienden a cerrarse tras la retirada de los punzones, lo que permite que los extremos internos de las microperforaciones tengan una sección de paso reducida.

Alternativamente, las microperforaciones podrían realizarse mediante perforación por láser u otra técnica adecuada.

El tamaño de las microperforaciones se puede medir en estado libre sin restricción del tubo. Naturalmente, debido a las propiedades elásticas del material, la tracción del tubo lo deforma y puede provocar un aumento de este tamaño. Sin embargo, en funcionamiento, el tubo está montado de manera ajustada en su entorno y no debe ser restringido. En otras palabras, el tamaño de las microperforaciones en el tubo no debe variar antes y después del montaje en un vehículo.

Se han llevado a cabo pruebas de atenuación acústica y se ha demostrado que un tubo según la invención puede tener ganancias adicionales a bajas frecuencias, normalmente entre 50 y 800 Hz. La atenuación acústica mejorada del tubo según la invención está asociada al efecto de absorción del ruido por parte de la pared del tubo. De hecho, los valores de absorción medidos muestran una buena correlación entre la absorción de la pared y la atenuación acústica. La absorción de baja frecuencia de un tubo multiperforado aumenta principalmente por un efecto disipativo en el grosor de la pared. También se incrementa una transmisión a través de la pared pero de manera secundaria.

El tubo según la invención puede comprender una o varias de las siguientes características, tomadas aisladamente o en combinación unas con otras:

- las microperforaciones se extienden desde la superficie externa en dirección o hasta la superficie interna,
- las microperforaciones se extienden desde la superficie interna en dirección o hacia la superficie externa,
- las microperforaciones se extienden solo sobre una parte del grosor de la pared;
- las microperforaciones se extienden sobre la totalidad del grosor de la pared y desembocan por las superficies interna y externa del tubo;
- las microperforaciones comprenden extremos radialmente internos que tienen una sección de paso menor que la de los extremos radialmente externos de las microperforaciones;
- los extremos radialmente internos de las microperforaciones tienen cada uno una sección de paso menor o igual

que $1,5 \text{ mm}^2$, preferentemente menor o igual que 1 mm^2 , y más preferentemente menor o igual que $0,5 \text{ mm}^2$, cuando el tubo se encuentra en estado libre sin restricción;

- la pared comprende una parte multiperforada que tiene un índice de perforación superior al 5 %, en la presente solicitud, "índice de perforación" significa la proporción de las superficies acumuladas de las microperforaciones con respecto a la superficie de la parte de la pared considerada; estas superficies acumuladas son en este caso las secciones de paso de las microperforaciones, en concreto sus extremos radialmente externos;

-- la pared comprende, como mínimo, cinco microperforaciones por cm^2 ;

- los extremos radialmente externos de las microperforaciones tienen un diámetro comprendido entre 0,2 y 3 mm, preferentemente entre 0,3 y 2,5 mm, más preferentemente entre 0,5 y 2 mm, y aún más preferentemente entre 0,8 y 1,2 mm;
- las microperforaciones están configuradas para conferir al tubo una atenuación acústica comprendida entre 5 y 15 dB y, por ejemplo, de aproximadamente 10 dB, a frecuencias inferiores a 1000 Hz y, por ejemplo, comprendidas entre 50 y 800 Hz;
- el material celular tiene una densidad comprendida entre 30 y 300 kg/m^3 , preferentemente entre 40 y 200 kg/m^3 , y más preferentemente entre 50 y 130 kg/m^3 ;
- la pared tiene un grosor comprendido entre 1 y 10 mm, preferentemente entre 2 y 8 mm y, más preferentemente, comprendido entre 3 y 6 mm;
- las celdas del material tienen un tamaño comprendido entre 0,1 y 3 mm, preferentemente entre 0,2 y 2 mm, y más preferentemente entre 0,3 y 1,1 mm;
- el material está basado en un elastómero termoplástico;
- el material es una poliolefina, tal como polietileno o polipropileno;
- la pared comprende, como mínimo, una parte que presenta microperforaciones y, como mínimo, una parte desprovista de microperforaciones;

-- el tubo tiene un diámetro medio entre aproximadamente 20 y 250 mm, preferentemente entre 40 y 80 mm, y más preferentemente entre 50 y 70 mm;

-- el tubo tiene una longitud comprendida entre 100 y 1500 mm, preferentemente entre 200 y 800 mm, y más preferentemente entre 500 y 700 mm.

La presente invención también se refiere a un circuito CVC de un vehículo, que comprende, como mínimo, un tubo tal como el descrito anteriormente, por ejemplo justo aguas arriba de una rejilla de ventilación.

La presente invención también se refiere a un procedimiento de fabricación de un tubo tal como se ha descrito anteriormente, que comprende las etapas que consisten en:

- a) realizar la pared tubular de una sola capa a partir de un material celular y elásticamente deformable, y
- b) realizar las microperforaciones en la pared mediante punzonado mecánico de la pared radialmente desde el exterior del tubo, o mediante perforación por láser de la pared.

Ventajosamente, la pared se realiza en la etapa a) mediante:

- a1) disposición de dos láminas de material celular y elásticamente deformable en un molde de calentamiento y soplado, estando las láminas superpuestas,
- a2) calentamiento de las láminas en el molde e inyección de aire entre las láminas en el molde para formar una preforma tubular, y
- a3) realización de la pared tubular a partir de la preforma tubular.

Como variante, la pared se fabrica en la etapa a) mediante:

- A1) extrusión de un parison y posicionamiento del parison en un molde,
- A2) inyección de aire en el parison para formar una preforma tubular, y
- A3) realización de la pared tubular a partir de la preforma tubular,

Breve descripción de las figuras

La invención se comprenderá mejor y otros detalles, características y ventajas de la invención aparecerán más claramente con la lectura de la siguiente descripción, proporcionada a título de ejemplo no limitativo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

[figura 1] la figura 1 es una vista esquemática, en perspectiva, de un circuito CVC o HVAC de un vehículo, en concreto, un automóvil;

[figura 2] la figura 2 es una vista esquemática, en perspectiva, de un tubo de distribución de aire para un circuito del tipo del de la figura 1, según la técnica anterior;

[figura 3] la figura 3 es una vista esquemática, en perspectiva, de un tubo de distribución de aire para un circuito del

tipo del de la figura 1, según una realización de la invención;

[figura 4] la figura 4 es una vista ampliada de una parte del tubo de la figura 3;

[figura 5] la figura 5 es una vista muy esquemática, en sección, de un tubo, según una realización de la invención;

[figura 6] la figura 6 es una vista muy esquemática, en sección, de un tubo, según una variante de realización de la invención;

[figura 7] la figura 7 es una vista muy esquemática de una microperforación de un tubo, según una realización de la invención;

[figura 8a] la figura 8a comprende vistas esquemáticas, en sección, de un molde para fabricar un tubo, según la invención, a partir de dos láminas, y representan las etapas de un procedimiento de fabricación del tubo;

[figura 8b] la figura 8b comprende vistas esquemáticas, en sección, de un molde para fabricar un tubo, según la invención, mediante extrusión-soplado, y representan las etapas de un procedimiento de fabricación del tubo;

[figura 9] la figura 9 es una vista esquemática, en sección, de una herramienta para punzonar un tubo, según la invención, y representa una etapa de un procedimiento de fabricación del tubo;

[figura 10] la figura 10 es un gráfico que muestra la evolución de la atenuación acústica en dB (denominada "pérdida por introducción") de un tubo en función de la frecuencia de emisión de un sonido, y muestra dos curvas, respectivamente una curva para un caso ideal y una curva para un tubo de la técnica anterior;

[figura 11] la figura 11 es un gráfico similar al de la figura 10, y que muestra, en concreto, una curva para un tubo, según la invención; y

[figura 12] la figura 12 es una vista muy esquemática de una pared, y muestra un fenómeno de atenuación acústica por absorción.

Descripción detallada de la invención

Las figuras 1 y 2 han sido descritas anteriormente.

Las figuras 3 y 4 muestran una realización de un tubo 34 de distribución de aire para un circuito CVC o HVAC de un vehículo, por ejemplo, un automóvil.

El tubo 34 tiene una forma general alargada, y comprende una sola pared 36 tubular y de una sola capa, que está realizada a partir de un material celular y elásticamente deformable, tal como un elastómero termoplástico (PP, PE, etc.).

A modo de ejemplo, el tubo tiene un diámetro medio comprendido entre aproximadamente 20 y 250 mm, preferentemente entre 40 y 80 mm, más preferentemente entre 50 y 70 mm. El tubo tiene, por ejemplo, una longitud comprendida entre 100 y 1500 mm, preferentemente entre 200 y 800 mm, y más preferentemente entre 500 y 700 mm.

El tubo 34 comprende una abertura de paso de aire en cada uno de sus extremos longitudinales. La primera abertura 38 es, por ejemplo, una abertura de entrada de aire, y la segunda abertura 40 es, por ejemplo, una abertura de salida de aire. Las secciones de paso del tubo 34 y sus aberturas 38, 40 no son necesariamente circulares, tal como en el ejemplo representado. Como variante, el tubo podría comprender dos o más aberturas de salida de aire.

La pared 36 del tubo 34 se ve mejor en la figura 5, que es una vista, en sección, del tubo 34. La pared 36 tiene un grosor comprendido entre 1 y 10 mm, preferentemente entre 2 y 8 mm, y más preferentemente entre 3 y 6 mm. El material celular tiene una densidad comprendida entre 30 y 300 kg/m³, preferentemente entre 40 y 200 kg/m³, y más preferentemente entre 50 y 130 kg/m³ (medida según la norma EN ISO 845). El material celular tiene un alargamiento a la rotura comprendido entre el 50 y el 300 %, preferentemente entre el 80 y el 200 %, y más preferentemente entre el 100 y el 150 % (medido según la norma EN ISO 1798). El material celular tiene una resistencia a la tracción comprendida entre 0,2 y 2 MPa, preferentemente entre 0,4 y 1 MPa, y más preferentemente entre 0,5 y 0,8 MPa (medida según la norma EN ISO 1798).

La pared 36 comprende celdas 42 huecas o vacías, algunas abiertas y otras cerradas. En concreto, las celdas 42 situadas a distancia de las superficies interna 36a y externa 36b de la pared 36 están cerradas, mientras que las celdas 42 situadas y que desembocan al nivel de las superficies 36a, 36b, están abiertas. Las celdas 42 tienen un tamaño comprendido entre 1,1 y 3 mm, preferentemente entre 0,2 y 2 mm, y más preferentemente entre 0,3 y 1,1 mm. Según la invención, la pared 36 comprende también microperforaciones 44 de atenuación acústica.

La pared 36 puede comprender, como mínimo, una parte 36c que comprende microperforaciones 44 y, como mínimo, una parte 36d, 36e desprovista de microperforaciones. En el ejemplo mostrado, la pared 36 comprende una parte media o intermedia 36c que comprende microperforaciones 44, viéndose mejor esta parte en la figura 4, y partes extremas 36d, 36e que comprenden las aberturas 38, 40 que están desprovistas de microperforaciones.

Según una primera realización del tubo 34 representado en la figura 5, las microperforaciones 44 se extienden solo en una parte del grosor de la pared 36, desde su superficie externa 36b.

Según una segunda realización del tubo representado en la figura 6, las microperforaciones 44 se extienden por todo el grosor de la pared 36, desde su superficie externa 36b hasta su superficie interna 36a. Se dice, por lo tanto, que las microperforaciones 44 son pasantes.

Independientemente de la realización adoptada, las microperforaciones 44 tienen una forma general cónica o troncocónica con un ensanchamiento hacia el exterior (o un estrechamiento hacia el interior), tal como se representa esquemáticamente en la figura 7.

Cada una de las microperforaciones 44 se extiende a lo largo de un eje de alargamiento X. Los ejes de alargamiento X de las microperforaciones 44 pueden estar orientados aleatoriamente. De manera alternativa, y preferentemente, los ejes de las microperforaciones están orientados en dirección radial, es decir, cada uno perpendicular a la superficie 36b de la pared 36. En otra variante adicional, podrían tener un cierto grado de inclinación respecto a una dirección perpendicular a la superficie 36b de la pared 36.

Las microperforaciones 44 comprenden extremos radialmente internos que tienen una sección de paso S1 que puede ser menor que la S2 de los extremos radialmente externos de las microperforaciones. En el caso de que las microperforaciones no sean pasantes (figura 5), S1 es igual a cero. En el caso de que las microperforaciones sean pasantes, S1 puede ser cero o una magnitud pequeña y, por ejemplo, menor o igual que $1,5 \text{ mm}^2$, preferentemente menor o igual que 1 mm^2 , y más preferentemente menor o igual que $0,5 \text{ mm}^2$, cuando el tubo está en estado libre, sin restricciones.

Las secciones de paso S1, S2 de las microperforaciones 44 pueden ser elegidas según la densidad del material de la pared 36 y el grosor de esta pared. Cuantas más microperforaciones 44 hay, más se optimiza la atenuación acústica. Ventajosamente, la pared comprende, como mínimo, cinco microperforaciones por cm^2 .

Los extremos radialmente externos de las microperforaciones 44 tienen, por ejemplo, un diámetro comprendido entre 0,2 y 3 mm, preferentemente entre 0,3 y 2,5 mm, y más preferentemente entre 0,5 y 2 mm, y aún más preferentemente entre 0,8 y 1,2 mm.

Las microperforaciones 44 están configuradas preferentemente para proporcionar al tubo una atenuación acústica de aproximadamente 10 dB a frecuencias inferiores a 1000 Hz y, por ejemplo, comprendidas entre 50 y 800 Hz. La presente invención también se refiere a un circuito CVC o HVAC de un vehículo, que comprende, como mínimo, un tubo 34 tal como se ha descrito anteriormente, por ejemplo justo aguas arriba de una rejilla de ventilación 22, tal como se muestra en la figura 1.

La presente invención también se refiere a un procedimiento de fabricación de un tubo 34 tal como se ha descrito anteriormente, que comprende las etapas que consisten en:

- a) realizar la pared 36 tubular de una sola capa a partir de un material celular y elásticamente deformable, y
- b) realizar las microperforaciones 44 en la pared 36 mediante punzonado mecánico de la pared 36 desde el exterior del tubo 34, o mediante perforación por láser de la pared.

Por lo que respecta a la primera etapa, esta se implementa preferentemente mediante las etapas mostradas en la figura 8a. Las etapas de la figura 8a muestran la fabricación de una pieza mediante soplado en un molde 50 utilizando dos láminas 52. Las dos láminas 52 forman la materia prima. Están superpuestas y tienen, preferentemente, las mismas dimensiones. Pueden estar solidarizadas entre sí a lo largo de dos lados 54 opuestos. Las láminas 52 están dispuestas entre las dos partes de un molde 50, tal como un molde y un contramolde. Se cierra el molde 50 y se calientan las láminas 52 en el interior del molde para ablandar su material, preferentemente TPE (etapa 1, en la parte superior izquierda de la figura 8a).

A continuación se sopla aire en el interior del molde 50 (flecha F1), entre las láminas 52, para obligarlas a separarse y presionarse contra las paredes del molde 50 (etapa 2, en la parte superior derecha de la figura 8a). Las láminas 52 se adaptan, de este modo, a la huella del molde 50, y adoptan su forma definitiva o casi definitiva (etapa 3, en la parte inferior izquierda de la figura 8a). El prensado de las láminas 52 contra las paredes del molde 50 se puede facilitar aspirando aire (flechas F2) y creando un vacío parcial entre las paredes del molde 50 y las láminas 52.

Se mantienen la inyección de aire y/o la aspiración de aire y se detiene el calentamiento de las láminas 52 para que las láminas se enfríen y solidifiquen en la nueva forma impuesta por el molde 50. A continuación, se abre el molde 50, y la pieza formada de este modo se puede quitar (etapa 4, en la parte inferior derecha de la figura 8a).

Al final de esta etapa 4, la pieza obtenida se presenta en forma de preforma, que puede someterse a operaciones de acabado para obtener la citada pared 36, tales como, por ejemplo, operaciones de desbarbado o mecanizado. En una variante representada en la figura 8b, la pared 36 del tubo 34 se fabrica mediante extrusión-soplado. Esta técnica consiste en fabricar un parísón 55 que es colocado y sujetado, a continuación, en un molde 50. Se inyecta aire (flechas F1) en el parísón 55 para que se adapte a la forma de la cavidad interna del molde. Después del enfriamiento, la preforma obtenida puede someterse a operaciones de acabado como las mencionadas anteriormente.

El material del parísón incluye celdas que se obtienen inyectando gas al nivel del tornillo de extrusión. En el caso de un tubo de distribución de aire, la tasa de expansión del material varía en teoría entre 1,5 y 3 veces para el PE y

entre 1,5 y 4 veces para el PP. Esto conduce a densidades finales comprendidas entre 200 y 400 kg/m³.

Las celdas obtenidas por este procedimiento son cerradas y, en general, de menor tamaño que las obtenidas por el otro procedimiento (utilización de dos láminas). Inherentemente, los tubos obtenidos por extrusión-soplado son más densos y rígidos que los obtenidos por el otro procedimiento (moldeo de láminas).

A continuación se realiza el tubo 34 aplicando la etapa b) de punzonado mecánico de la pared 36, para formar el tubo 34, según la invención.

La figura 9 muestra un ejemplo de una herramienta 56 de punzonado mecánico. La pared 36 se puede montar entre dos mordazas de la herramienta 56, comprendiendo cada una de estas mordazas punzones 58 configurados para taladrar o perforar la pared 36, tal como se mencionó anteriormente.

Antes del punzonado, el tubo 34 se monta sobre y a lo largo de un soporte 59 que tiene preferentemente una forma complementaria del interior del tubo. La pared 36 del tubo 34 puede mantenerse fijada sobre este soporte mediante aspiración o fijación mecánica.

El punzonado del tubo 34 puede ser realizado de una sola vez mediante el desplazamiento simultáneo de las mordazas sobre el tubo, o bien dos veces (o más cuando hay más de dos mordazas), desplazando las mordazas una tras otra.

El desplazamiento de las mordazas y de la herramienta se puede realizar en paralelo a una misma dirección, de modo que las microperforaciones sean todas sustancialmente paralelas. Como variante, como mínimo, algunas microperforaciones podrían tener una orientación diferente y el desplazamiento de las mordazas y de la herramienta se realizaría según esta orientación.

El desplazamiento de las mordazas y de la herramienta en general se puede realizar de manera electromecánica, hidráulica o automática (mediante un robot, por ejemplo).

Cuando los punzones 58 se retiran de la pared 36 del tubo, el material del tubo se contraerá por recuperación elástica debido a sus propiedades elásticas. Las microperforaciones realizadas de esta manera tendrán, por lo tanto, dimensiones transversales menores que las de los punzones 58. Los punzones 58 tienen una forma general puntiaguda o de aguja, cuyo extremo libre puede ser ahusado.

En otra variante no mostrada, solo una de las mordazas de la herramienta podría ser utilizada para perforar el tubo y realizar las microperforaciones. Esta mordaza única podría ser utilizada para perforar dos lados opuestos del tubo. Se perforaría un primer lado del tubo, tal como se mencionó anteriormente (desde el exterior hacia el interior del tubo), y se desplazaría adicionalmente la mordaza hacia el tubo para que sus punzones atravesasen el tubo y perforasen el lado opuesto (del interior hacia el exterior).

En otras variantes adicionales, las microperforaciones se realizarían mediante perforación por láser, introduciendo una herramienta en el tubo y desplazando esta herramienta desde el interior hacia el exterior del tubo, etc.

Se realizaron ensayos de rendimiento de atenuación tanto en tubos convencionales (no microperforados) como en tubos microperforados, según la invención.

Los ensayos se realizaron de acuerdo con la norma ASTM E2611-09 y la norma NF EN ISO 7235.

La figura 10 es un gráfico que muestra la evolución de la atenuación acústica en dB (denominada "pérdida por introducción" según la citada norma) de los tubos en función de la frecuencia de emisión de un sonido.

Desde un punto de vista científico, la atenuación se cuantifica mediante la pérdida por introducción (*Insertion Loss* = IL en dB) que es una diferencia en el nivel de ruido observado en un punto (o zona de observación) entre dos configuraciones: una configuración de referencia (ejemplo: circuito con un tubo convencional), y una configuración de prueba (circuito con el tubo según la invención).

La figura 10 muestra dos curvas:

- una curva C1, que corresponde a un tubo ideal y, en concreto, a las expectativas de un fabricante de automóviles, y
- una curva C2, que corresponde a un tubo del estado de la técnica, es decir un tubo sin microperforación.

Un tubo presenta habitualmente una IL significativa comprendida entre 800 y 10.000 Hz. En efecto, se puede observar que, a bajas frecuencias (comprendidas entre aproximadamente 50 y 800 Hz), la curva C2 está por debajo de la curva C1, lo que significa que la atenuación acústica obtenida con el tubo no cumple con las expectativas del fabricante.

La figura 11 muestra, además de las dos curvas C1 y C2:

- una curva C3, correspondiente a un tubo microperforado, según la invención. La multiperforación de la pared del tubo permite ganancias adicionales comprendidas entre 50 y 800 Hz. En efecto, se puede observar que, a bajas frecuencias (comprendidas entre aproximadamente 50 y 80 Hz), la curva C3 está por encima de la curva C1, lo que significa que la atenuación acústica obtenida con el tubo cumple con las expectativas del fabricante.

Las propiedades de atenuación acústica del tubo, según la invención, se pueden explicar del modo siguiente.

Un tubo, según la invención, se puede definir como un silenciador disipativo, que permite un tratamiento para disipar la energía acústica en su pared o a través de la misma.

La disipación asociada a la pared se cuantifica mediante su absorción. Considerando el balance de potencia $P_I = P_R + P_D + P_T$, el coeficiente de absorción se escribe:

$\alpha = 1 - \left(\frac{P_R}{P_I}\right)^2$, siendo P_R y P_I las amplitudes de presión acústica reflejada e incidente (asociadas a las ondas) (véase la figura 12). P_D y P_T son las amplitudes de presión acústica difundida y transmitida.

La atenuación acústica de un tratamiento disipativo se estima de manera muy aproximativa mediante la fórmula empírica de Piening:

Atenuación en dB (IL por ejemplo): $\approx 1,5 \frac{P}{S} L \alpha \times$,

siendo P el perímetro tratado de la sección del conducto (m), S su sección (m²) y L la longitud tratada. Por lo tanto, el rendimiento depende directamente de la superficie tratada del conducto con una absorción significativa.

La absorción de una pared puede provenir de una parte disipada en el grosor de la pared, pero también de la simple transparencia.

Por lo tanto, la absorción de una pared celular o de espuma se debe medir en una configuración de prueba que permita la transmisión a través de la pared. El balance completo (a incidencia normal) se mide utilizando el procedimiento de la norma ASTM E2611.

Se realizó un estudio paramétrico para concluir que:

- La absorción media en un intervalo comprendido entre 50 y 800 Hz es casi nula en ausencia de multiperforaciones.
- Las multiperforaciones permiten alcanzar valores de atenuación acústica cercanos al 70 %, lo que es considerable.
- La aplicación de la fórmula de Piening permite encontrar el orden de magnitud en el intervalo comprendido entre 50 y 800 Hz: atenuación de 9,6 dB para una configuración concreta de tubo.
- Los parámetros que influyen en la atenuación acústica son las dimensiones de las microperforaciones y el índice de perforación de la pared (área de la sección de las microperforaciones en una superficie determinada).
- Idealmente, los extremos radialmente internos de las microperforaciones (44) tienen una sección de paso (S1) menor o igual que 1,5 mm², preferentemente menor o igual que 1 mm², y más preferentemente menor o igual que 0,5 mm², cuando el tubo (34) se encuentra en estado libre, sin restricción.
- Idealmente, el índice de perforación es de, como mínimo, el 5 %.
- Idealmente, el diámetro de las microperforaciones debe estar comprendido entre 0,2 y 3 mm, preferentemente entre 0,3 y 2,5 mm, más preferentemente entre 0,5 y 2 mm, e incluso más preferentemente entre 0,8 y 1,2 mm.
- La norma ASTM E2611 permite un balance de potencia completo (T^2 = potencia transmitida, R^2 = potencia reflejada y D^2 = potencia disipada).
- El examen de configuraciones habituales muestra que la absorción por microperforaciones está asociada en su mayor parte, a una disipación en el grosor de pared y, en menor medida, a la transparencia.
- La energía se disipa por un efecto de "placa microperforada" en las perforaciones por pérdidas viscosotérmicas de pared, tal como mencionan ciertos autores científicos especialistas en el sector de la atenuación acústica.

REIVINDICACIONES

1. Tubo (34) de distribución de aire, para un circuito CVC de un vehículo, comprendiendo dicho tubo (34) una sola pared (36) tubular de una sola capa realizada a partir de un material celular y elásticamente deformable,
5 **caracterizado por que** dicha pared (36) comprende microperforaciones (44) de atenuación acústica, extendiéndose estas microperforaciones (44) desde, como mínimo, una de las superficies interna (36a) y externa (36b) de la pared (36) en dirección a la otra de estas superficies (36a, 36b), incluso hasta la otra de estas superficies (36a, 36b).
2. Tubo (34), según la reivindicación 1, en el que las microperforaciones (44) se extienden solo en una parte del
10 grosor de la pared (36).
3. Tubo (34), según la reivindicación 1, en el que las microperforaciones (44) se extienden por todo el grosor de la pared (36) y desembocan en las superficies interna (36a) y externa (36b).
4. Tubo (34), según una de las reivindicaciones anteriores, en el que las microperforaciones (44) comprenden
15 extremos radialmente internos que tienen una sección de paso (S1) menor que la (S2) de los extremos radialmente externos de las microperforaciones (44).
5. Tubo (34), según la reivindicación 4, en el que los extremos radialmente internos de las microperforaciones (44) tienen cada uno una sección de paso (S1) menor o igual que $1,5 \text{ mm}^2$, preferentemente menor o igual que 1 mm^2 , y más preferentemente menor o igual que $0,5 \text{ mm}^2$, cuando el tubo (34) se encuentra en estado libre sin restricción.
6. Tubo (34), según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la pared (36) comprende una parte
20 multiperforada (36c) que tiene un índice de perforación superior al 5 %.
7. Tubo (34), según la reivindicación 4 o 5, en el que los extremos radialmente externos de las microperforaciones (44) tienen un diámetro comprendido entre 0,2 y 3 mm, preferentemente entre 0,3 y 2,5 mm, más preferentemente entre 0,5 y 2 mm, y aún más preferentemente entre 0,8 y 1,2 mm.
8. Tubo (34), según una de las reivindicaciones anteriores, en el que las microperforaciones (44) están configuradas
30 para proporcionar al tubo (34) una atenuación acústica comprendida entre 5 y 15 dB y, por ejemplo, 10 dB, a frecuencias inferiores a 1000 Hz, y, por ejemplo, comprendidas entre 50 y 800 Hz.
9. Tubo (34), según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el material celular tiene una densidad
35 comprendida entre 30 y 300 kg/m^3 , preferentemente entre 40 y 200 kg/m^3 , y más preferentemente entre 50 y 130 kg/m^3 .
10. Tubo (34), según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la pared (36) comprende, como mínimo, cinco
40 microperforaciones (44) por cm^2 .
11. Tubo (34), según una de las reivindicaciones anteriores, en el que las celdas (42) del material tienen un tamaño comprendido entre 0,1 y 3 mm, preferentemente entre 0,2 y 2 mm, y más preferentemente entre 0,3 y 1,1 mm.
12. Tubo (34), según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la pared (36) tiene un grosor comprendido
45 entre 1 y 10 mm, preferentemente entre 2 y 8 mm, y más preferentemente entre 3 y 6 mm.
13. Tubo (34), según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el material es a base de un elastómero termoplástico.
14. Tubo (34), según la reivindicación anterior, en el que el material es una poliolefina, tal como polietileno o
50 polipropileno.
15. Tubo (34), según una de las reivindicaciones anteriores, en el que la pared (36) comprende, como mínimo, una
55 parte (36c) que comprende microperforaciones (44) y, como mínimo, una parte (36d, 36e) desprovista de microperforaciones (44).
16. Circuito CVC de un vehículo, que comprende, como mínimo, un tubo (34), según una de las reivindicaciones anteriores, por ejemplo aguas arriba de una rejilla de ventilación (22).
17. Procedimiento de fabricación de un tubo (34), según una de las reivindicaciones 1 a 15, que comprende las
60 etapas que consisten en:
a) realizar la pared (36) tubular de una sola capa a partir de un material celular y elásticamente deformable, y
b) realizar las microperforaciones (44) en la pared (36) mediante punzonado mecánico de la pared (36) o mediante
65 perforación por láser de la pared (36).

18. Procedimiento, según la reivindicación 17, en el que la pared (36) se realiza en la etapa a) mediante:

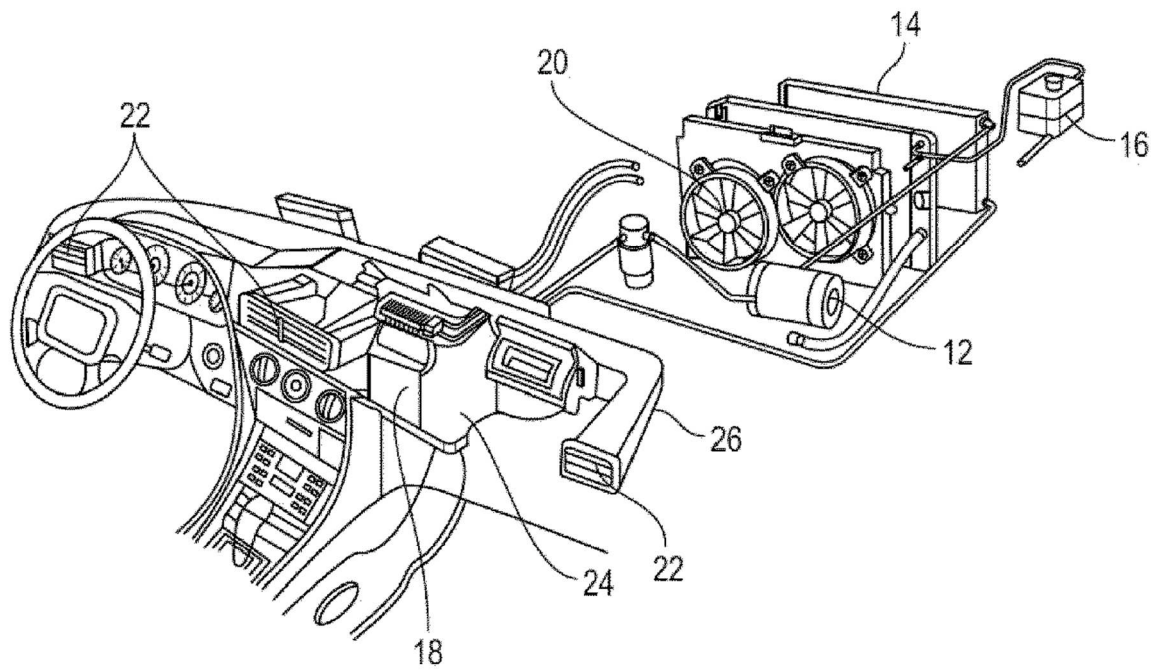
- 5 a1) disposición de dos láminas (52) de material celular y elásticamente deformable en un molde (50) de calentamiento y soplado, estando las láminas (52) superpuestas,
a2) calentamiento de las láminas (52) en el molde (50) e inyección de aire entre las láminas (52) en el molde (50) para formar una preforma tubular, y
a3) realización de la pared tubular (36) a partir de la preforma tubular.

19. Procedimiento, según la reivindicación 17, en el que la pared (36) se realiza en la etapa a) mediante:

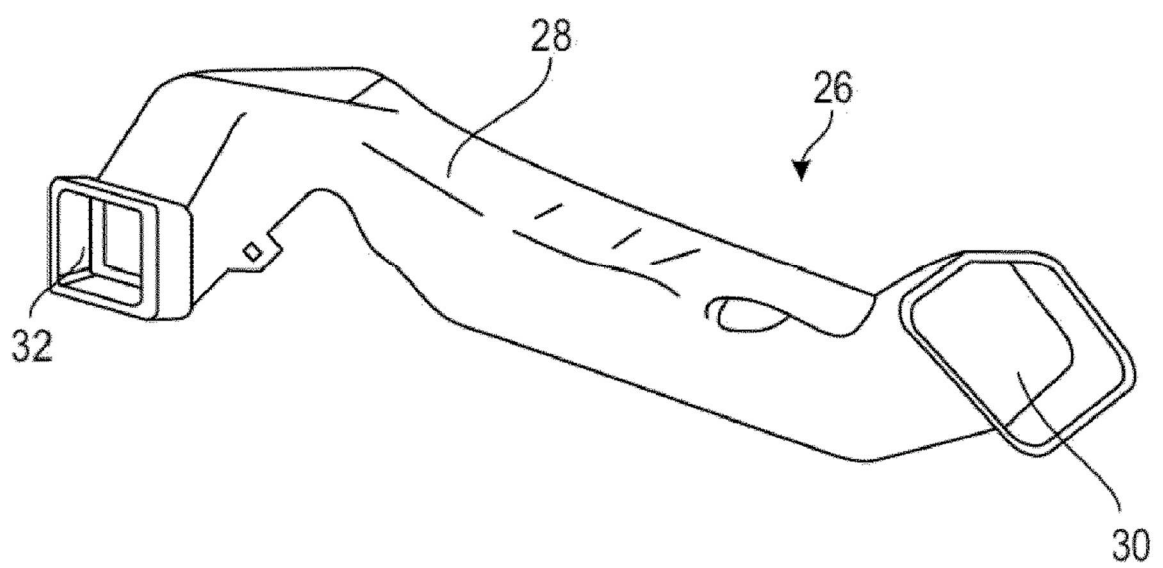
10

- A1) extrusión de un parisón (55) y posicionamiento del parisón (55) en un molde (50),
A2) inyección de aire en el parisón (55) para formar una preforma tubular y
A3) realización de la pared tubular (36) a partir de la preforma tubular.

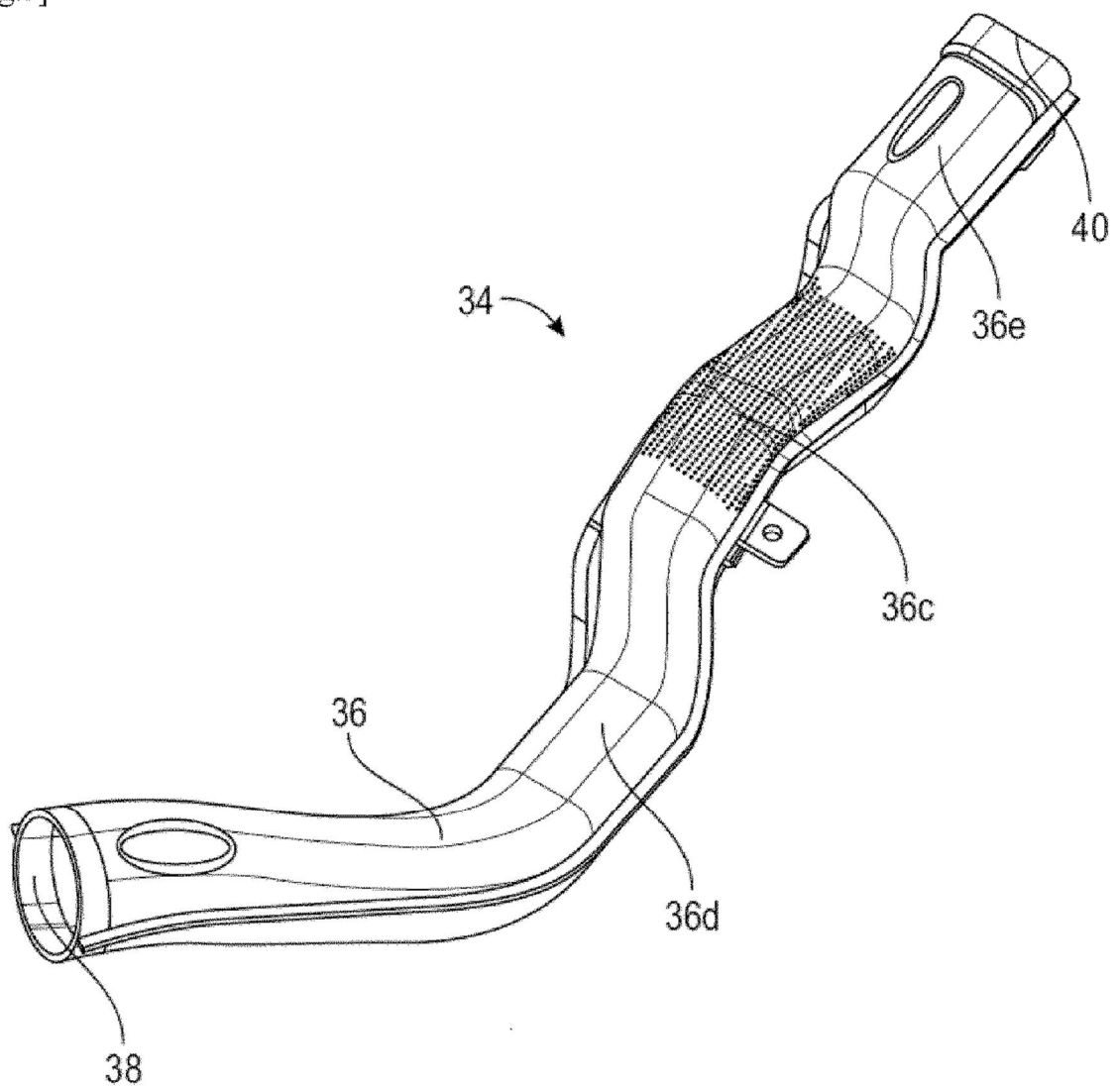
[Fig.1]



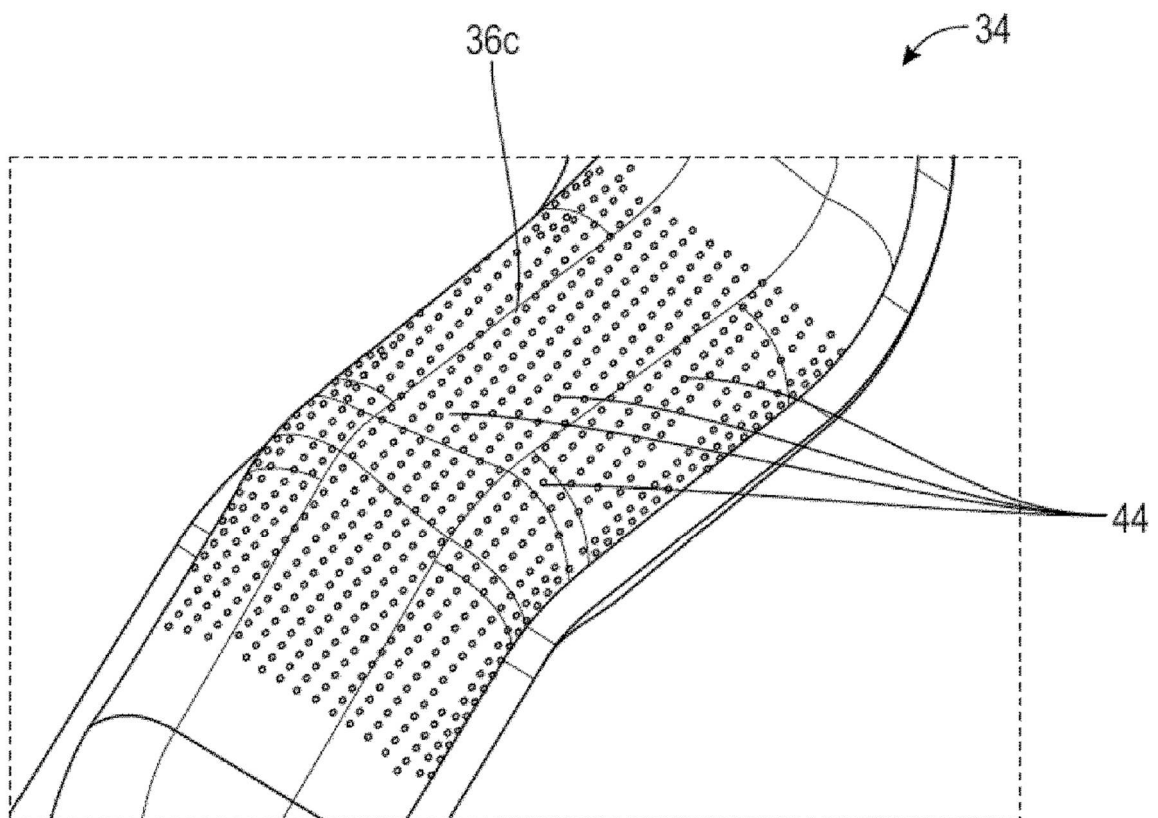
[Fig.2]



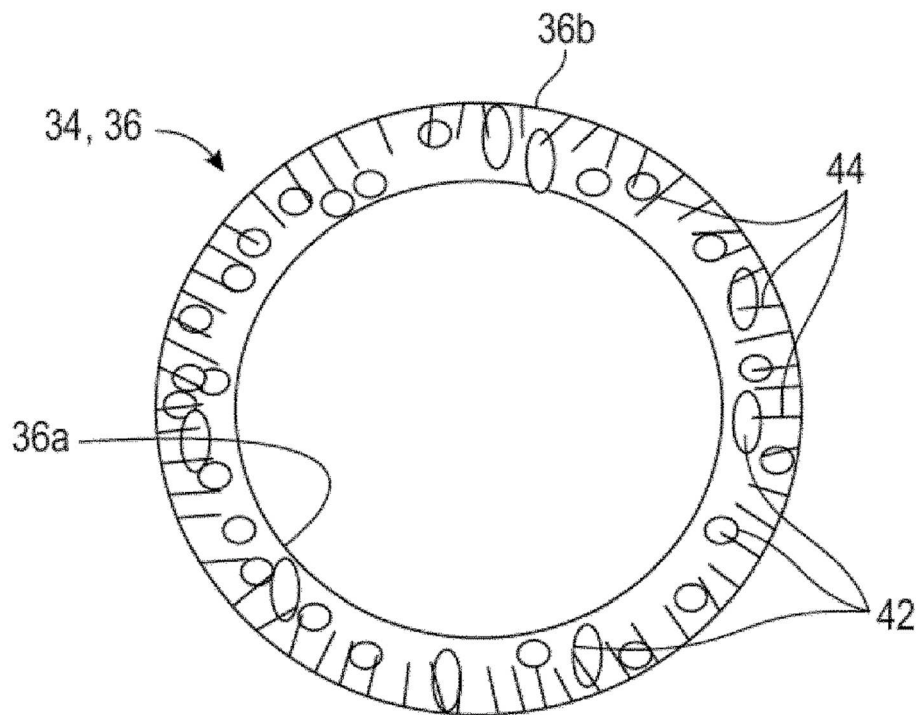
[Fig.3]



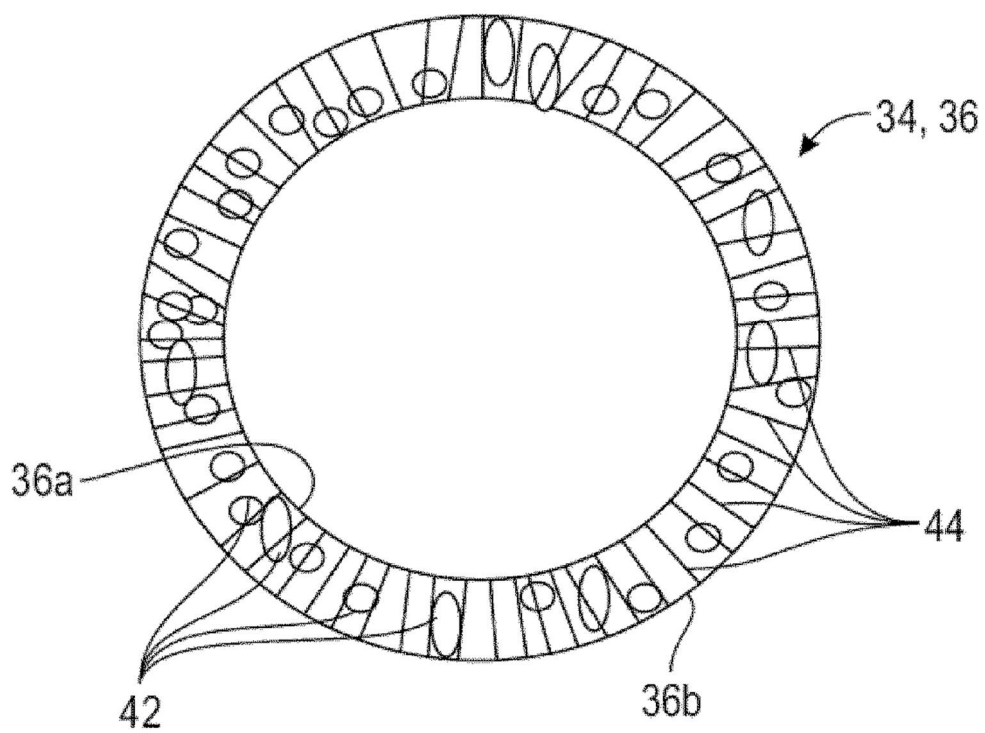
[Fig.4]



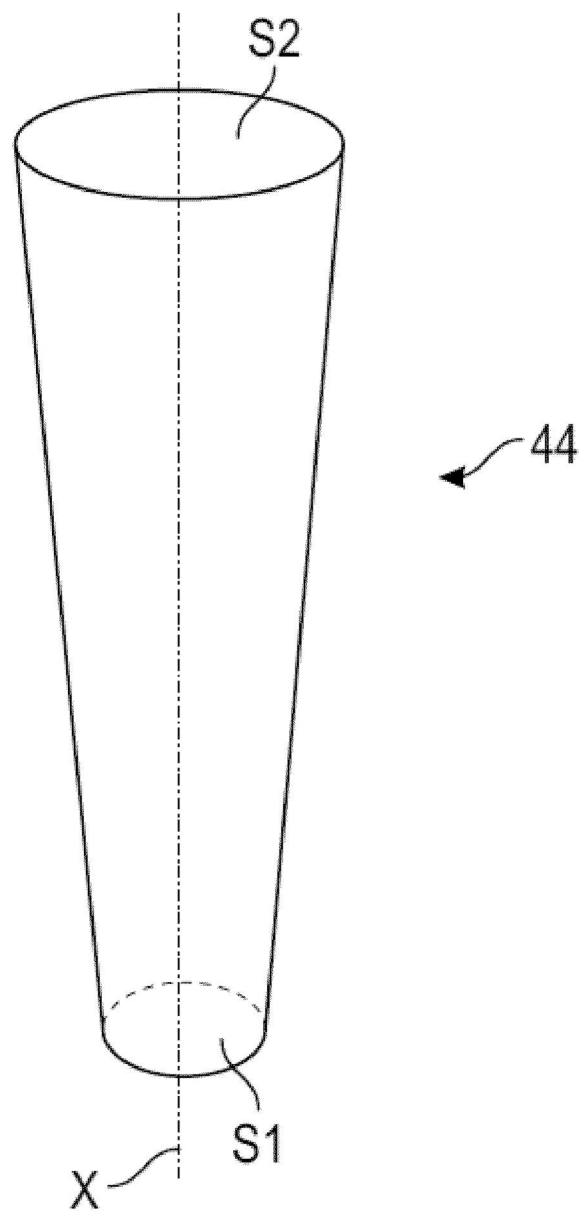
[Fig.5]



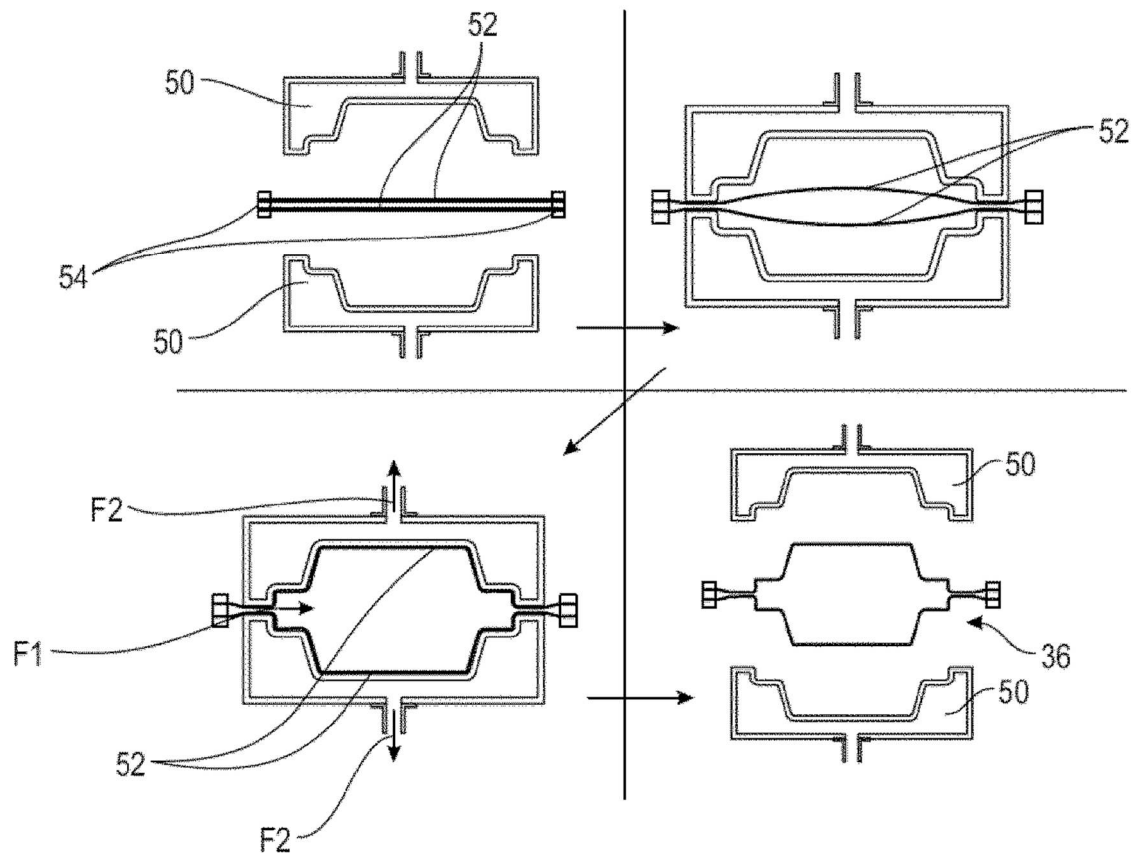
[Fig.6]



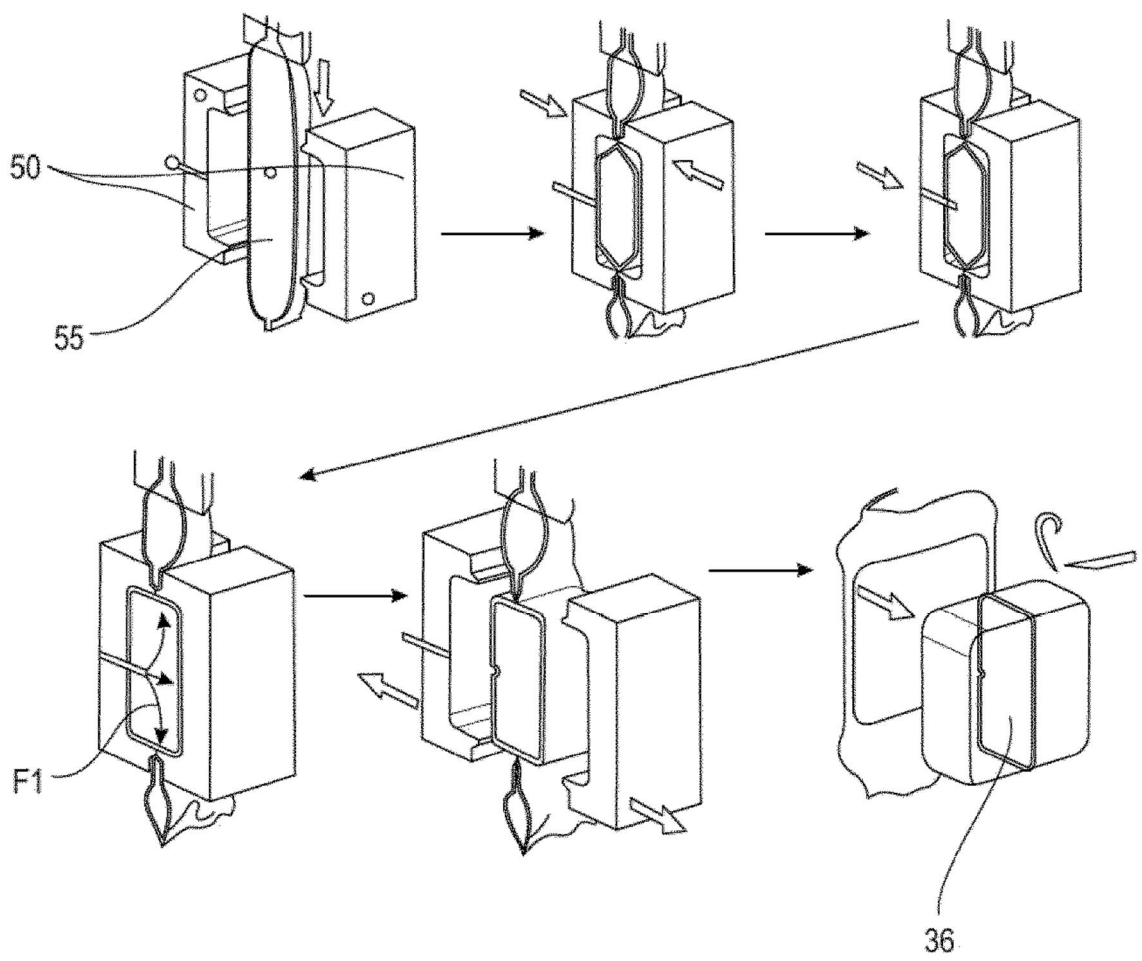
[Fig. 7]



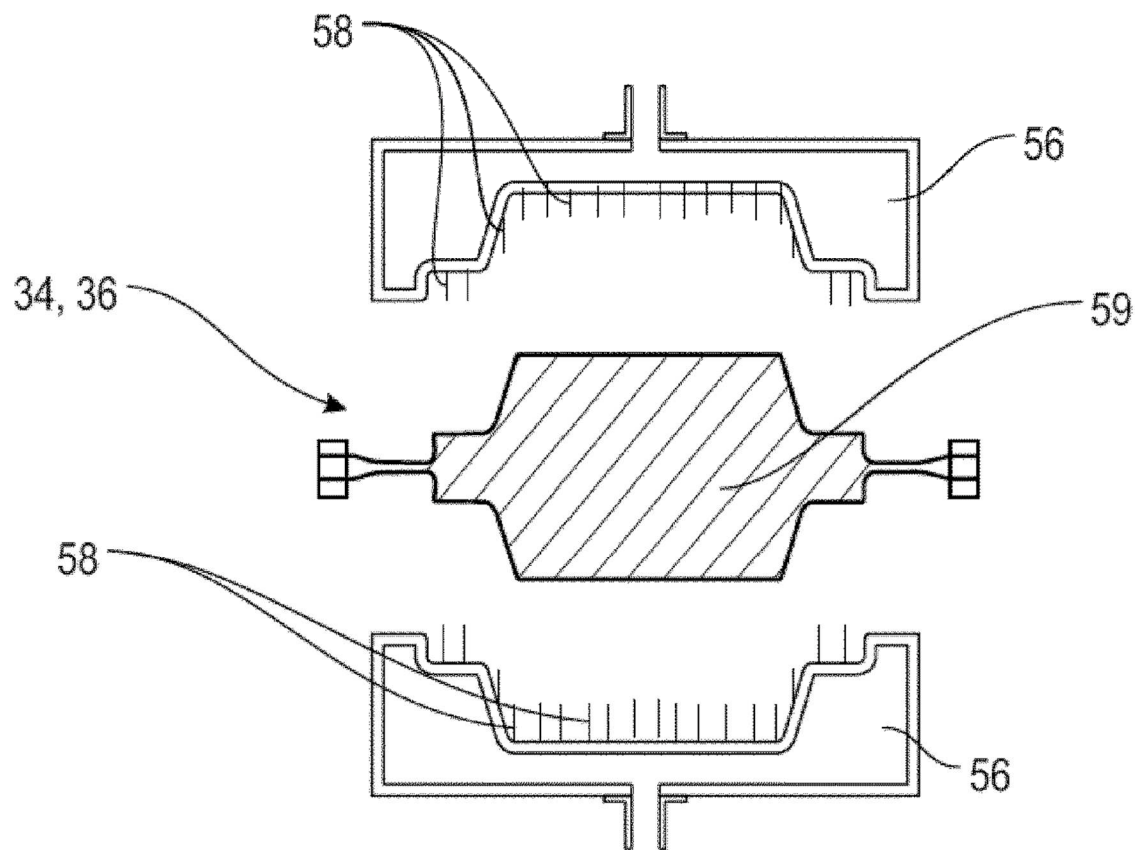
[Fig. 8a]



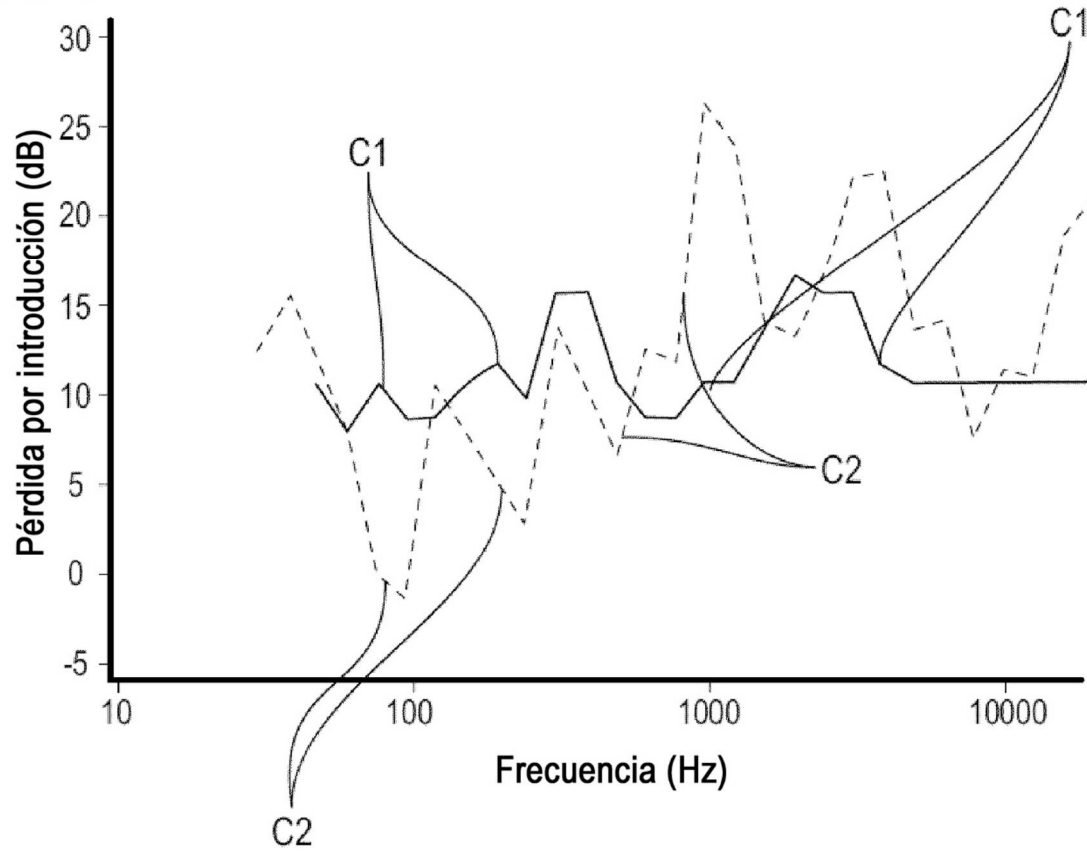
[Fig.8b]



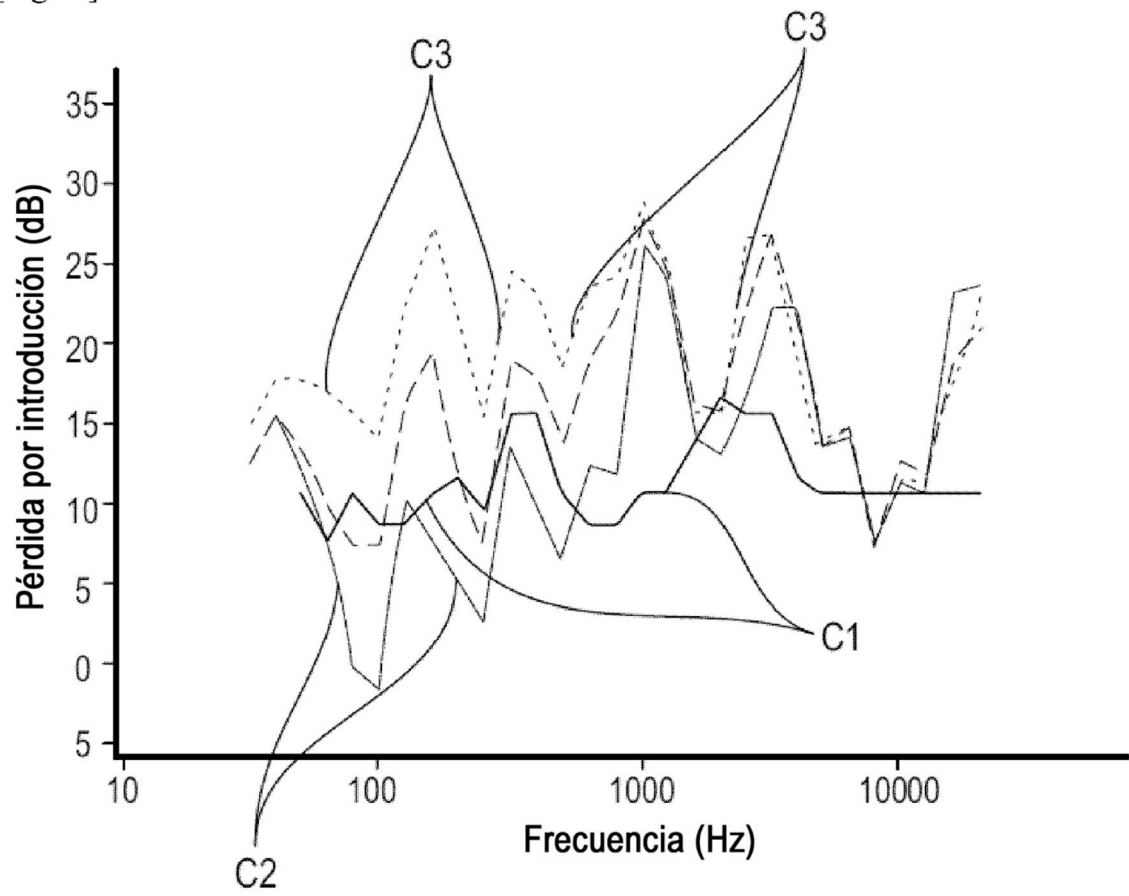
[Fig.9]



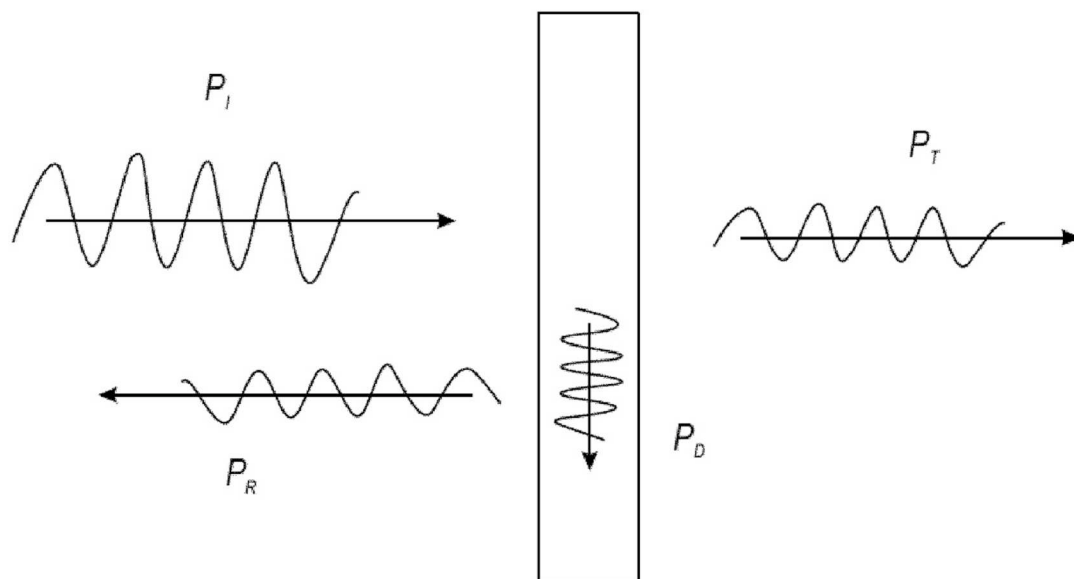
[Fig.10]



[Fig.11]



[Fig.12]



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

- JP 2004116959 A
- DE 3536379 A1
- WO 2008000788 A1
- FR 2876172 A1