

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 824**

51 Int. Cl.:

**H04R 1/10** (2006.01)

**H04R 1/24** (2006.01)

**H04R 1/28** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.04.2013 PCT/US2013/038603**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.11.2013 WO13176840**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.04.2013 E 13722206 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2017 EP 2853099**

54 Título: **Conjunto de auricular**

30 Prioridad:

**22.05.2012 US 201213477874**

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

**26.12.2017**

73 Titular/es:

**SHURE ACQUISITION HOLDINGS, INC. (100.0%)  
5800 West Touhy Avenue  
Niles, IL 60714, US**

72 Inventor/es:

**GRINKER, SCOTT CHARLES;  
TSANGARIS, PARIS NICHOLAS;  
GROSZ, STEVEN R.;  
GLAVAN, KYLE PATRICK;  
FROHLICH, LAJOS;  
ZANONI, GABOR y  
BRENEMAN, MARK BUI**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 647 824 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**

Conjunto de auricular

5 Referencia cruzada a solicitudes relacionadas

La presente solicitud reivindica la prioridad sobre la Solicitud de Estados Unidos n.º 13/477874, presentada el 22 de mayo de 2012, y se incorpora en el presente documento por referencia en su totalidad.

10 Campo técnico

La divulgación del presente documento se refiere al campo de la reproducción del sonido, y más específicamente al campo de la reproducción del sonido usando un auricular. Aspectos de la divulgación se refieren a auriculares para dispositivos de escucha en el oído que varían desde ayudas a la audición a dispositivos de escucha de audio de alta calidad para dispositivos de audición de consumo.

15

Antecedentes

20 Los sistemas de supervisión “en el oído” se utilizan por los músicos, técnicos de estudios de grabación, y técnicos de sonido en directo para supervisar las actuaciones sobre el escenario y en el estudio de grabación. Los sistemas en el oído suministran una mezcla de la música directamente a los oídos del músico o del técnico sin competir con otros sonidos del escenario o del estudio. Estos sistemas proporcionan al músico o técnico un control incrementado sobre el balance y volumen de los instrumentos y pistas, y sirve para proteger la audición del músico o ingeniero por medio de una mejor calidad de sonido con un menor ajuste de volumen. Los sistemas de supervisión en el oído ofrecen una alternativa mejorada a plataformas o altavoces de suelo y, a su vez, han cambiado significativamente la forma en que los músicos y técnicos de sonido trabajan sobre el escenario y en el estudio.

25

Más aún, muchos consumidores desean un sonido con audio de alta calidad, siempre que escuchan música, pistas sonoras de DVD, difusión por internet o conversaciones del teléfono móvil. Los usuarios pueden desear pequeños auriculares que bloquean de modo efectivo los sonidos del ambiente de fondo del entorno exterior del usuario.

30

Las ayudas a la audición, los sistemas en el oído, y los dispositivos de audición de consumo utilizan típicamente auriculares que se acoplan al menos parcialmente dentro del oído del oyente. Típicamente los auriculares tienen uno o más transductores de o bien un diseño de bobina móvil dinámica o bien de armadura equilibrada que se montan dentro de una carcasa. Típicamente, el sonido se transmite desde el orificio de salida del (de los) transductor(es) al canal auditivo del usuario a través de un orificio sonoro cilíndrico o una boquilla.

35

Auriculares de múltiples transductores pueden producir una respuesta en frecuencia más precisa especialmente en el intervalo de frecuencia más baja típico para un bajo o bombo. Una salida de sonido de mejor calidad se realiza utilizando el transductor particular para una región sonora específica debido a que el transductor particular puede diseñarse específicamente para un intervalo de frecuencias particular. Adicionalmente, los auriculares de transductor múltiple son capaces de proporcionar un mayor volumen sonoro sin mucha distorsión, conduciendo de ese modo a un sonido más claro con ajustes de decibelios más elevados. Sin embargo, también se desea filtrar las frecuencias más altas producidas por el transductor de baja frecuencia para optimizar el rendimiento o calidad sonora del auricular, tal como se explica con más detalle a continuación.

40

En un campo relacionado, los métodos eléctricos pasivos que actúan como filtros paso bajo son comunes en altavoces. Los diseños de cruce de altavoces usan frecuentemente una red eléctrica pasiva simple de primer orden para crear filtros paso bajo y alto, principalmente para permitir que cada altavoz funcione en su intervalo de eficiencia y para evitar daños a los transductores no diseñados para reproducir frecuencias particulares. Los cruces apropiadamente diseñados también minimizan las interacciones de fase destructivas entre múltiples fuentes acústicas que reproducen regiones de frecuencias solapadas. Los filtros paso bajo y alto adecuadamente emparejados impiden que una red eléctrica de transductores en paralelo presente una impedancia de carga demasiado baja a un amplificador de origen. Las redes pasivas usan frecuentemente inductores para crear electrónicamente filtros paso bajo, relacionando directamente el rendimiento del inductor con su número de espiras.

50

Sin embargo, con relación al diseño de auriculares de múltiples transductores, el uso de inductores para filtrado paso bajo presenta dos obstáculos significativos en implementaciones prácticas. Primero, el requisito de un gran número de espiras da como resultado un tamaño de empaquetado bastante grande. En segundo lugar, el uso de un hilo de pequeño calibre utilizado para maximizar el número de espiras por unidad de volumen de inductor da como resultado valores de resistencia en corriente continua significativamente más altos. Cuando se colocan en serie eléctrica con el receptor, esta resistencia en corriente continua da como resultado una disminución no deseable en la sensibilidad de salida del receptor, lo que afecta de modo adverso a la calidad de sonido del auricular. Las realizaciones divulgadas en el presente documento están dirigidas a superar las implementaciones prácticas del uso de inductores en conjunto con transductores de baja frecuencia como se ha explicado anteriormente; sin embargo, no descarta que los inductores se implementen en conjunto con cualquiera de las realizaciones divulgadas en el

60

65

presente documento.

La salida de sonido de frecuencia más alta no deseada de un transductor de baja frecuencia puede filtrarse incrementando la longitud de paso del sonido desde la salida del transductor a la salida del auricular. La inercia acústica, que es el efecto de inercia que impide la transmisión del sonido en un conducto de un área de sección transversal pequeña o la masa de carga del aire en la transmisión del sonido en un conducto, puede calcularse por la siguiente ecuación, en la que  $\rho_0$  es la densidad del aire y  $L$  es la longitud del tubo en metros,  $A$  es el área de la sección transversal del tubo en metros cuadrados, y  $\omega$  es la frecuencia angular de la onda sonora en radianes:

$$Z_A = \frac{\rho_0 L}{A} j\omega \quad (\text{en unidades de kg/m}^4).$$

Como se ilustra en la ecuación anterior, la impedancia acústica del tubo es directamente proporcional tanto a la longitud del tubo como a la frecuencia de la señal de excitación, e inversamente proporcional al área de sección transversal del tubo. Este elemento de masa acústica presenta una carga reactiva (es decir que absorbe energía) a la fuente de presión acústica y, como tal, es análoga a un elemento inductivo que presente una carga reactiva a una fuente de tensión en el dominio eléctrico. En el dominio acústico, esta carga inercial presenta una impedancia linealmente creciente con la frecuencia, sirviendo así como un elemento de filtro acústico de primer orden, paso bajo. Por lo tanto, una estrategia efectiva para discriminar acústicamente contra ondas sonoras de alta frecuencia producidas por el transductor de baja frecuencia es utilizar una longitud de tubo suficientemente grande en combinación con un área de sección transversal del tubo suficientemente pequeña. Sin embargo, los auriculares usados en el canal auditivo son volumétricamente muy pequeños, y para los tubos acústicos usados comúnmente en la técnica, es muy difícil ajustar la longitud de tubo requerida dentro de la carcasa del auricular.

Por ejemplo, pueden implementarse cortos tubo de silicona para crear un sutil efecto de filtro acústico paso bajo o ajustar un pico de resonancia a una frecuencia objetivo, pero se necesitaría que se bobine o pliegue un tubo más largo en el pequeño volumen de un auricular en el oído, lo que puede no estar disponible para conseguir el rendimiento deseable. Aunque los tubos pueden usarse en conjunto con cualquiera de las realizaciones divulgadas en el presente documento, se demuestra difícil el uso de tubos para proporcionar la longitud apropiada para recorte de las ondas sonoras de más alta frecuencia con la geometría del auricular actual, especialmente para auriculares de transductor múltiple.

El documento US 2006/0045297 A1 divulga un tapón de protección auditiva activo para ser usado al menos en parte en el canal auditivo del usuario.

El documento BE 797139 A1 divulga una disposición de canal para el sonido en un micrófono o altavoz.

El documento US 2009/0147981 A1 divulga un auricular para su uso en conexión con la reproducción de sonidos de audio que se suministran desde una fuente de frecuencia de audio.

El documento US 2011/0255723 A1 divulga una ayuda auditiva que tiene un receptor que se configura para colocarse al menos parcialmente en un canal auditivo de un usuario.

#### Breve sumario

La presente divulgación contemplada conjuntos de transductores de auriculares. A continuación se presenta un sumario simplificado de la divulgación para proporcionar una comprensión básica de algunos aspectos. No se pretende identificar elementos claves o críticos de la invención o delimitar el alcance de la invención. El siguiente sumario meramente presenta algunos conceptos de la divulgación en una forma simplificada como un prelude a la descripción más detallada proporcionada a continuación.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un conjunto auricular que comprende: una carcasa; un primer transductor configurado para producir una primera salida de audio; un segundo transductor configurado para producir una segunda salida de audio; una boquilla acoplada a la carcasa; y una vía de paso alargada conectada al primer transductor y contenida dentro de la carcasa, teniendo la vía de paso alargada una longitud y área de sección transversal y que comprende un trayecto tortuoso que tiene múltiples vueltas enrolladas internamente dentro de la carcasa, en el que la longitud y área de sección transversal de la vía de paso alargada se configura como un filtro acústico para el filtrado de al menos una parte audible del sonido desde la salida de sonido del primer transductor; en el que al menos una parte de la vía de paso alargada forma un laberinto; caracterizado por que el laberinto comprende una pluralidad de capas integradas.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método de filtrado de una salida acústica en un auricular que comprende: formar una vía de paso alargada a partir de una pluralidad de capas apiladas; alojamiento de la vía de paso alargada y de al menos un transductor de baja frecuencia configurado para proporcionar una salida acústica dentro de una carcasa de auricular; conectar la salida del al menos un transductor a la vía de paso alargada y configurar la salida acústica para ser recibida dentro del área de paso alargada para filtrar

acústicamente y recortar al menos una parte de la salida acústica desde el al menos un transductor para filtrar los sonidos de alta frecuencia desde el transductor de baja frecuencia; en el que al menos una parte de la vía de paso alargada forma un laberinto; caracterizado por que el laberinto comprende una pluralidad de capas integradas.

5 Breve descripción de los dibujos

La presente divulgación se ilustra a modo de ejemplo y no limitada en las figuras adjuntas:

- 10 la FIG. 1 muestra una vista en despiece de una realización de ejemplo de un auricular;
- la FIG. 2A muestra una vista en perspectiva izquierda frontal de una parte de la realización de ejemplo de la FIG. 1;
- 15 la FIG. 2B muestra otra vista en perspectiva izquierda frontal de otra parte de la realización de ejemplo de la FIG. 1;
- la FIG. 2C muestra una vista en despiece izquierda frontal de la parte de la realización de ejemplo de la FIG. 1 mostrada en la FIG. 2A;
- 20 la FIG. 3A muestra una vista izquierda posterior de una realización de ejemplo de otra parte de la realización de ejemplo de la FIG. 1;
- la FIG. 3B muestra una vista en despiece izquierda posterior de la FIG. 3A;
- 25 la FIG. 4 representa una vista en despiece de otra realización de ejemplo;
- la FIG. 5A representa una vista lateral derecha de otra realización de ejemplo;
- la FIG. 5B representa una vista en despiece derecha frontal de la realización de ejemplo de la FIG. 5A;
- 30 la FIG. 6 muestra una comparación gráfica de las respuestas en frecuencia de un conjunto laberinto/colector de ejemplo, un tubo de 100 mm (4 pulgadas) y un tubo de 25 mm (1 pulgada); y
- 35 la FIG. 7 muestra un diagrama de flujo de una realización de ejemplo.

Descripción detallada de la invención.

40 La FIG. 1 representa una vista en despiece de un conjunto de auricular. El auricular 100 comprende una cápsula 102a y una cubierta 102b, que juntos forman una carcasa o cápsula para el auricular. Un cable 120 se conecta a la carcasa y se proporciona una señal de entrada a un conector 109, típicamente en la forma de una señal de audio que se desea reproducir mediante el auricular 100. Un conjunto de transductor 108 puede colocarse dentro de la carcasa sobre un portador 106. El portador 106 retiene el conjunto de transductor 108. El conector 109 se mantiene en su sitio dentro de la carcasa por la cápsula 102a y la cubierta 102b. Se proporciona una interfaz de boquilla 110 para conectar acústicamente el conjunto de transductor 108 a una boquilla 112, que puede configurarse para ser sustituable por un usuario por medio de un collarín 114 roscado. Puede colocarse un pasador de guía 140 sobre uno de entre la cápsula 102a o la cubierta 102b para proporcionar un sellado adicional de la cápsula 102a y de la cubierta 102 y para ayudar a la fabricación del auricular 100.

50 Como se muestra en las FIGS. 1, 2A-2C, el conjunto de transductor 108 comprende un transductor de baja frecuencia dual 122, un transductor de media frecuencia 124, un transductor de alta frecuencia 126, un sellado acústico 116, que puede formarse de Poron®, un colector 118, un laberinto 119 y una tarjeta de circuito impreso flexible de cruce 128. Los transductores 122, 124 y 126 pueden disponerse adyacentes entre sí sobre el colector 118 y laberinto 119 dentro de la carcasa del auricular 100. El laberinto 119 y el colector 118 pueden formarse cada uno como similares a una cápsula o como un prisma. El laberinto 119 y el colector 118 pueden formar juntos una estructura integrada para el montaje de los transductores 122, 124 y 126. En particular el transductor de baja frecuencia dual 122 se monta sobre una cara del laberinto 119, y el transductor de media frecuencia 124 y el transductor de alta frecuencia 126 pueden montarse sobre una cara común del colector 118. En una realización de ejemplo, los transductores 122, 124 y 126 pueden formarse sin pitorros, lo que proporciona una estructura más pequeña y más compacta dentro de la carcasa del auricular.

60 El laberinto 119 y el colector 118 forman juntos una vía de paso alargada 130 para la recepción de una salida acústica desde el transductor de baja frecuencia dual 122 y juntos y por separado actúan como una estructura de filtrado acústico. El colector 118 se proporciona también con un orificio de media frecuencia 132 para la recepción de la salida acústica desde el transductor de media frecuencia 124, y un orificio de alta frecuencia 134 para la recepción de la salida acústica desde el transductor de alta frecuencia 126. Cada uno de la vía de paso alargada 130, el orificio de media frecuencia 132, y el orificio alta frecuencia 134 pueden compartir la estructura integrada común formada

por el laberinto 119 y el colector 118.

El sello acústico 116 se provee con un primer orificio 136 configurado para recibir las salidas desde el orificio de alta frecuencia 134 y el orificio de media frecuencia 132 del colector. El sello acústico 116 se provee también con un segundo orificio 138 configurado para recibir la salida desde la vía de paso alargada 130. El primer orificio 136 del sello acústico 116 puede actuar como área de mezcla para el transductor de alta frecuencia 126 y el transductor de media frecuencia 124. Sin embargo, se contempla que el sello acústico 116 puede disponerse en cualquier número de formas diferentes para mezclar las diversas salidas de los transductores 122, 124, 126 y para optimizar la calidad de sonido del auricular. Por ejemplo, se contempla que la salida de sonido del transductor de media frecuencia 124 puede mezclarse con la salida de sonido desde el transductor de baja frecuencia dual 122 en el sello acústico 116. Esto puede depender de los parámetros de diseño particulares para el auricular. Puede ser deseable encaminar las trayectorias de los transductores para añadir resistencia acústica o amortiguadores a vías de paso específicas de los transductores. Por ejemplo, puede requerirse una alta amortiguación sobre la trayectoria del transductor de baja frecuencia, y el transductor de media frecuencia y el transductor de baja frecuencia pueden compartir una amortiguación similar.

Se muestra una realización de ejemplo del laberinto 119 y del colector 118 en las FIGS. 3A y 3B. En esta realización, como se muestra en la vista de despiece de la FIG. 3B, el laberinto 119 pueden formarse como una serie de capas o placas apiladas 119a-119f. De la misma manera, el colector 118 puede formarse como una serie de capas o placas apiladas 118a-118c. Las capas apiladas pueden fabricarse de metal u otro material apropiado.

La vía de paso alargada 130 forma el laberinto 119, y se desplaza a través del colector 118. La vía de paso alargada 130 es un canal largo similar a un laberinto que tiene múltiples vueltas enrolladas y que se curva a través del laberinto 119 y el colector 118 contenido dentro de la carcasa 102a, 102b. La vía de paso alargada 130 actúa esencialmente como un tubo largo plegado en un volumen restringido del auricular 100. La vía de paso alargada 130 o trayectoria larga actúa como una línea de transmisión acústica, y en términos simples actúa como un filtro paso bajo en el intervalo de baja frecuencia. En otras palabras, el paso alargado 130 en el colector 118 atenúa la salida de energía de alta frecuencia desde el transductor de baja frecuencia dual 122.

El canal de baja frecuencia 130 está formado proporcionando capas alternadas 119a, 119c, 119e, 118a, y 118c con orificios 130a, 130c, 130e, 130g, y 130i y capas 119b, 119d, 119f, y 118b con una red de vías de paso alargadas 130b, 130d, 130f, y 130h formadas en el laberinto 119 y en el colector 118. Cada uno de los orificios 130a, 130c, 130e, 130g, y 130i y vías de paso alargadas 130b, 130d, 130f, y 130h actúan tanto como una entrada como una salida para que el sonido se desplace a través del laberinto 119 y del colector 118.

Las vías de paso alargadas 130b, 130d, 130f, y 130h comprenden canales alargados cortados o formados dentro de las capas 119b, 119d, 119f, y 118b que se extienden en sentido longitudinal y en sentido de la anchura sobre el área superficial mayor de la capa particular. Las capas 119b, 119d, 119f, y 118b pueden considerarse como un primer subconjunto de las capas apiladas y se forman con vías de paso alargadas conformadas de modo diferente 130b, 130d, 130f, y 130h. Las capas 119a, 119c, 119e, 118a, y 118c pueden considerarse un segundo subconjunto de capas apiladas y los orificios 130a, 130c, 130e, 130g, y 130i permiten que el sonido pase a través de cada una del segundo subconjunto de capas apiladas al interior de una adyacente del primer subconjunto de capas apiladas. Como se muestra en la FIG. 3B, el primer subconjunto y el segundo subconjunto pueden configurarse para alternar entre sí.

Las vías de paso alargadas 130b, 130d, 130f, y 130h pueden formarse de diferentes longitudes dependiendo de la cantidad de área superficial disponible en una capa particular. Por ejemplo, la capa 118b en el colector 118 tiene un área superficial mayor que las capas 119b, 119d, 119f sobre el laberinto 119 y, por ello, pueden proporcionar un canal alargado 130h más largo. Los pasos alargados 130b, 130d, 130f, y 130h forman una combinación intrincada de trayectos o pasos para que el sonido lo recorra desde el transductor de baja frecuencia dual 122. Esta red de vías de paso alargadas 130b, 130d, 130f, y 130h puede formarse con muchas configuraciones diferentes para proporcionar una longitud efectiva a recorrer por el sonido. El paso alargado 130 puede formarse como una trayectoria tortuosa irregular y en diferentes formas y disposiciones como se representa en la FIG. 3B, por ejemplo, espiral, ondulada, etc. Se contemplan también otras formas y configuraciones que consiguen una vía de paso alargada.

Más aún, como se muestra en la FIG. 3B la vía de paso alargada 130 proporciona una trayectoria para el sonido en las tres dimensiones X, Y, y Z a través del laberinto 119 y el colector 118. Adicionalmente, la vía de paso alargada 130 puede formarse con un diámetro constante o con el mismo diámetro a todo lo largo del laberinto 119 y el colector 118 para proporcionar la cantidad requerida de inercia acústica en la vía de paso 130. El sonido se moverá dentro de la vía de paso alargada 130 en cada una de las direcciones X, Y, y Z de modo que una cantidad sustancial del volumen asumido por el laberinto 119 y el colector 118 proporciona la vía de paso a recorrer por el sonido desde el transductor de baja frecuencia dual 122, filtrando de ese modo la salida acústica desde el transductor de baja frecuencia 122.

El orificio de alta frecuencia 134 y el orificio de media frecuencia 132 pueden formarse usando un método similar al

del canal de baja frecuencia 130. El orificio de media frecuencia 132 puede formarse en las capas sucesivas 118a-118c del colector 118 mediante la formación de ranuras o aberturas individuales 132a, 132b, 132c en las capas 118a-118c. De la misma manera, el orificio de alta frecuencia 134 pueden formarse en las capas sucesivas 118a-118c del colector 118 mediante la formación de ranuras o aberturas individuales 134a, 134b y 134c en las capas 118a-118c.

Las capas 119a-119f y 118a-118c pueden formarse mediante nuevos métodos de corte por láser, que permiten el estrecho control y precisión que es necesario para formar una sección transversal precisa en el laberinto 119 y el colector 118. Las capas 119a-119f y 118a-118c puede formarse de metal, plástico, o cualesquiera otros materiales apropiados formados como configuraciones geométricas descritas en el presente documento. Las capas individuales 119a-119f y 118a-118c del laberinto 119 y el colector 118 pueden encolarse o soldarse juntas. En una realización de ejemplo, cada capa del laberinto 119 y el colector 118 puede soldarse por láser a lo largo de su borde exterior a lo largo del perímetro y a continuación las capas 119a-119f y 118a-118c del laberinto 119 y del colector 118 pueden soldarse por láser sobre la superficie del borde en una dirección perpendicular a las áreas superficiales mayores de las capas. Se contemplan también otras técnicas conocidas en la técnica para asegurar las capas individuales 119a-119f y 118a-118c del laberinto 119 y el colector 118. Las capas 119a-119f del laberinto y las capas 118a-118c del colector pueden cortarse por láser y soldarse por láser o encolarse juntas. Sin embargo, se contempla también que pueden usarse otros métodos de formación del laberinto 119 y del colector 118 conocidos en la técnica, tal como micro-litografía, estéreo-litografía, o impresión en 3D.

Como se muestra en la FIG. 3B, la vía de paso alargada 130 cuando se forma en las capas 119a-119f y 118a-118c proporciona una longitud de trayectoria mucho mayor que el ancho o longitud del laberinto 119 o los anchos y longitudes individuales de las capas individuales 119a-119f y 118a-118c que forman el laberinto 119 y el colector 118. Como resultado, las vías de paso o canales alargados 130b, 130d, 130f y 130h proporcionan una longitud mucho más incrementada de la vía de paso 130 alargada por unidad de volumen del laberinto 119.

El diseño del colector 118 asume un espacio muy pequeño (volumétricamente) y usa solamente una técnica acústica para filtrar los sonidos de frecuencia más alta. La vía de paso alargada 130, que forma un paso similar a laberinto en el laberinto 119 y el colector 118, lo que de nuevo actúa esencialmente como un largo tubo que puede plegarse y ajustarse en el volumen de espacio restringido de un auricular en el oído. El volumen de un auricular tiene su espacio restringido. En particular, deben encajar muchos componentes dentro de la cápsula del auricular, como se ha explicado anteriormente, por ejemplo, el conjunto transductor 108, el sello acústico 116, la interfaz de boquilla 110, etc. todos deben encajar dentro de la cápsula del auricular.

En una realización de ejemplo, la relación de la longitud a volumen de la vía de paso alargada 130 dentro del laberinto está por encima de  $1,5 \text{ m}^2$ . Para los tubos de silicona usados típicamente en la técnica, la relación de longitud a volumen es de aproximadamente  $0,27 \text{ m}^2$ , lo que significa que en una realización de ejemplo el laberinto proporciona casi seis veces una longitud de paso de sonido mayor por volumen que un tubo de silicona típico. Esto proporciona ventajosamente la cantidad deseada de filtrado del sonido de alta frecuencia dentro del auricular.

Otra medida de la eficiencia de la vía de paso alargada en el laberinto como un filtro paso bajo es la relación de masa acústica a volumen. También puede hacerse referencia a la masa acústica como la inercia, que para tubos puede calcularse por la ecuación listada anteriormente. Como se ha explicado en el presente documento, es difícil proporcionar la cantidad requerida de inercia dentro de la pequeña cantidad de espacio de un auricular. Sin embargo, el laberinto ayudar a superar esta dificultad proporcionando una relación de masa acústica a volumen de aproximadamente  $1,3 \times 10^{13} \text{ kg/m}^7$ . Un tubo de silicona típico proporciona una relación de masa acústica a volumen de  $4,2 \times 10^{11} \text{ kg/m}^7$ , significando que el diseño de laberinto puede proporcionar aproximadamente una masa acústica 31 veces mayor en un volumen dado de lo que puede un tubo de silicona típico.

La FIG. 6 muestra una comparación entre un tubo de 25 mm de longitud (1 pulgada), que tiene un volumen de  $93 \text{ mm}^3$ , un tubo de 100 mm (4 pulgadas) que tiene un volumen de  $372 \text{ mm}^3$ , y el diseño de laberinto 118/colector 119 descrito en el presente documento, que tiene un volumen de  $65 \text{ mm}^3$  y una longitud efectiva de 100 mm (4 pulgadas). El gráfico muestra que el diseño de laberinto 118/colector 119 es capaz de proporcionar una respuesta de corte de frecuencia y filtro paso bajo muy mejorada, y más significativamente, es capaz de entregar esta mejora de rendimiento mientras requiere mucho menos volumen de lo que es requerido por un tubo típico usado en la técnica. El laberinto 119 junto con el colector 118 proporcionan más de cinco veces más masa acústica en un sexto del volumen de un tubo de longitud equivalente usado típicamente en la técnica. Esto da como resultado el desplazamiento de la frecuencia de corte hacia abajo desde 330 Hz a 75 Hz, y un mejor rendimiento de la respuesta del filtro paso bajo. Adicionalmente, el diseño del laberinto 119 y el colector 118 es también volumétricamente más pequeño que un tubo de 25 mm (1 pulgada) que se usa típicamente en la técnica y proporciona un mejor rendimiento en la respuesta del filtro paso bajo.

Las pérdidas por viscosidad asociadas con el flujo de la velocidad del volumen acústico a través del área de sección transversal pequeña del laberinto funcionan efectivamente para amortiguar la resonancia de semi-longitud de onda de la línea de transmisión que se presentaría a aproximadamente 1600 Hz. La frecuencia de resonancia coincide con una impedancia mínima en la función de respuesta de la línea de transmisión. En ausencia de amortiguación,

esta impedancia nula permitiría el paso de indeseables ondas sonoras de alta frecuencia. Con la amortiguación viscosa suficiente proporcionada por la pequeña sección transversal del laberinto 119 y el colector 118, sin embargo, se impide que estas ondas sonoras de alta frecuencia se transmitan a través del laberinto 119 y el colector 118.

5 La vía de paso alargada 130 permite que las señales de salida acústicas del transductor de baja frecuencia dual 122, que está enfocado en la reproducción solamente de las bajas frecuencias (en un auricular de transductor múltiple) se dediquen por sí mismas solamente al contenido de baja frecuencia de una señal de audio. Esto proporciona unas pocas ventajas: (1) el nivel de salida del contenido de baja frecuencia puede ajustarse independientemente de las bandas de octava de media y baja frecuencia, lo que es frecuentemente difícil de ajustar estrictamente en sistemas de uno o dos transductores (2) la frecuencia de corte (codo) del filtro paso bajo puede fijarse y controlarse por la geometría (área de sección transversal y longitud) de la trayectoria acústica interna de la vía de paso alargada 130 y (3) el (los) transductor(es) que producen la energía de media a alta frecuencia ya no tiene(n) que reproducir los componentes de baja frecuencia del material de origen, lo que reduce el potencial de distorsiones de tipo intermodulación en las que el componente de frecuencia más alta se modula por encima de las excursiones de baja frecuencia mayores y no reproduciendo fielmente el material fuente original tal como se pretende.

En una realización de ejemplo, el área de sección transversal del laberinto 119 puede ser cuadrada como 0,394 mm x 0,406 mm (0,1500 mm<sup>2</sup>) (0,0155 pulgadas x 0,0160 pulgadas (0,0002325 pulgadas cuadradas)). En una realización, la longitud de la trayectoria de la vía de paso alargada 130 del dispositivo construido puede ser de 107 mm de largo (4,23 pulgadas) y el ancho o diámetro de la trayectoria puede ser de 0,38 mm (0,015 pulgadas), lo que da como resultado una frecuencia de corte deseable (localización a -3 dB respecto a 20 Hz) de 63 Hz para el filtro de primer orden (-6 dB de pendiente por octava), en el intervalo de frecuencia hasta 800 Hz en el que el laberinto funciona como un elemento de masa acústica agrupado.

En realizaciones alternativas, pueden crearse múltiples vías de paso alargadas en el laberinto 119 y el colector 118 de modo que pueda filtrarse el sonido desde varios transductores. En un ejemplo, tanto el transductor de baja frecuencia dual 122 como el transductor de media frecuencia 124 pueden estar provistos con un paso de longitud extendida bien en el laberinto 119 o bien en el colector 118 de modo que pueda filtrarse el sonido de frecuencia más alta desde cada uno de los transductores para proporcionar las características de salida de sonido deseadas desde el auricular. De modo similar al transductor de baja frecuencia 122, puede ser beneficioso recortar las frecuencias más altas desde el transductor de media frecuencia. Para llevar a cabo esto, las vías de paso en el laberinto 119 y el colector 118 pueden configurarse para proporcionar un filtro paso bajo en un codo más alto o enfocarse en el recorte de la salida de frecuencias más altas desde el transductor de media frecuencia 124. Proporcionar un filtro acústico para el transductor de media frecuencia (1) puede reducir el solape de frecuencias con el transductor de alta frecuencia 126 para proporcionar una respuesta de frecuencia mejorada, (2) puede eliminar la necesidad de usar filtrado eléctrico en el transductor de alta frecuencia 126, y (3) puede introducir una inercia adicional en la trayectoria de la señal del transductor de media frecuencia 124 para desplazar las frecuencias de pico más bajas para conformar una respuesta en frecuencia deseada.

En otra realización alternativa, el laberinto 119 y el colector 118 pueden actuar conjuntamente como una localización de montaje para la fijación de un montaje absorbente de sacudidas o para ayudar con el mantenimiento de las partes de la cápsula o partes de carcasa juntas. Por ejemplo, integrando características de extensión en las capas 119a-f del laberinto 119 y las capas 118a-c del colector 118 con finalidades mecánicas podría reducir la complejidad y coste de las piezas. Cualquiera o todas las capas 119a-f, 118a-c del laberinto 119 o del colector 118 podrían utilizarse para esta finalidad para la construcción de patillas de extensión o puntos de conexión para las finalidades tales como, pero sin limitarse a: a) la creación de características de indexación o clave para ayudar con el montaje de la(s) pieza(s), b) características para integrar con materiales de montaje de sacudidas, c) características geométricas (3D) que ayudan en la localización del subconjunto transductor centro de la carcasa, o d) elementos de diseño cosmético o industrial con finalidades ornamentales.

En otra realización alternativa, puede añadirse resistencia de amortiguación dentro del paso alargado 130, del orificio de media frecuencia 132, del orificio de alta frecuencia 134, y/o de las capas 119a-119f del laberinto 119 o las capas 118a-118c del colector 118 para incrementar la resistencia y personalizar las respuestas del transductor individual dependiendo de la salida de sonido deseada para el auricular.

Un ejemplo de resistencia de amortiguación integrado dentro de la estructura del colector se muestra en la FIG. 4, en donde los números de referencia iguales representan componentes iguales a la realización representada en las FIGS. 3A y 3B. La realización de ejemplo mostrada en la FIG. 4 es similar a la realización mostrada en las FIGS. 3A y 3B, excepto en que el colector 418 se forma con una capa adicional 418c que tiene una matriz integrada 432c que actúa como un mecanismo de amortiguación. Como se muestra en la FIG. 4, se forma una matriz 432c de [n x m] de finos orificios (de 40 a 80 micras de diámetro) dentro de la capa 418c del colector 418. La matriz 432c de finos orificios se diseña para cumplir con un valor de resistencia acústica objetivo para finalidades de amortiguación viscosa, que es un mecanismo diferente al método de inercia usado en el laberinto 419 explicado en el presente documento. En esta realización particular, se usan 9 columnas x 6 filas (54 orificios) de 80 micras de diámetro uniformemente distribuidos sobre la trayectoria de media frecuencia para formar la matriz 432c. Esto proporciona un

método flexible para amortiguar el orificio o trayectoria de media frecuencia 432a-432d con valores de resistencia diferentes. Adicionalmente, cualquiera de las trayectorias 430, 432 o 434 formadas en el laberinto 419 y el colector 418 podrían amortiguarse independientemente usando este método.

5 En una realización de ejemplo, la capa 418c puede ser una capa electro-formada de níquel y puede formarse muy delgada (aproximadamente 0,025 milímetros (0,001 pulgadas) de grueso). Adicionalmente, las capas 418b y 418d pueden formarse de acero inoxidable. Puede formarse una soldadura de costura alrededor del todo el perímetro que sea suficientemente ancha (aproximadamente 0,13 mm (0,005 pulgadas)) para puentear las capas de acero inoxidable 418b y 418d para emparedar la capa 418c electro-formada. Esto bloquea las capas metálicas 418c  
10 disimilares dentro del conjunto y proporciona una estructura integral robusta para la formación del colector 418.

Las FIGS. 5A y 5B representan otra realización de ejemplo del laberinto 319 y del colector 318. Este diseño es similar al diseño mostrado y descrito anteriormente en las FIGS. 3A y 3B, y componentes numerados de modo similar representan componentes iguales en la realización previa. Sin embargo, la trayectoria final 330h en la parte frontal del colector 119 tiene una forma y configuración diferente. Adicionalmente, la salida de baja frecuencia 330, la salida de media frecuencia 332 y la salida de alta frecuencia 334 pueden disponerse en localizaciones diferentes basándose en el diseño del auricular.  
15

Se describirá ahora el funcionamiento de las realizaciones de ejemplo divulgadas en el presente documento con respecto a las FIGS. 1-3B y al diagrama de flujo mostrado en la FIG. 7. Para reproducir una señal sonora en el auricular, el cable 120 produce la salida de una señal desde una entrada 142 o fuente sonora tal como un dispositivo móvil, reproductor mp3, transmisor corporal, etc. La señal se transfiere a continuación a través del conector 109 y a la tarjeta de circuito impreso flexible de cruce 128. La tarjeta de circuito impreso flexible de cruce 128 divide la señal en partes de frecuencia baja, media y alta de la señal y encamina las partes de baja, media y alta frecuencia de la señal al transductor de baja frecuencia dual 122, transductor de media frecuencia 124 o transductor de alta frecuencia 126 correspondiente. Las respectivas señales hacen que los transductores produzcan la salida de sonido a través del laberinto 119 y del colector 118. La salida de sonido desde los transductores de media y alta frecuencia 124 y 126 es extraída directamente a través del colector por medio del orificio de media frecuencia 132 y del orificio de alta frecuencia 134 respectivamente. Sin embargo, la salida de sonido por el transductor de baja frecuencia dual 122 es extraída a través de la vía de paso alargado 130 formada en el laberinto 119 y el colector 118. La inercia acústica de la vía de paso alargado 130 proporciona entonces un filtro de primer orden paso bajo para la salida de sonido desde el transductor de baja frecuencia 122 para atenuar las altas frecuencias indeseables por encima de la frecuencia de esquina del filtro.  
20  
25  
30

El sonido desde el orificio de alta frecuencia 134 y el sonido desde el orificio de media frecuencia 132 se extraen entonces al interior del primer orificio 136 del sello acústico 116. El primer orificio 136 del sello acústico 116 mezcla las salidas desde el transductor de alta frecuencia 126 y el transductor de media frecuencia 124. El segundo orificio 138 del sello acústico 116 recibe las salidas del transductor de baja frecuencia dual 122 a través del paso alargado 130. Las salidas separadas desde el primer orificio 136 y el segundo orificio 138 del sello acústico 116 se transfieren entonces al interior de la interfaz de boquilla 110. Cada salida separada se proporciona a la boquilla 112 desde la interfaz de boquilla 110. La boquilla 112 puede configurarse también para mantener las salidas acústicamente separadas hasta que el sonido alcanza el final de la boquilla 112. La boquilla 112 coincide con un manguito (no mostrado), que se inserta dentro de un oído del usuario y acopla el auricular 100 a un oído de usuario. La boquilla 112 se configura para proyectar el sonido directamente dentro del canal auditivo del usuario. El diagrama de flujo de la FIG. 7 traza en general cómo el sonido se trasladará a través de un auricular divulgado en las realizaciones de las FIGS. 1-5B.  
35  
40  
45

Se han descrito aspectos de la invención en términos de realizaciones ilustrativas de la misma. Se les ocurrirán a los expertos en la materia numerosas otras realizaciones, modificaciones y variaciones dentro del alcance de la invención divulgada tal como se define por las reivindicaciones, a partir de una revisión de toda la presente divulgación. Por ejemplo, un experto en la materia apreciará que las etapas ilustradas en las figuras ilustrativas pueden realizarse en un orden distinto al enumerado, y que una o más etapas ilustradas pueden ser opcionales de acuerdo con aspectos de la divulgación tal como se define por las reivindicaciones.  
50

## REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de auricular (100) que comprende:

5 una carcasa (102a, 102b; 202a, 202b);  
 un primer transductor (122) configurado para producir una primera salida de audio;  
 un segundo transductor (124; 126) configurado para producir una segunda salida de audio;  
 una boquilla (112) acoplada (110) a la carcasa; y  
 10 una vía de paso alargada (130; 202a, 202b; 430) conectada al primer transductor y contenida dentro de la  
 carcasa, teniendo la vía de paso alargada una longitud y área de sección transversal y comprendiendo una  
 trayectoria tortuosa que tiene múltiples vueltas que se enrollan internamente dentro de la carcasa, en el que la  
 longitud y área de sección transversal de la vía de paso alargada están configuradas como un filtro acústico para  
 el filtrado de al menos una parte audible del sonido procedente de la salida de audio del primer transductor;  
 15 en el que al menos una parte de la vía de paso alargada forma un laberinto (119; 419);  
 caracterizado por que el laberinto comprende una pluralidad de capas integradas (119a-f; 419a-f).

2. El conjunto de auricular según la reivindicación 1 en el que una o más de las capas (119b; 119d; 119f; 419b;  
 419d; 419f) del laberinto forman un canal alargado (130b; 130d; 130f; 330b; 330d; 330f; 430b; 430d; 430f) que se  
 20 extiende en sentido longitudinal, en sentido de la anchura o en combinaciones de los mismos sobre el área  
 superficial mayor de la capa.

3. El conjunto de auricular según la reivindicación 2 en el que el canal alargado de la una o más capas se forma  
 como una forma ondulada (130d; 330d; 430d) o espiral (130b; 130f; 330b; 330f; 430b; 430f).

4. El conjunto de auricular según la reivindicación 2 que comprende adicionalmente un colector (118; 418) en el que  
 25 el colector comprende una vía de paso (130h; 430h) que forma parte de la vía de paso alargada (130).

5. El conjunto de auricular según la reivindicación 4 en el que el colector comprende una pluralidad de capas  
 integradas (118a-c; 418a-d) en el que una o más de las capas (118b; 418b) del colector forman un canal alargado y  
 30 en el que un canal alargado (130h; 430h) formado en una o más de las capas del colector tiene una longitud mayor  
 que la longitud de un canal alargado (130b; 130d; 130f; 330b; 330d; 330f; 430b; 430d; 430f) formado en una o más  
 de las capas del laberinto; y/o  
 en el que el colector comprende adicionalmente una vía de paso (132; 134; 432; 434) adicional para recibir  
 directamente el sonido procedente del segundo transductor, configurado el segundo transductor para producir la  
 35 salida de un sonido de frecuencia más alta que el primer transductor; y/o  
 en el que se proporciona un mecanismo de amortiguación en el colector y en el que el mecanismo de amortiguación  
 comprende una pluralidad de orificios (432c) formados dentro de una capa (418c) que forma el colector.

6. El conjunto de auricular según la reivindicación 1 en el que al menos una parte de la forma de la vía de paso  
 40 alargada es espiral u ondulada.

7. El conjunto de auricular según la reivindicación 1 en el que la vía de paso alargada (202a, 202b) se forma de  
 modo integrado dentro de una parte (200) de la carcasa.

8. Un método de filtrado de una salida acústica en un auricular (100) que comprende:

formar una vía de paso alargada (130; 202a; 202b) a partir de una pluralidad de capas apiladas (119a-f; 419a-f;  
 118a-c; 418a-d));  
 50 alojar la vía de paso alargada y al menos un transductor de baja frecuencia (122) configurado para proporcionar  
 una salida acústica, dentro de una cápsula de auricular (102a, 102b; 202a, 202b);  
 conectar la salida de al menos un transductor a la vía de paso alargada y configurar la salida acústica para ser  
 recibida dentro de la vía de paso alargada para filtrar acústicamente y recortar al menos una parte de la salida  
 acústica desde el al menos un transductor para filtrar el sonido de alta frecuencia procedente del transductor de  
 55 baja frecuencia;  
 en el que al menos una parte de la vía de paso alargada forma un laberinto (119; 419);  
 caracterizado por que el laberinto comprende una pluralidad de capas integradas (119a-f; 419a-f).

9. El método de la reivindicación 8 en el que un primer subconjunto (119b; 119d; 119f; 118b; 419b; 419d; 419f; 418b)  
 60 de las capas apiladas tienen pasos (130b; 130d; 130f; 130h; 430b; 430d; 430f; 430h; 330b; 330d; 330f; 330h)  
 conformados con formas diferentes.

10. El método de la reivindicación 9 en el que un segundo subconjunto (119a; 119c; 119e; 118a; 118c; 419a; 419c;  
 419e; 418a; 418c; 418d) de las capas apiladas tiene orificios (130a; 130c; 130e; 130g; 132a; 134a; 130i; 132c; 134c;  
 430a; 430c; 430e; 430g; 432a; 434a; 430i; 434c; 430j; 432d; 434d; 330a; 330c; 330e) que permiten pasar al sonido a  
 65 través de cada una del segundo subconjunto de capas apiladas dentro de una adjunta del primer subconjunto de las  
 capas apiladas; preferentemente

en el que la pluralidad de capas apiladas comprende capas alternadas del primer y segundo subconjuntos.

11. El método de la reivindicación 9 que comprende adicionalmente una soldadura por láser para unir las capas apiladas.

5 12. El método de la reivindicación 8 que comprende adicionalmente proporcionar un colector (118; 418) en el que el paso alargado se forma parcialmente (130h; 430h) dentro del colector (118b; 418b); preferentemente en el que el método comprende adicionalmente formar el colector a partir de una serie de capas apiladas (118a-c; 418a-d).

10 13. El método de la reivindicación 8 que comprende adicionalmente formar al menos una parte de la trayectoria de la vía de paso alargada como una forma ondulada o una espiral.

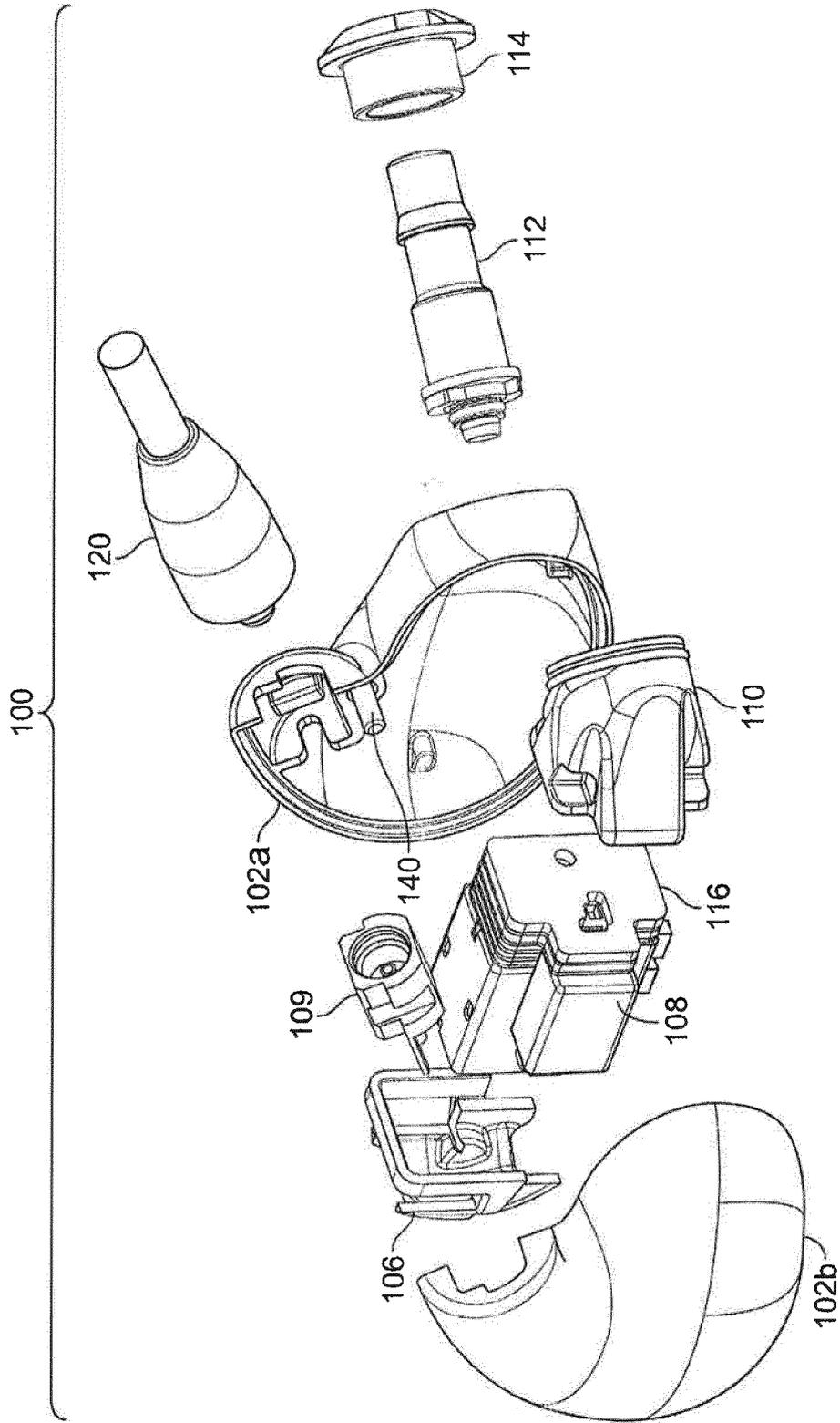
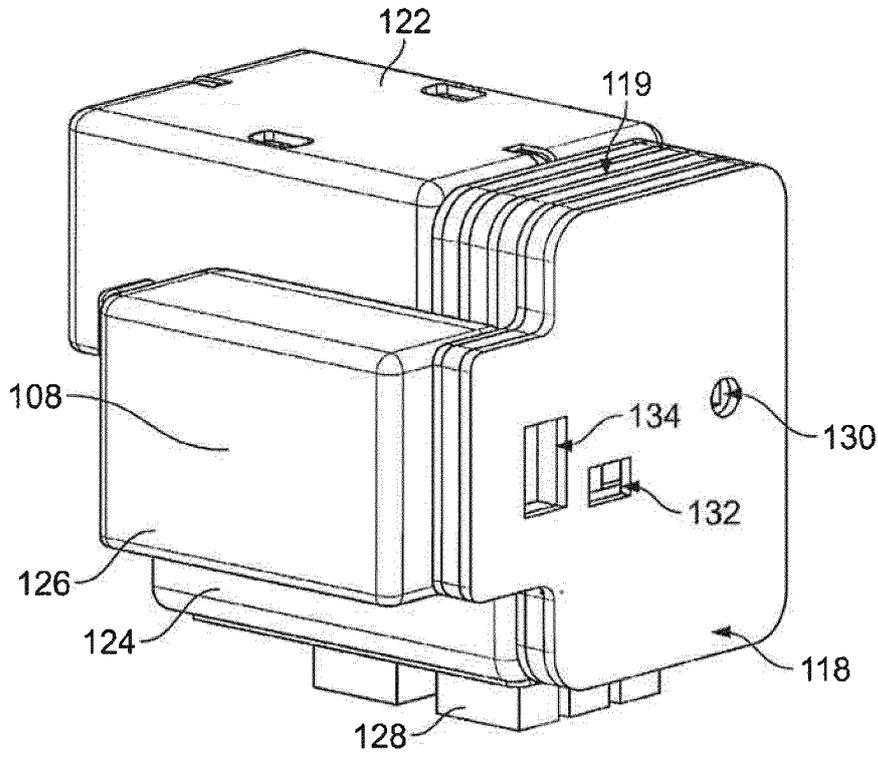
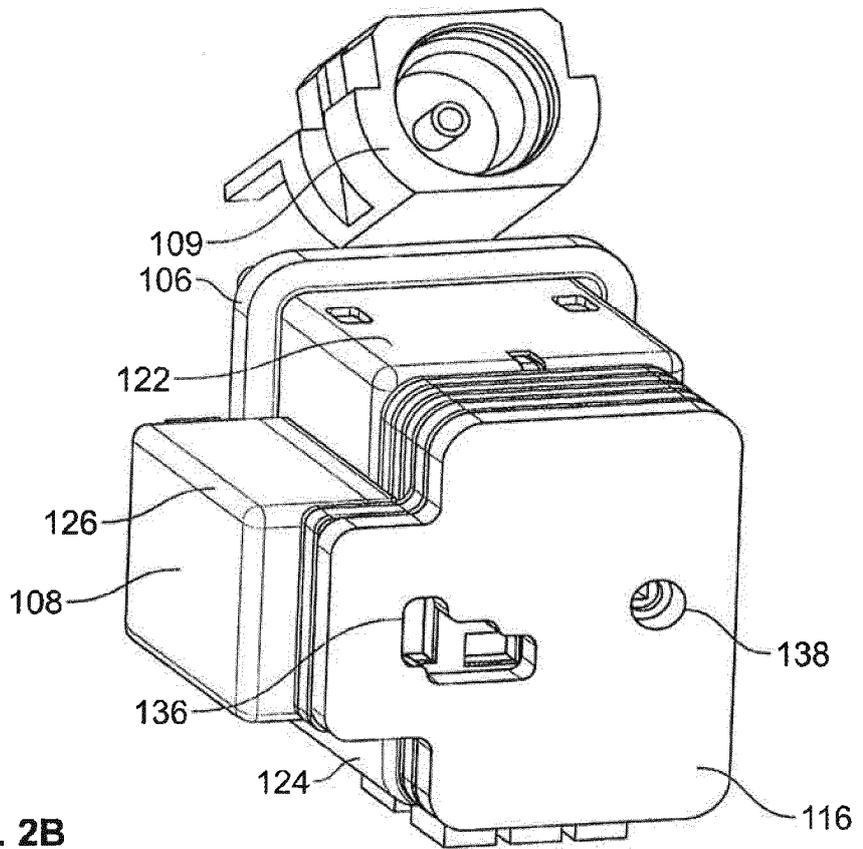


FIG. 1



**FIG. 2A**



**FIG. 2B**

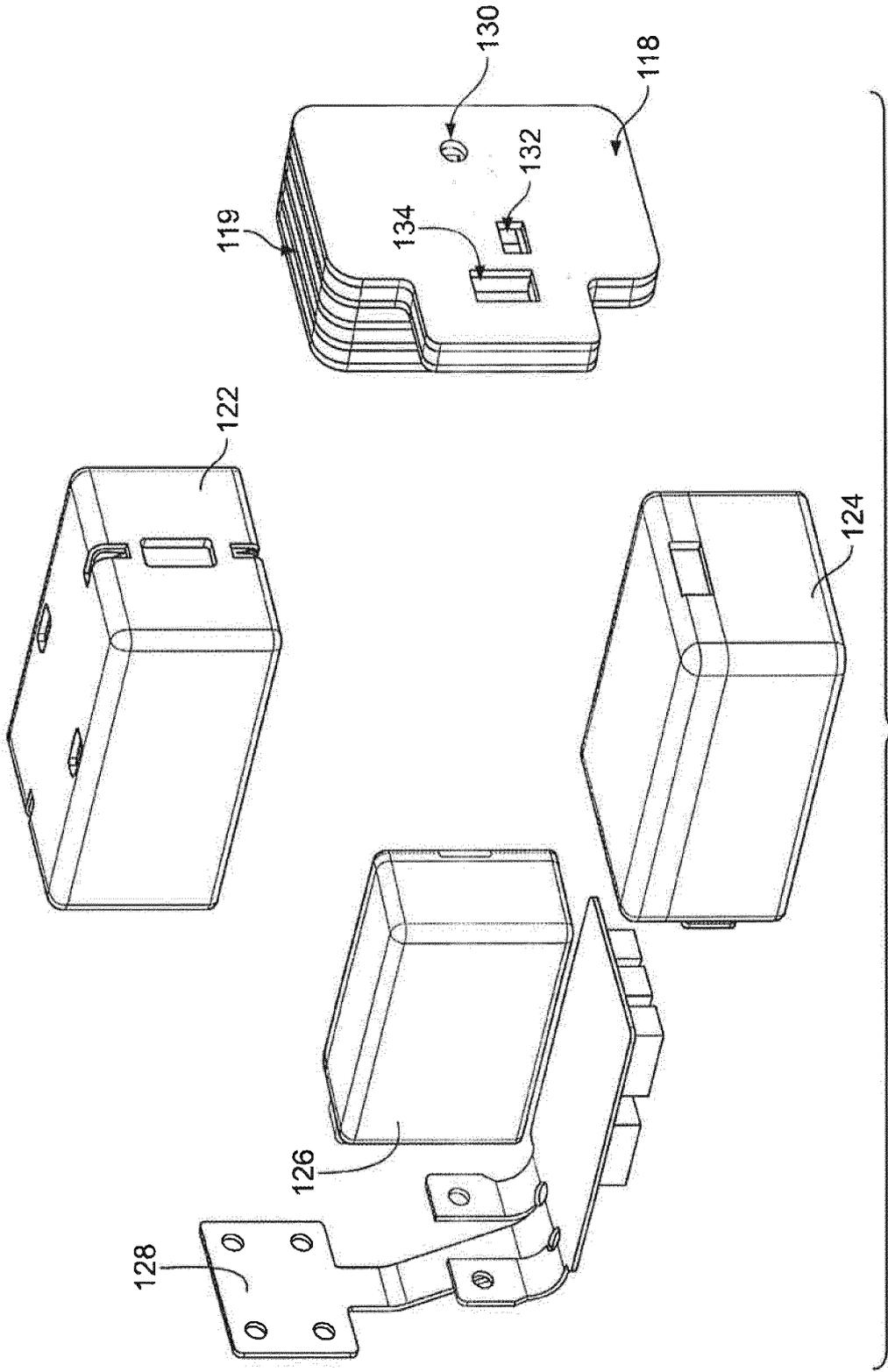


FIG. 2C

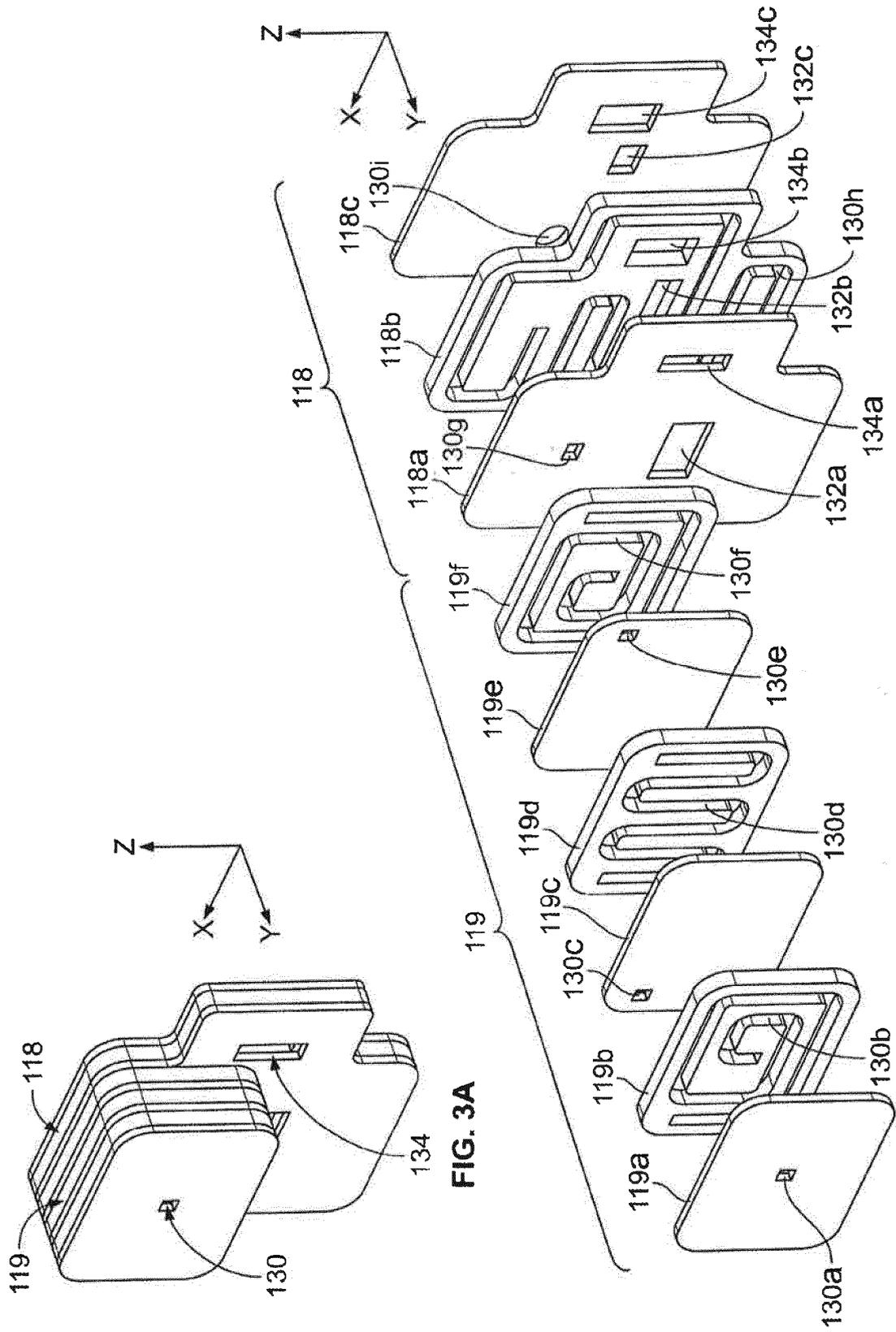


FIG. 3A

FIG. 3B

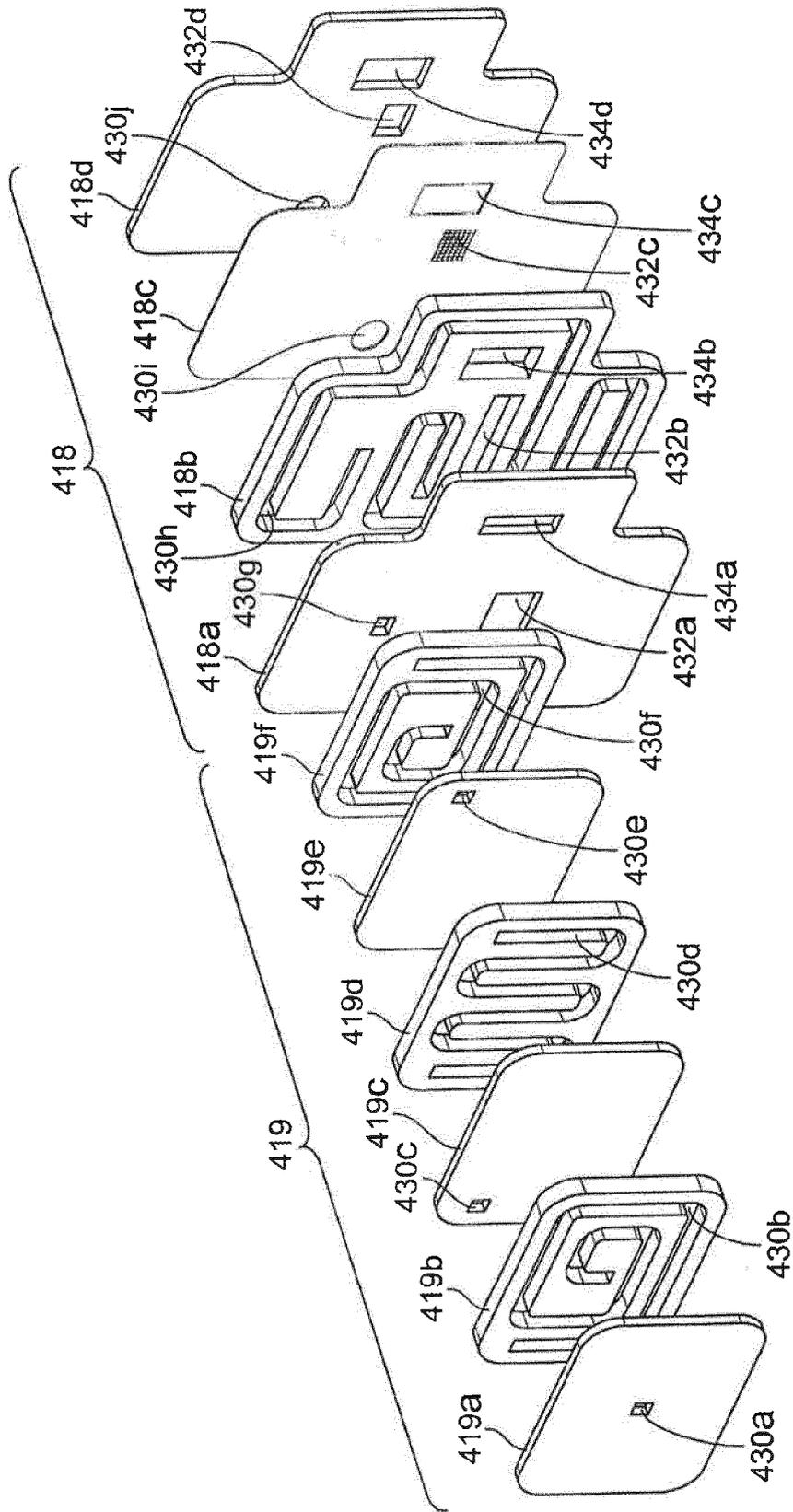


FIG. 4

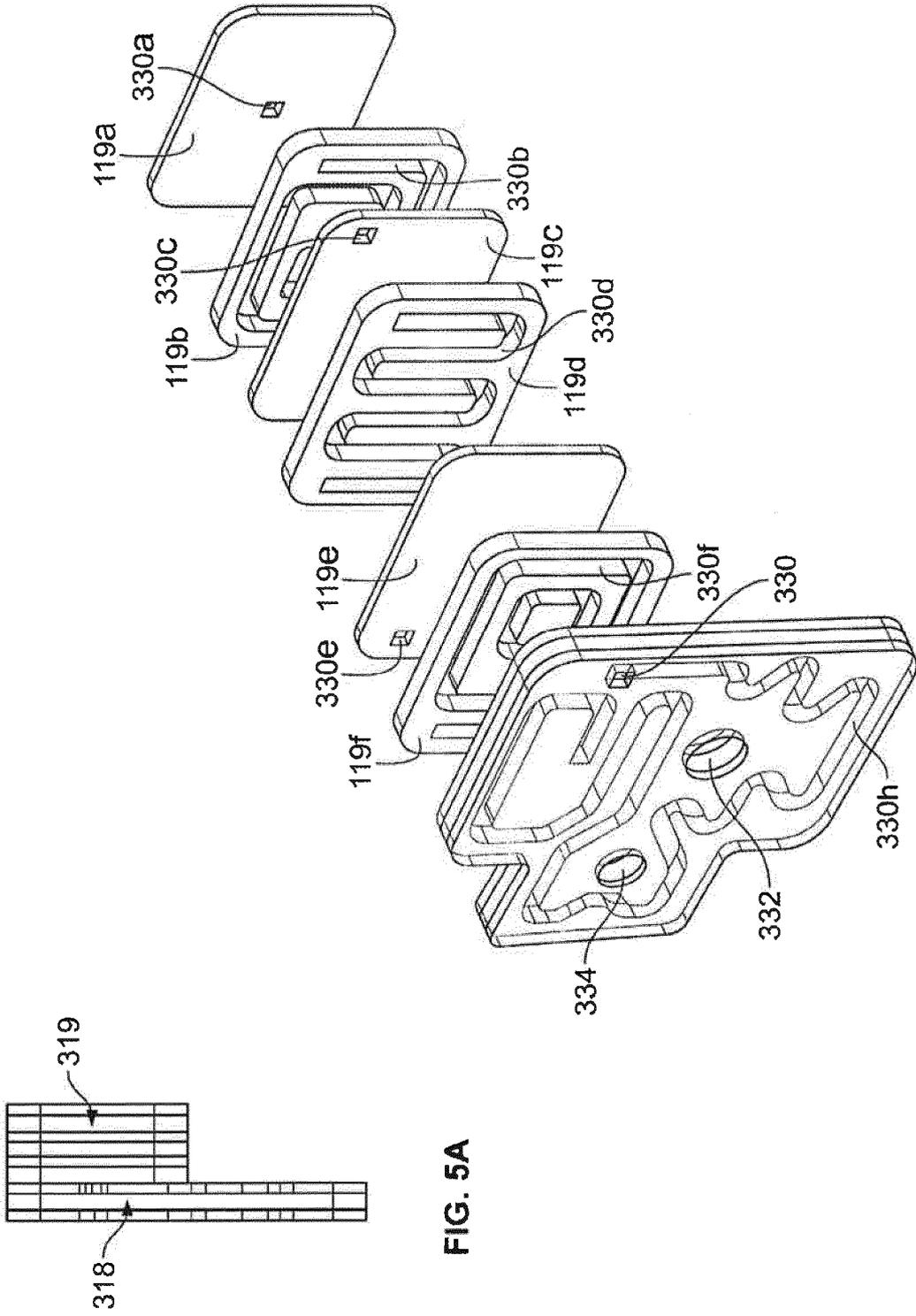


FIG. 5B

FIG. 5A

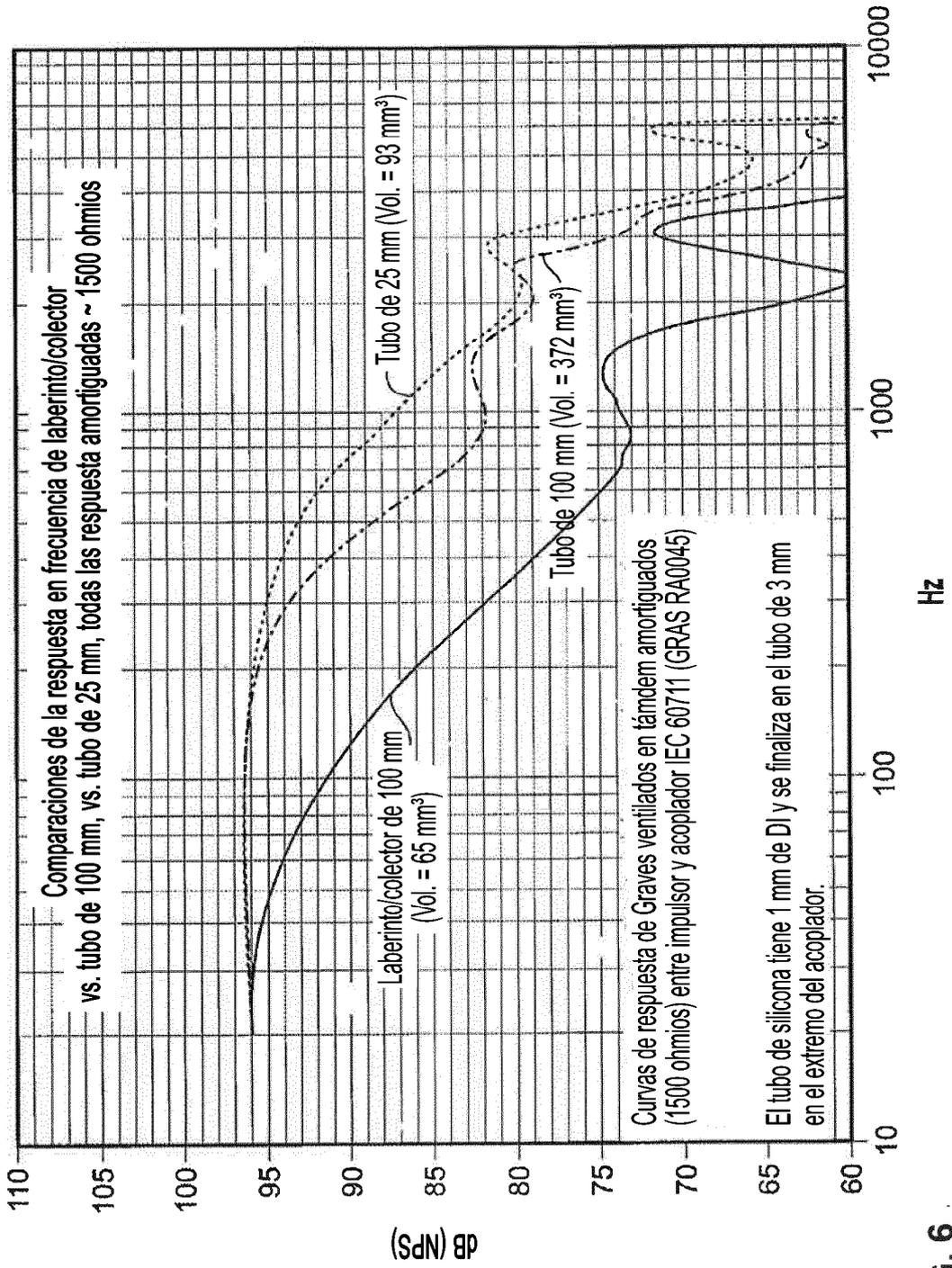


FIG. 6

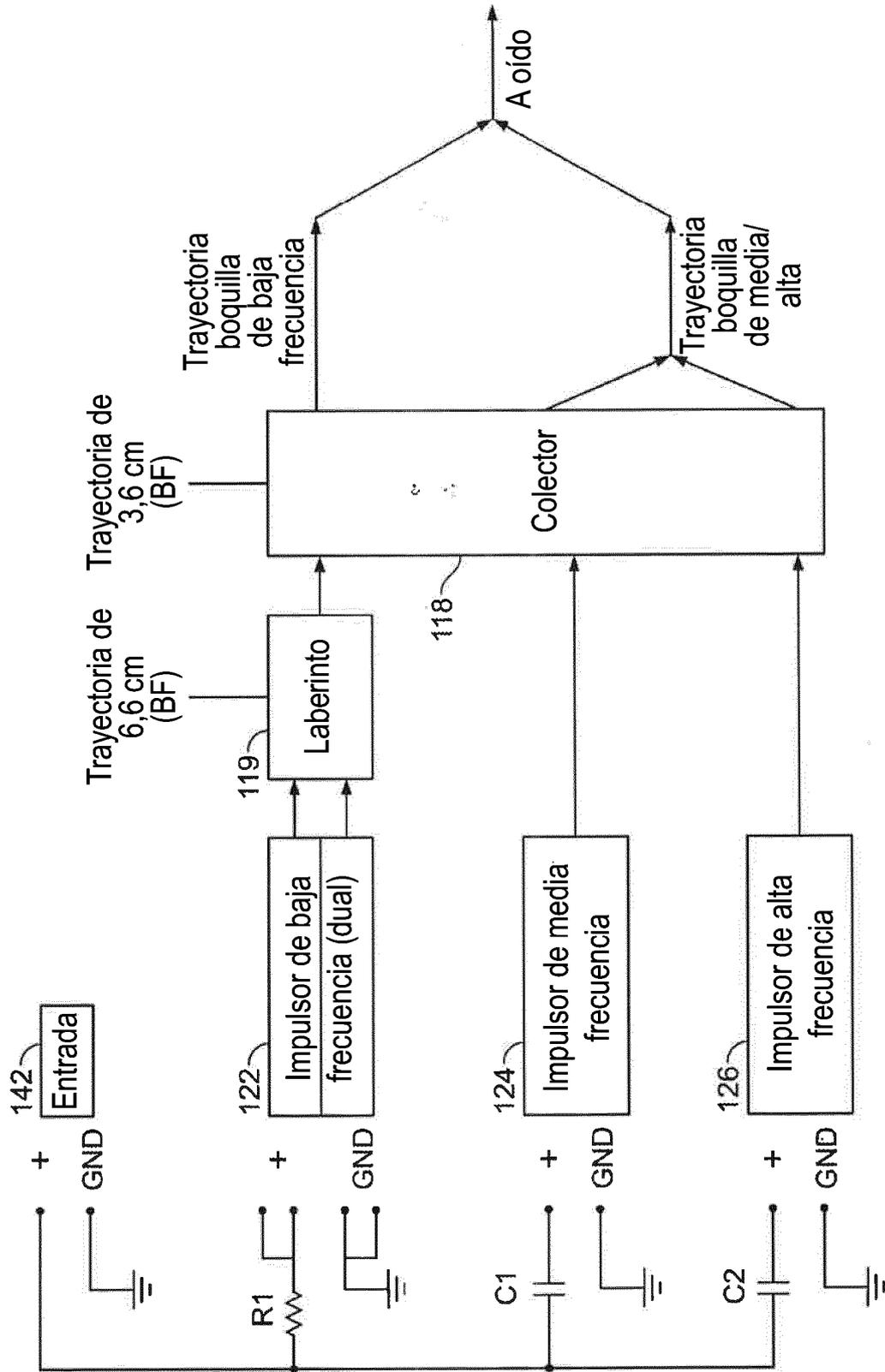


FIG. 7