DISPOSITIVO DE EMISIÓN ACÚSTICA

Campo Técnico

La presente solicitud se refiere al campo de la acústica y, en particular, a un dispositivo de emisión acústica.

Información de Antecedentes

Ahora están surgiendo nuevos dispositivos portátiles con funciones de emisión acústica y rápidamente se vuelven populares. En particular, un modo de escucha en donde un oído abierto (i.e., ningún dispositivo acústico se inserta en el oído ni cubre el oído) se aplica cada vez más a los dispositivos portátiles debido a sus ventajas en los aspectos de salud, seguridad y lo similar. El modo de escucha anterior de un oído abierto de este tipo puede lograrse por medio de transmisión de sonido de conducción aerotimpánica o transmisión de sonido de conducción ósea. Sin embargo, el modo de transmisión de sonido de conducción aerotimpánica requiere un dispositivo acústico y una estructura del mismo de gran volumen, y también puede causar un problema significativo de fuga externa de sonido. El modo de transmisión de sonido de conducción ósea puede producir una vibración de baja frecuencia relativamente fuerte y, por lo tanto, también puede causar un cierto nivel de fuga externa de sonido. Estos problemas han afectado negativamente la experiencia de este método de escucha con oído abierto, limitando la aplicación de este método.

Por lo tanto, es deseable proporcionar un dispositivo de emisión acústica que tenga mejoras en el efecto de escuchar con el oído abierto y en la fuga externa de sonido.

Sumario

A continuación se expone un sumario de la presente solicitud para proporcionar la comprensión básica de ciertos aspectos de la presente solicitud. Se entiende que esta sección no pretende identificar partes clave o críticas de la presente solicitud y no pretende limitar el alcance de la presente solicitud. Su propósito es presentar algunos conceptos de forma simplificada como preludio a una descripción más detallada que se proporciona más adelante.

La presente solicitud proporciona un dispositivo de emisión acústica capaz de generar y emitir ondas sonoras de conducción ósea y ondas sonoras de conducción

aerotimpánica. El dispositivo es capaz de lograr las combinaciones de diferentes estímulos auditivos y táctiles mediante el ajuste de las propiedades acústicas (por ejemplo, fase, amplitud, banda de frecuencia) de las ondas sonoras de conducción ósea y de ondas sonoras de conducción aerotimpánica, mejorando así la calidad sonido, resolviendo el problema de la fuga externa de sonido y mejorando la experiencia del usuario.

Un aspecto de la presente solicitud proporciona un dispositivo de emisión acústica. El dispositivo de emisión acústica incluye un altavoz de vibración configurado para generar una onda sonora de conducción ósea; y un altavoz de conducción aerotimpánica configurado para generar una onda sonora de conducción aerotimpánica.

De acuerdo con algunas modalidades, el dispositivo de emisión acústica se configura para emitir una onda sonora dentro de un rango de frecuencia objetivo; la onda sonora de conducción ósea incluye una porción de alta frecuencia del rango de frecuencia objetivo; y la onda sonora de conducción aerotimpánica incluye una porción de baja frecuencia del rango de frecuencia objetivo.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el altavoz de vibración se configura además para generar una onda de vibración de baja frecuencia que es perceptible por la piel de un usuario.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la onda sonora de conducción ósea incluye una porción de frecuencia media del rango de frecuencia objetivo; y la onda sonora de conducción aerotimpánica incluye una porción de frecuencia media del rango de frecuencia objetivo.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la onda sonora de conducción ósea incluye una porción de baja frecuencia del rango de frecuencia objetivo; y la onda sonora de conducción ósea se sobrepone con la onda sonora de conducción aerotimpánica de tal manera que la salida del dispositivo de emisión acústica a una frecuencia media-baja es mayor que su salida a una frecuencia media-alta.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la onda sonora de conducción aerotimpánica incluye una porción de frecuencia media del rango de frecuencia objetivo; la onda sonora de conducción ósea incluye una porción de baja frecuencia y una porción de frecuencia media del rango de frecuencia objetivo; y la onda sonora de conducción ósea cubre un rango de frecuencia más amplio que la onda sonora de conducción aerotimpánica.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la onda sonora de conducción aerotimpánica incluye una porción de frecuencia media y una porción de alta frecuencia en el rango de frecuencia objetivo; la onda sonora de conducción ósea incluye una porción de frecuencia media del rango de frecuencia objetivo; y la onda sonora de conducción aerotimpánica cubre un rango de frecuencia más amplio que la onda sonora de conducción ósea.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la onda sonora de conducción aerotimpánica y la onda sonora de conducción ósea incluyen una onda sonora de frecuencia de silenciamiento común.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el altavoz de vibración se acopla al altavoz de conducción aerotimpánica a través de una estructura mecánica; y la onda sonora de conducción ósea se introduce en el altavoz de conducción aerotimpánica al menos en parte como una señal de entrada.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el dispositivo de emisión acústica comprende además un módulo de procesamiento de señales configurado para generar una señal de control, en donde el altavoz de vibración incluye una instalación de vibración conectada eléctricamente al módulo de procesamiento de señales para recibir la señal de control y generar la onda sonora de conducción ósea en base a la señal de control, y el altavoz de conducción aerotimpánica incluye una carcasa acoplada a la instalación de vibración para generar la onda sonora de conducción aerotimpánica en base a la onda sonora de conducción ósea.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la carcasa se acopla a la instalación de vibración a través de una conexión rígida.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la carcasa se acopla a la instalación de vibración a través de un miembro elástico.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la carcasa incluye una abertura acústica a través de la cual la onda sonora de conducción aerotimpánica se emite desde el interior de la carcasa hacia el exterior de la carcasa.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el altavoz de conducción aerotimpánica incluye una malla de sintonización que cubre la abertura acústica para ajustar la frecuencia de la onda sonora de conducción aerotimpánica.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el dispositivo de emisión acústica es un auricular.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la abertura acústica se orienta para alejarse de la sien de un usuario cuando el usuario porta el dispositivo de emisión acústica en la sien.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la abertura acústica se orienta hacia el canal auditivo externo de un usuario cuando el dispositivo de emisión acústica se porta por el usuario en la sien del mismo.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la abertura acústica se orienta hacia el lado posterior del oído de un usuario cuando el usuario porta el dispositivo de emisión acústica en una sien del mismo.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la abertura acústica se orienta hacia una porción superior de la cabeza de un usuario cuando el usuario porta el dispositivo de emisión acústica en la sien del mismo.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el dispositivo de emisión acústica comprende además un módulo de procesamiento de señales configurado para generar una señal de control, en donde el altavoz de vibración incluye una instalación de vibración conectada eléctricamente al módulo de procesamiento de señales para recibir la señal de control, y generar la onda sonora de conducción ósea en base a la señal de control, y el altavoz de conducción aerotimpánica incluye una carcasa acoplada a la instalación de vibración para generar la onda sonora de conducción aerotimpánica bajo el accionamiento de la instalación de vibración.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la instalación de vibración incluye: un sistema de circuito magnético configurado para generar un primer campo magnético; una placa vibratoria conectada a la carcasa; y una bobina conectada a la placa vibratoria y conectada eléctricamente al módulo de procesamiento de señales para recibir la señal de control y generar un segundo campo magnético en base a la señal de control, y el primer campo magnético interactuando con el segundo campo magnético para hacer que la placa vibratoria genere la onda sonora de conducción ósea.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el altavoz de conducción aerotimpánica incluye además una membrana conectada al sistema de circuito magnético y la carcasa, y el primer campo magnético interactúa con el segundo campo magnético para hacer que la membrana genere la onda sonora de conducción aerotimpánica.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la placa

vibratoria y la carcasa definen una cavidad, y el sistema de circuito magnético y la membrana se disponen dentro de la cavidad.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la carcasa incluye un orificio de sintonización, el altavoz de conducción aerotimpánica incluye una malla de sintonización y la malla de sintonización cubre el orificio de sintonización.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la placa vibratoria incluye una abertura acústica a través de la cual la onda sonora de conducción aerotimpánica se emite desde el interior de la carcasa hacia el exterior de la carcasa.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el altavoz de conducción aerotimpánica incluye una malla de sintonización que cubre la abertura acústica.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la carcasa incluye una abertura acústica a través de la cual la onda sonora de conducción aerotimpánica se emite desde el interior de la carcasa hacia el exterior de la carcasa.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el altavoz de conducción aerotimpánica incluye una malla de sintonización que cubre la abertura acústica.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el sistema de circuito magnético se conecta a la carcasa a través de un primer miembro elástico.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el sistema de circuito magnético se conecta a la placa vibratoria a través de un primer miembro elástico; y la placa vibratoria se conecta a la carcasa a través de un segundo miembro elástico.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la instalación de vibración incluye: un sistema de circuito magnético configurado para generar un primer campo magnético; y una placa vibratoria conectada a la carcasa a través de un miembro elástico; el altavoz de conducción aerotimpánica incluye además: una membrana conectada a la carcasa; y una bobina conectada a la membrana y conectada eléctricamente al módulo de procesamiento de señales para recibir la señal de control y generar un segundo campo magnético en base a la señal de control, interactuando el primer campo magnético con el segundo campo magnético para hacer que la placa vibratoria genere la onda sonora de conducción ósea y hacer que la

membrana genere la onda sonora de conducción aerotimpánica.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el altavoz de conducción aerotimpánica incluye un tubo acústico, y el tubo acústico se comunica con la abertura acústica.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el tubo acústico se configura de tal manera que una fase de la onda sonora de conducción aerotimpánica es opuesta a una fase de una fuga de sonido de la placa vibratoria.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la carcasa incluye un orificio de sintonización, el altavoz de conducción aerotimpánica incluye un tubo acústico y el tubo acústico se comunica con el orificio de sintonización.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la carcasa incluye un orificio de sintonización, y el altavoz de conducción aerotimpánica incluye una membrana pasiva conectada dentro del orificio de sintonización y configurada para vibrar bajo el accionamiento de la onda sonora de conducción aerotimpánica para generar la onda sonora de conducción aerotimpánica.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el módulo de procesamiento de señales incluye: un circuito de procesamiento de señales de conducción ósea configurado para generar una señal de control de conducción ósea; un circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica configurado para generar una señal de control de conducción aerotimpánica; incluyendo el altavoz de vibración: una primera instalación de vibración conectada eléctricamente al circuito de procesamiento de señales de conducción ósea para recibir la señal de control de conducción ósea y generar la onda sonora de conducción ósea en base a la señal de control de conducción ósea; incluyendo el altavoz de conducción aerotimpánica: una segunda instalación de vibración conectada eléctricamente al circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica para recibir la señal de control de conducción aerotimpánica y generar la onda sonora de conducción aerotimpánica en base a la señal de control de conducción aerotimpánica.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la primera instalación de vibración incluye: un sistema de circuito magnético configurado para generar un primer campo magnético; una placa vibratoria conectada a la carcasa a través de un miembro elástico; y una primera bobina conectada a la placa vibratoria y conectada eléctricamente al circuito de procesamiento de señales de

conducción ósea para recibir la señal de control de conducción ósea y generar un segundo campo magnético en base a la señal de control de conducción ósea, interactuando el primer campo magnético con el segundo campo magnético para hacer que la placa vibratoria genere la onda sonora de conducción ósea; incluyendo la segunda instalación de vibración: una membrana conectada a la carcasa; una segunda bobina conectada a la membrana y conectada eléctricamente al circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica para recibir la señal de control de conducción aerotimpánica y generar un tercer campo magnético en base a la señal de control de conducción aerotimpánica, interactuando el primer campo magnético con el tercer campo magnético para hacer que la membrana genere la onda sonora de conducción aerotimpánica.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el sistema de circuito magnético se conecta a la carcasa a través de un miembro elástico.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la carcasa incluye una abertura acústica y un orificio de sintonización; el altavoz de conducción aerotimpánica incluye una primera malla de sintonización y una segunda malla de sintonización; la primera malla de sintonización cubre la abertura acústica y la segunda malla de sintonización cubre el orificio de sintonización.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el circuito de procesamiento de señales de conducción ósea incluye un módulo de procesamiento de señales de frecuencia completa configurado para generar una señal de salida de conducción ósea en base a una señal de onda sonora inicial; el circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica incluye: un módulo divisor de frecuencia configurado para descomponer la señal de sonido inicial en un componente de señal de alta frecuencia y un componente de señal de baja frecuencia; un módulo de procesamiento de señales de alta frecuencia acoplado al módulo divisor de frecuencia y configurado para generar una señal de salida de alta frecuencia en base al componente de señal de alta frecuencia; y un módulo de procesamiento de señales de baja frecuencia acoplado al módulo divisor de frecuencia y configurado para generar una señal de salida de baja frecuencia en base al componente de señal de baja frecuencia.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el circuito de procesamiento de señales de conducción ósea incluye un primer amplificador de potencia configurado para amplificar la señal de salida de conducción ósea a la señal de control de conducción ósea; el circuito de procesamiento de señales de

conducción aerotimpánica incluye: un segundo amplificador de potencia configurado para amplificar la señal de salida de alta frecuencia en una señal de control de conducción aerotimpánica de alta frecuencia; y un tercer amplificador de potencia configurado para amplificar la señal de salida de baja frecuencia en una señal de control de conducción aerotimpánica de baja frecuencia.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el altavoz de conducción aerotimpánica incluye: un altavoz de conducción aerotimpánica de alta frecuencia configurado para generar una onda sonora de conducción aerotimpánica de alta frecuencia en base a la señal de control de alta frecuencia; y un altavoz de conducción aerotimpánica de baja frecuencia configurado para generar una onda sonora de conducción aerotimpánica de baja frecuencia en base a la señal de control de baja frecuencia.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica incluye un módulo de síntesis de señales acoplado al módulo de procesamiento de señales de alta frecuencia y al módulo de procesamiento de señales de baja frecuencia, y configurado para sintetizar la señal de salida de alta frecuencia y la señal de salida de baja frecuencia a una señal de salida de conducción aerotimpánica.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el circuito de procesamiento de señales de conducción ósea incluye un primer amplificador de potencia configurado para amplificar la señal de salida de conducción ósea a la señal de control de conducción ósea; y el circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica incluye un segundo amplificador de potencia configurado para amplificar la señal de salida de conducción aerotimpánica a la señal de control de conducción aerotimpánica.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el módulo de procesamiento de señales incluye además: un micrófono configurado para recoger una señal de ruido ambiental; un módulo de procesamiento de señales de ruido acoplado al micrófono y al circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica, y configurado para realizar la reducción de ruido para la señal de salida de conducción aerotimpánica en base a la señal de ruido ambiental.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el módulo de procesamiento de señales incluye además: un primer micrófono configurado para recoger una señal de ruido ambiental; un módulo de procesamiento de señales de ruido acoplado al primer micrófono y configurado para generar una señal de

reducción de ruido en base a la señal de ruido ambiental; y un cuarto amplificador de potencia acoplado al módulo de procesamiento de señales de ruido y configurado para amplificar la señal de reducción de ruido; incluyendo además el altavoz de conducción aerotimpánica: un altavoz de conducción aerotimpánica auxiliar acoplado al cuarto amplificador de potencia, y configurado para emitir una onda sonora de conducción aerotimpánica en base a la señal de reducción de ruido amplificada.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el módulo de procesamiento de señales incluye además: un micrófono configurado para recoger una señal de sonido de un área en donde va a reducirse el ruido y generar una señal de error en base a la señal de sonido; y un módulo de procesamiento de señales de ruido acoplado al micrófono y al circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica, y configurado para generar una señal de retroalimentación en base a la señal de error, realizando la señal de retroalimentación la reducción de ruido con la señal de salida de conducción aerotimpánica.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el módulo de procesamiento de señales incluye además: un segundo micrófono configurado para recoger una señal de sonido de un área en donde va a reducirse el ruido y generar una señal de error en base a la señal de sonido; un módulo de retroalimentación de señal de ruido acoplado al segundo micrófono y al módulo de procesamiento de señales de ruido, y configurado para generar una señal de retroalimentación en base a la señal de error, en donde el módulo de procesamiento de señales de ruido se configura para generar una señal de reducción de ruido de acuerdo con la señal de ruido ambiental y la señal de retroalimentación.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el módulo de procesamiento de señales incluye además: un módulo de descomposición en sub-bandas configurado para descomponer una señal de sonido inicial en una pluralidad de componentes de señal, estando la pluralidad de componentes de señal ubicada respectivamente en diferentes sub-bandas; un módulo de procesamiento de señales de vibración configurado para generar una pluralidad de señales de salida de conducción ósea de acuerdo con la pluralidad de componentes de señal, estando la pluralidad de señales de salida de conducción ósea respectivamente ubicadas en diferentes bandas de frecuencia; un módulo de procesamiento de señales de sonido configurado para generar una pluralidad de señales de salida de conducción aerotimpánica de acuerdo con la pluralidad de componentes de señal, estando la

pluralidad de señales de salida de conducción aerotimpánica ubicada respectivamente en diferentes bandas de frecuencia; una pluralidad de primeros amplificadores de potencia acoplados al módulo de procesamiento de señales de vibración y configurados para amplificar respectivamente la pluralidad de señales de salida de conducción ósea en señales de control de conducción ósea de bandas de frecuencia correspondientes; y una pluralidad de segundos amplificadores de potencia acoplados al módulo de procesamiento de señales de sonido y configurados para amplificar respectivamente la pluralidad de señales de salida de conducción aerotimpánica en señales de control de conducción aerotimpánica de bandas de frecuencia correspondientes.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el dispositivo de emisión acústica comprende además una pluralidad de altavoces de vibración acoplados a la pluralidad de primeros amplificadores de potencia en una correspondencia biunívoca y generando respectivamente ondas sonoras de conducción ósea de bandas de frecuencia correspondientes en base a las señales de control de conducción ósea de bandas de frecuencia correspondientes; y una pluralidad de altavoces de conducción aerotimpánica acoplados a la pluralidad de segundos amplificadores de potencia en una correspondencia biunívoca y generando respectivamente ondas sonoras de conducción aerotimpánica de bandas de frecuencia correspondientes en base a las señales de control de conducción aerotimpánica de bandas de frecuencia correspondientes.

Otro aspecto de la presente solicitud proporciona un dispositivo de emisión acústica, que comprende: un módulo de procesamiento de señales configurado para generar una señal de control; una carcasa; un sistema de circuito magnético configurado para generar un primer campo magnético; una placa vibratoria conectada a la carcasa; una bobina conectada a la placa vibratoria y conectada eléctricamente al módulo de procesamiento de señales para recibir la señal de control y generar un segundo campo magnético en base a la señal de control, interactuando el primer campo magnético con el segundo campo magnético para hacer que la placa vibratoria genere una onda sonora de conducción ósea; y una membrana conectada al sistema de circuito magnético y a la carcasa, interactuando el primer campo magnético con el segundo campo magnético para hacer que la membrana genere una onda sonora de conducción aerotimpánica.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la placa vibratoria y la carcasa definen una cavidad, y el sistema de circuito magnético y

la membrana se ubican dentro de la cavidad.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la carcasa incluye una abertura acústica y un orificio de sintonización; el dispositivo de emisión acústica incluye una primera malla de sintonización y una segunda malla de sintonización; la primera malla de sintonización cubre la abertura acústica; y la segunda malla de sintonización cubre el orificio de sintonización.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el dispositivo de emisión acústica comprende además un miembro elástico para conectar el sistema de circuito magnético a la carcasa.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el dispositivo de emisión acústica comprende además un primer miembro elástico para conectar el sistema de circuito magnético a la placa vibratoria; y un segundo miembro elástico para conectar la placa vibratoria a la carcasa.

Otro aspecto de la presente solicitud proporciona un dispositivo de emisión acústica, que comprende: un módulo de procesamiento de señales configurado para generar una señal de control; una carcasa; un sistema de circuito magnético configurado para generar un primer campo magnético; una placa vibratoria conectada al sistema de circuito magnético; una membrana conectada a la carcasa; y una bobina conectada a la membrana y conectada eléctricamente al módulo de procesamiento de señales para recibir la señal de control y generar un segundo campo magnético en base a la señal de control, interactuando el primer campo magnético con el segundo campo magnético para hacer que la placa vibratoria genere una onda sonora de conducción ósea y hacer que la membrana genere una onda sonora de conducción aerotimpánica.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la placa vibratoria y la carcasa definen una cavidad, y el sistema de circuito magnético, la membrana y la bobina se ubican dentro de la cavidad.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la carcasa incluye una abertura acústica y un orificio de sintonización, el dispositivo de emisión acústica incluye una primera malla de sintonización y una segunda malla de sintonización, la primera malla de sintonización cubre la abertura acústica y la segunda malla de sintonización cubre el orificio de sintonización.

Aún otro aspecto de la presente solicitud proporciona un dispositivo de emisión acústica, que comprende: un módulo de procesamiento de señales de conducción ósea configurado para generar una señal de control de conducción ósea;

un módulo de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica configurado para generar una señal de control de conducción aerotimpánica; una carcasa; un sistema de circuito magnético configurado para generar un primer campo magnético; una placa vibratoria conectada a la carcasa; una primera bobina conectada a la placa vibratoria y conectada eléctricamente al módulo de procesamiento de señales de conducción ósea para recibir la señal de control de conducción ósea y generar un segundo campo magnético en base a la señal de control de conducción ósea, interactuando el primer campo magnético con el segundo campo magnético para hacer que la placa vibratoria genere una onda sonora de conducción ósea; una membrana conectada a la carcasa; y una segunda bobina conectada a la membrana y conectada eléctricamente al módulo de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica para recibir la señal de control de conducción aerotimpánica y generar un tercer campo magnético en base a la señal de control de conducción aerotimpánica, interactuando el primer campo magnético con el tercer campo magnético para hacer que la membrana genere una onda sonora de conducción aerotimpánica.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la placa vibratoria y la carcasa definen una cavidad, y el sistema de circuito magnético, la membrana y la segunda bobina se ubican dentro de la cavidad.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, la carcasa incluye una abertura acústica y un orificio de sintonización, el dispositivo de emisión acústica incluye una primera malla de sintonización y una segunda malla de sintonización, la primera malla de sintonización cubre la abertura acústica y la segunda malla de sintonización cubre el orificio de sintonización.

De acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud, el dispositivo de emisión acústica comprende además un miembro elástico para conectar el sistema de circuito magnético a la carcasa.

El dispositivo de emisión acústica de la presente solicitud puede mejorar la calidad del sonido, resolver el problema de la fuga externa de sonido y mejorar la experiencia del usuario.

Breve Descripción de las Figuras

La presente solicitud puede entenderse mejor haciendo referencia a la descripción dada a continuación junto con los dibujos adjuntos. Se utilizan números de referencia iguales o similares para representar componentes iguales o similares.

La Figura 1 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 2 muestra otro diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 3 muestra otro diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 4 muestra otro diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 5 muestra otro diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 6 muestra otro diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 7 muestra otro diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 8 muestra otro diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 9 muestra otro diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 10 muestra un diagrama esquemático de un sistema resonante proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 11 muestra un diagrama esquemático de la misma fuerza impulsora que acciona dos sistemas resonantes.

La Figura 12 muestra las características de amplitud-frecuencia de dos sistemas resonantes diferentes accionados por la misma fuerza impulsora.

La Figura 13 muestra las características de fase-frecuencia de dos sistemas resonantes diferentes accionados por la misma fuerza impulsora.

La Figura 14 muestra un diagrama esquemático de un par de fuerzas impulsoras opuestas que accionan dos sistemas resonantes.

La Figura 15 muestra las características de amplitud-frecuencia de dos sistemas resonantes diferentes accionados por la misma fuerza impulsora.

La Figura 16 muestra las características de fase-frecuencia de dos sistemas resonantes diferentes accionados por la misma fuerza impulsora.

La Figura 17 muestra un diagrama esquemático de diferentes fuerzas impulsoras que accionan dos sistemas resonantes.

La Figura 18 muestra las características de amplitud-frecuencia de dos sistemas resonantes diferentes accionados por la misma fuerza impulsora.

La Figura 19 muestra las características de amplitud-frecuencia de dos sistemas resonantes diferentes accionados por la misma fuerza impulsora.

La Figura 20 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 21 muestra las características de amplitud-frecuencia de las ondas sonoras de conducción ósea y las ondas sonoras de conducción aerotimpánica proporcionadas de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 22 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 23 es una vista esquemática que muestra diferentes posiciones de la abertura acústica.

La Figura 24 muestra las características de amplitud-frecuencia de las ondas sonoras de conducción aerotimpánica en diferentes posiciones de la abertura acústica.

La Figura 25 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 26 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 27 muestra las características de amplitud-frecuencia de las ondas sonoras de conducción ósea y las ondas sonoras de conducción aerotimpánica.

La Figura 28 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión

acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 29 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 30 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 31 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 32 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 33 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 34 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 35 muestra las características de amplitud-frecuencia de un dispositivo de emisión acústica de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 36 muestra las características de amplitud-frecuencia de un dispositivo de emisión acústica de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 37 muestra las características de amplitud-frecuencia de un dispositivo de emisión acústica de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 38 muestra las características de amplitud-frecuencia de un dispositivo de emisión acústica de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 39 muestra las características de amplitud-frecuencia de los sonidos de un módulo de emisión acústica proporcionado en diferentes posiciones del cabezal de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 40 muestra las características de amplitud-frecuencia de la fuga de sonido de un módulo de emisión acústica de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 41 muestra las características de amplitud-frecuencia de la fuga de sonido de un módulo de salida de vibraciones de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 42 es un diagrama esquemático que muestra la relación posicional de dos fuentes de sonido dipolares de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 43 muestra las características de amplitud-frecuencia de dos fuentes de sonido dipolares de diferentes distancias de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 44 es un diagrama esquemático que muestra la relación posicional de dos fuentes de sonido dipolares de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 45 muestra las características normales de amplitud-frecuencia de dos fuentes de sonido dipolares con diferentes relaciones de amplitud de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 46 muestra las características de amplitud-frecuencia axiales de dos fuentes de sonido dipolares en diferentes relaciones de amplitud de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 47 es un diagrama esquemático que muestra la relación posicional de dos fuentes de sonido monopolares de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 48 muestra las características de amplitud-frecuencia de dos fuentes de sonido monopolares en diferentes diferencias de fase de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 49 es un diagrama esquemático que muestra la relación posicional de dos fuentes de sonido dipolares de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 50 muestra una relación entre un ángulo normal y la amplitud de dos fuentes de sonido dipolares a diferentes frecuencias de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 51 muestra una relación entre un ángulo axial y la amplitud de dos fuentes de sonido dipolares a diferentes frecuencias de acuerdo con algunas

modalidades de la presente solicitud.

La Figura 52 es un diagrama esquemático que muestra la relación posicional de cinco fuentes de sonido monopolares de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 53 muestra las distribuciones de amplitud de cinco fuentes de sonido monopolares a diferentes frecuencias de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 54 es un diagrama esquemático que muestra la relación posicional de cinco fuentes de sonido monopolares de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 55 muestra las distribuciones de amplitud de cinco fuentes de sonido monopolares en diferentes diferencias de fase de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 56 es un diagrama esquemático que muestra la relación posicional de cinco fuentes de sonido monopolares de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 57 muestra las distribuciones de amplitud de cinco fuentes de sonido monopolares en diferentes relaciones de amplitud de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 58 muestra varias combinaciones de ondas sonoras de conducción ósea y ondas sonoras de conducción aerotimpánica proporcionadas de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 59 muestra las posiciones de un altavoz de vibración y un altavoz de conducción aerotimpánica en la cabeza de un usuario de acuerdo con alguna modalidad de la presente solicitud.

La Figura 60 muestra las características de amplitud-frecuencia de la fuga de sonido de un altavoz de vibración de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La Figura 61 muestra las características de amplitud-frecuencia de la fuga de sonido de un altavoz de vibración proporcionado a diferentes potencias de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

Los expertos en la materia deben comprender que los elementos en las figuras solo se muestran por simplicidad y claridad, y no necesariamente se encuentran dibujados a escala.

Descripción Detallada de las Figuras y las Modalidades Actualmente Preferidas

Las modalidades específicas de la presente solicitud se describirán con más detalle a continuación con referencia a los dibujos y modalidades adjuntos. Las siguientes modalidades pretenden ilustrar la aplicación, pero no pretenden limitar el alcance de la presente solicitud.

A continuación se describirán modalidades ejemplares de la presente solicitud con referencia a los dibujos adjuntos. En aras de la claridad y la concisión, no se describen todas las características de una modalidad real en la siguiente descripción. Además, también se debe tener en cuenta que, para evitar oscurecer la presente solicitud con detalles innecesarios, solo se muestran en los dibujos la estructura del dispositivo y/o las etapas de procesamiento estrechamente relacionadas a las soluciones de acuerdo con la presente solicitud, y se omitirán otros detalles que tengan poca relación con la presente solicitud.

En vista de lo anterior, los expertos en la materia entenderán que, aunque no se establece explícitamente en la presente, los expertos en la materia comprenderán que la presente solicitud se destina a cubrir varios cambios, mejoras y modificaciones de las modalidades. Estos cambios, modificaciones y mejoras se destinan a realizarse por la presente exposición y se encuentran dentro del espíritu y alcance de las modalidades ejemplares de la presente exposición.

Se entenderá que el término “y/o” utilizado en la presente incluye cualquiera o todas las combinaciones de uno o más de los elementos listados asociados. Se entenderá que cuando un elemento se denomina “conectado” o “acoplado” a otro elemento, puede estar directamente conectado o acoplado al otro elemento o a través de un elemento intermedio.

De manera similar, cuando se dice que un elemento tal como una capa, una región o un sustrato se encuentra “sobre” otro elemento, puede estar directamente sobre el otro elemento o puede estar presente un elemento intermedio entre ellos. Por el contrario, el término “directamente” significa que no existe ningún elemento intermedio. También debe entenderse que los términos “comprende”, “que comprende”, “incluye” y “que incluye”, cuando se utilizan en la presente, indican la existencia de las características, números enteros, etapas, operaciones, componentes y/o componentes listados pero no se excluye la presencia o adición de una o más características, números enteros, etapas, operaciones, componentes, componentes y/o combinaciones de los mismos.

También debe entenderse que, aunque los términos primero, segundo, tercero,

etc., pueden utilizarse en la presente para describir varios elementos, estos elementos no deben limitarse por estos términos. Estos términos solo se utilizan para distinguir un elemento de otro. Por lo tanto, un primer elemento en algunas modalidades puede denominarse un segundo elemento en otras modalidades sin apartarse de las enseñanzas de la presente invención. Se utilizarán los mismos números de referencia o los mismos numerales de referencia en toda la especificación.

Además, las modalidades ejemplares se describen haciendo referencia a una ilustración en sección transversal y/o una ilustración plana como una ilustración ejemplar idealizada. Por lo tanto, pueden preverse diferencias con respecto a las formas ilustradas debido, por ejemplo, a técnicas de fabricación y/o tolerancias. Por lo tanto, las modalidades ejemplares no deben interpretarse como limitadas a las formas de las regiones ilustradas en la presente, sino que deben incluir variaciones en las formas resultantes, por ejemplo, de la fabricación. Por ejemplo, una región grabada ilustrada como un rectángulo normalmente tendrá características redondeadas o curvas. Las regiones ilustradas en las figuras, por lo tanto, no pretenden ilustrar la forma real de la región del dispositivo o el alcance de las modalidades ejemplares.

La Figura 1 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. El dispositivo de emisión acústica 1 puede incluir un módulo de procesamiento de señales 2 y un módulo de salida 3.

El módulo de procesamiento de señales 2 puede configurarse para recibir una señal de sonido inicial desde una fuente de señal, procesar la señal de sonido inicial y después emitir una señal de control correspondiente. La señal de sonido inicial puede ser cualquier señal de sonido analógica adquirida directamente del ambiente externo, por ejemplo, una señal analógica (señal electrónica o señal de radio) obtenida mediante la adquisición directa de cualquier vibración mecánica perceptible de conducción aerotimpánica u ósea. Puede ser cualquier señal digital o analógica (señal electrónica o señal de radio) convertida a partir de una señal de sonido importada desde un dispositivo externo. El módulo de salida 3 puede configurarse para emitir una onda sonora de conducción ósea y/o una onda sonora de conducción aerotimpánica correspondiente de acuerdo con la señal de control emitida por el módulo de procesamiento de señales 2. En la presente solicitud, una onda sonora de conducción ósea se refiere a una onda sonora que se transmite

al oído por vibración mecánica a través del hueso, y la onda sonora de conducción aerotimpánica se refiere a una onda sonora que se transmite al oído por vibración mecánica a través del aire. La baja frecuencia puede referirse a una banda de frecuencia de sustancialmente 20 Hz a 150 Hz, la frecuencia media puede referirse a una banda de frecuencia de sustancialmente 150 Hz a 5 kHz, la banda de alta frecuencia puede referirse a una banda de frecuencia de sustancialmente 5 kHz a 20 kHz, la frecuencia baja-media puede referirse a una banda de frecuencia de sustancialmente 150 Hz a 500 Hz, y la frecuencia media-alta puede referirse a una banda de frecuencia de sustancialmente 500 Hz a 5 kHz. Un experto en la materia apreciará que la distinción de las bandas de frecuencia descritas en lo anterior se proporciona únicamente como ejemplo de un rango general. La definición de las bandas de frecuencia anteriores puede cambiar en diferentes industrias, diferentes escenarios de aplicación y diferentes estándares de clasificación. Por ejemplo, en otros escenarios de aplicación, la baja frecuencia se refiere a una banda de frecuencia de sustancialmente de 20 Hz a 80 Hz, la frecuencia media-baja puede referirse a una banda de frecuencia sustancialmente entre 80 Hz y 160 Hz, la frecuencia media puede referirse a una banda de frecuencia de sustancialmente 160 Hz a 1280 Hz, la frecuencia media-alta puede referirse a una banda de frecuencia de sustancialmente 1280 Hz a 2560 Hz, y la banda de alta frecuencia puede referirse a una banda de frecuencia de sustancialmente 2560 Hz a 20 kHz.

El módulo de salida 3 puede incluir además un altavoz de vibración 31 y un altavoz de conducción aerotimpánica 32. El altavoz de conducción aerotimpánica 32 puede referirse a un altavoz que emite una onda sonora de conducción aerotimpánica, mientras que el altavoz de vibración 31 puede referirse a un altavoz que emite una onda sonora conducida por un medio sólido (e.g., una onda sonora de conducción ósea). El altavoz de vibración 31 puede acoplarse al módulo de procesamiento de señales 2 y configurarse para generar una onda sonora de conducción ósea de acuerdo con una señal de control. El altavoz de conducción aerotimpánica 32 puede acoplarse al módulo de procesamiento de señales 2 y configurarse para generar una onda sonora de conducción aerotimpánica de acuerdo con una señal de control. El altavoz de vibración 31 y el altavoz de conducción aerotimpánica 32 pueden ser dos dispositivos funcionales separados o pueden ser partes de un solo dispositivo capaz de implementar múltiples funciones. En algunas modalidades, el módulo de procesamiento de señales 2 puede integrarse o formarse integralmente con el altavoz de vibración 31 y el altavoz de conducción

aerotimpánica 32.

La Figura 2 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La modalidad mostrada en la Figura 2 es similar a la mostrada en la Figura 1, con las siguientes diferencias.

El módulo de procesamiento de señales 2 puede incluir además un circuito de procesamiento de señales de conducción ósea 21 y un circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica 22. En la presente, la señal de conducción aerotimpánica puede referirse a señales relacionadas con y/o resultantes de la emisión de la onda sonora de conducción aerotimpánica; y la señal de conducción ósea puede referirse a señales eléctricas relacionadas y/o resultantes de la emisión de la onda sonora de conducción ósea. El circuito de procesamiento de señales de conducción ósea 21 puede configurarse para recibir una señal de sonido inicial desde la fuente de señal, procesar la señal de sonido inicial y emitir una señal de control de conducción ósea correspondiente. El circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica 22 puede configurarse para recibir una señal de sonido inicial desde la fuente de señal, procesar la señal de sonido inicial y emitir una señal de control de conducción aerotimpánica correspondiente. En la presente, la señal de control de conducción aerotimpánica puede referirse a una señal eléctrica que controla la generación y salida de la onda sonora de conducción aerotimpánica; y la señal de control de conducción ósea puede referirse a una señal eléctrica que controla la generación y emisión de la onda sonora de conducción ósea.

El módulo de emisión 3 puede incluir además un altavoz de vibración 31 y un altavoz de conducción aerotimpánica 32. El altavoz de vibración 31 puede acoplarse a la señal del circuito de procesamiento de señales de conducción ósea 21 y configurarse para generar una onda sonora de conducción ósea de acuerdo con a la señal de control de conducción ósea. El altavoz de conducción aerotimpánica 32 puede acoplarse al circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica 22 y configurarse para generar una onda sonora de conducción aerotimpánica de acuerdo con la señal de control de conducción aerotimpánica. En algunas modalidades, el circuito de procesamiento de señales de conducción ósea 21 puede integrarse o formarse integralmente con el altavoz de vibración 31. En algunas modalidades, el circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica 22 puede integrarse o formarse integralmente con el altavoz de

conducción aerotimpánica 32.

Para ajustar las características de emisión (tal como frecuencia, fase, amplitud, etc.) de la onda sonora de conducción ósea y de la onda sonora de conducción aerotimpánica, las señales de control correspondientes pueden procesarse en el módulo de procesamiento de señales 2 de tal manera que las ondas sonoras de conducción aerotimpánica y las ondas sonoras de conducción ósea contengan, respectivamente, ciertos componentes de frecuencia específicos. También es posible disponer y optimizar las estructuras del componente o la disposición de los componentes en el módulo de emisión 3 para permitir que las ondas sonoras de conducción aerotimpánica y las ondas sonoras de conducción ósea contengan respectivamente ciertos componentes de frecuencia específicos.

En el caso de que el módulo de procesamiento de señales 2 se ajuste para cambiar las propiedades de la onda sonora de emisión, puede proporcionarse una pluralidad de filtros/bancos de filtros para procesar las señales de entrada a señales de emisión que contienen diferentes componentes de frecuencia, que después se emiten al módulo de emisión correspondiente para la emisión acústica (de conducción aerotimpánica) o vibración (de conducción ósea). Los filtros/bancos de filtros pueden incluir, pero no se limitan a, filtros analógicos, filtros digitales, filtros pasivos, filtros activos y lo similar. En algunas modalidades, el control de rango dinámico (DRC) y el procesamiento en el dominio de tiempo, tal como el retardo de tiempo y la reverberación, pueden configurarse para aumentar aún más la riqueza del sonido y mejorar la experiencia del sonido. En algunas modalidades, puede proporcionarse un módulo activo de reducción de fugas de sonido. En algunas modalidades, puede adoptarse un modo sin retroalimentación, es decir, la información del campo de sonido no se retroalimenta a través de un micrófono de referencia, el módulo de emisión 3 puede emitir directamente la onda sonora de fase invertida en una banda de frecuencia específica, que se sobrepondrá con la onda sonora de fuga para anular la onda sonora de fuga. En algunas modalidades, puede adoptarse un modo de retroalimentación, es decir, se coloca un micrófono de referencia en el campo de sonido para obtener información del campo de sonido en esa ubicación para proporcionar retroalimentación al módulo de procesamiento de señales para facilitar el ajuste de la señal de sonido de fase invertida, y finalmente se reduce la presión de sonido de la fuga de sonido. En algunas modalidades, puede proporcionarse un módulo de formación de haces para sintetizar el sonido emitido en un haz de sonido mediante el control de la

amplitud y la fase de las ondas sonoras de las unidades de conducción aerotimpánica o de conducción ósea (el altavoz de vibración 31 y el altavoz de conducción aerotimpánica 32) en el dispositivo de emisión acústica 1. El haz de sonido puede tener forma de abanico con un cierto ángulo de radiación, y puede propagarse en una dirección controlada artificialmente para lograr una directividad correspondiente, obteniendo así un nivel máximo de presión de sonido cerca del oído humano y, al mismo tiempo, el nivel de presión de sonido es relativamente pequeño en otras posiciones en el campo de sonido. Así se reduce la fuga de sonido. En algunas modalidades, el dispositivo de emisión acústica 1 puede utilizar reconstrucción de campo de sonido 3D o técnicas de control de campo de sonido local para reconstruir un campo de sonido estereoscópico ideal, proporcionando así una mejor experiencia inmersiva del campo de sonido.

La Figura 3 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. Como se muestra en esta Figura, el dispositivo de emisión acústica 1 puede incluir un módulo de procesamiento de señales 2, un altavoz de vibración 31 y un altavoz de conducción aerotimpánica 32. El módulo de procesamiento de señales 2 puede incluir un circuito de procesamiento de señales de conducción ósea 21 y un circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica 22. El altavoz de conducción aerotimpánica 32 puede incluir un altavoz de conducción aerotimpánica de alta frecuencia 328 y un altavoz de conducción aerotimpánica de baja frecuencia 329.

El circuito de procesamiento de señales de conducción ósea 21 puede incluir un módulo de procesamiento de señales de frecuencia completa 210. El módulo de procesamiento de señales de frecuencia completa 210 puede configurarse para generar una señal de emisión de conducción ósea en base a una señal de sonido inicial (por ejemplo, una señal adquirida de una fuente de sonido externa o una señal importada de un dispositivo externo). El módulo de procesamiento de señales de frecuencia completa 210 puede incluir un ecualizador 211, un controlador de rango dinámico 212, un procesador de fase 213 y un primer amplificador de potencia 214. El ecualizador 211 puede configurarse para realizar el procesamiento respectivo de ganancia o atenuación en una banda de frecuencia particular para una señal de entrada (por ejemplo, la señal de sonido inicial). El controlador de rango dinámico 212 puede configurarse para comprimir y amplificar una señal de entrada, por ejemplo, para hacer que el sonido sea más suave o más fuerte. El

procesador de fase 213 puede configurarse para ajustar la fase de la señal de entrada. El amplificador de potencia 204 puede configurarse para amplificar la amplitud de la señal de entrada. En algunas modalidades, la señal de sonido inicial puede procesarse por el ecualizador 211, el controlador de rango dinámico 212, el procesador de fase 213 y/o el primer amplificador de potencia 214 para formar la señal de control de conducción ósea para controlar el altavoz de vibración 31 para producir ondas sonoras de conducción ósea.

Un ecualizador es un dispositivo para ajustar frecuencias específicas de sonido. Un controlador de rango dinámico (DRC) es un dispositivo para realizar el control de rango dinámico de una señal, en donde el control de rango dinámico es un ajuste adaptativo del rango dinámico de la señal, y el rango dinámico de una señal es la relación logarítmica de la amplitud de señal máxima a mínima especificada en dB. Puede utilizarse el control de rango dinámico para hacer coincidir el nivel de una señal de audio con su ambiente, a fin de proteger un convertidor AD de una sobrecarga. Un modulador de fase es un procesador de sonido electrónico que se utiliza para filtrar una señal mediante la creación de una serie de picos y valles en el espectro de frecuencia. La posición de los picos y valles de la forma de onda que se afecta normalmente se modula para que varíen con el tiempo, creando un efecto de barrido.

El circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica 22 puede incluir un módulo divisor de frecuencia 221, un módulo de procesamiento de señales de alta frecuencia 222, un módulo de procesamiento de señales de baja frecuencia 223, un segundo amplificador de potencia 224 y un tercer amplificador de potencia 225. El módulo divisor de frecuencia 221 puede configurarse para descomponer la señal inicial de una fuente de sonido en un componente de señal de alta frecuencia y un componente de señal de baja frecuencia. En algunas modalidades, el módulo divisor de frecuencia 221 también puede configurarse para descomponer la señal de sonido inicial en componentes de señal de tres o más bandas de frecuencia diferentes. El módulo de procesamiento de señales de alta frecuencia 222 puede acoplarse al módulo divisor de frecuencia 221 y configurarse para generar una señal de emisión de alta frecuencia en base al componente de la señal de alta frecuencia, amplificándose entonces la señal de emisión de alta frecuencia por el segundo amplificador de potencia 224 para convertirse en una señal de control de alta frecuencia de conducción aerotimpánica para controlar el altavoz de conducción aerotimpánica de alta frecuencia 328 para generar ondas sonoras de alta

frecuencia de conducción aerotimpánica. En algunas modalidades, el módulo de procesamiento de señales de alta frecuencia 222 puede incluir un ecualizador 2221, un controlador de rango dinámico 2222 y un procesador de fase 2223. El módulo de procesamiento de señales de baja frecuencia 223 puede acoplarse al módulo divisor de frecuencia 221 y configurarse para generar una señal de emisión de baja frecuencia en base al componente de señal de baja frecuencia, amplificándose entonces la señal de emisión de baja frecuencia por el tercer amplificador de potencia 225 para convertirse en una señal de control de baja frecuencia de conducción aerotimpánica para controlar el altavoz de baja frecuencia de conducción aerotimpánica 329 para generar ondas sonoras de conducción aerotimpánica de baja frecuencia. En algunas modalidades, el módulo de procesamiento de señales de baja frecuencia 223 puede incluir un ecualizador 2231, un controlador de rango dinámico 2232 y un procesador de fase 2233.

Con el módulo de procesamiento de señales 2 de las modalidades anteriores, la baja frecuencia puede mejorarse y la fuga de alta frecuencia puede reducirse. En algunos dispositivos de sonido binaurales abiertos, tal como los auriculares de conducción ósea, con frecuencia existen problemas de escasez de sonido de baja frecuencia y fuga de sonido de alta frecuencia. Para resolver los problemas anteriores, el dispositivo de emisión acústica 1 puede emplear un dispositivo de emisión de vibración (por ejemplo, un altavoz de vibración) para emitir una vibración de banda de frecuencia completa o un sonido de conducción ósea (o una vibración con baja frecuencia atenuada para reducir la incomodidad de la vibración de baja frecuencia), por lo que las personas pueden escuchar los sonidos a través de la conducción ósea o de otra manera. Al mismo tiempo, el dispositivo de emisión acústica 1 puede emitir una onda sonora de conducción aerotimpánica utilizando un dispositivo de emisión de conducción aerotimpánica (por ejemplo, un altavoz de conducción aerotimpánica). El componente de baja frecuencia de la onda sonora de conducción aerotimpánica puede utilizarse para mejorar la experiencia de sonido de baja frecuencia del usuario, y el componente de alta frecuencia puede utilizarse para reducir la fuga de sonido de alta frecuencia, i.e., la alta frecuencia del componente de onda sonora de conducción aerotimpánica puede servir como onda sonora de frecuencia de silenciamiento para anular al menos parte del componente de alta frecuencia de la onda sonora de conducción ósea. Al mismo tiempo, puede proporcionarse un módulo divisor de frecuencia para dividir la señal de sonido en una señal de alta frecuencia y una señal de baja frecuencia. La

señal de alta frecuencia puede procesarse por el módulo de procesamiento de señales de alta frecuencia para amplitud y fase, de tal manera que tenga la amplitud y la fase capaces de anular la fuga de sonido de alta frecuencia. La señal de baja frecuencia puede procesarse por el módulo de procesamiento de señales de baja frecuencia para amplitud y fase, de tal manera que tenga la amplitud y la fase capaces de mejorar el efecto de sonido de baja frecuencia. Después del procesamiento de la señal, la señal de control de conducción aerotimpánica de alta frecuencia y la señal de control de conducción aerotimpánica de baja frecuencia pueden combinarse para formar una señal de control de conducción aerotimpánica, después de procesarse por el amplificador de potencia, la onda sonora de conducción aerotimpánica puede emitirse por el altavoz de conducción aerotimpánica. Su componente de alta frecuencia puede anular el sonido de fuga generado por el altavoz de vibración y su componente de baja frecuencia puede mejorar el sonido de baja frecuencia.

La Figura 4 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La modalidad mostrada en la Figura 4 es similar a la mostrada en la Figura 3, excepto que en la modalidad mostrada en la Figura 4, el circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica 22 incluye además un módulo de síntesis de señales 226. El módulo de síntesis de señales 226 puede acoplarse al módulo de procesamiento de señales de alta frecuencia 222 y el módulo de procesamiento de señales de baja frecuencia 223, y configurarse para sintetizar la señal de emisión de alta frecuencia y la señal de emisión de baja frecuencia en una señal de emisión de conducción aerotimpánica. La señal de emisión de conducción aerotimpánica puede amplificarse para convertirse en la señal de control de conducción aerotimpánica a través de un quinto amplificador de potencia 228 para controlar el altavoz 32 de conducción aerotimpánica para generar ondas sonoras de conducción aerotimpánica.

La Figura 5 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La modalidad mostrada en la Figura 5 es sustancialmente similar a la mostrada en la Figura 4, excepto que en la modalidad mostrada en la Figura 5, el módulo de procesamiento de señales 2 puede incluir además un módulo de procesamiento de señales de ruido 24 y un primer micrófono 25. El módulo de procesamiento de señales de ruido 24 puede acoplarse al primer micrófono 25 y al

circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica 22. El primer micrófono 25 puede configurarse para adquirir ruido ambiental en una ubicación particular (por ejemplo, cerca de una fuente de señales) y emitir una señal de ruido. El módulo de procesamiento de señales de ruido 24 puede configurarse para recibir la señal de ruido y para realizar la reducción de ruido con la señal de emisión de conducción aerotimpánica en base a la señal de ruido. La señal de control de conducción aerotimpánica con ruido reducido se procesa después a través del amplificador de potencia y después se emite a través del altavoz de conducción aerotimpánica para lograr el efecto técnico de reducción de ruido en una región específica.

La Figura 6 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La modalidad mostrada en la Figura 6 es sustancialmente similar a la mostrada en la Figura 5, excepto que en la modalidad mostrada en la Figura 6, el primer micrófono 25 puede configurarse para recoger la señal de sonido de una región en donde se va a reducir el ruido (por ejemplo, una región cerca del altavoz de conducción aerotimpánica 32), y emitir una señal de error (por ejemplo, para control de ruido). El módulo de procesamiento de señales de ruido 24 puede configurarse para recibir la señal de error y realizar la reducción de ruido con la señal de emisión de conducción aerotimpánica en base a la señal de error para ajustar aún más la señal de sonido de conducción aerotimpánica y lograr el control del ruido para una región particular.

La Figura 7 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La modalidad mostrada en la Figura 7 es sustancialmente similar a la mostrada en la Figura 5, excepto que en la modalidad de la Figura 7, el módulo de procesamiento de señales de ruido 24 no se acopla al circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica 22, sino que se acopla a un cuarto amplificador de potencia independiente 227. La señal de reducción de ruido generada por el módulo de procesamiento de señales de ruido 24 pasa a través del cuarto amplificador de potencia 227 y después puede emitir un sonido de reducción de ruido a través de un altavoz auxiliar separado de conducción aerotimpánica 327, puede interactuar con los sonidos emitidos por otros módulos para el control activo del ruido en una región específica.

La Figura 8 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión

acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La modalidad mostrada en la Figura 8 es sustancialmente similar a la mostrada en la Figura 7, excepto que en la modalidad mostrada en la Figura 8, el módulo de procesamiento de señales 2 puede incluir además un módulo de retroalimentación de señales de ruido 27 y un segundo micrófono 28. El segundo micrófono 28 puede configurarse para adquirir una señal de sonido de una región en donde va a reducirse el ruido (por ejemplo, una región cercana al altavoz 32 de conducción aerotimpánica) y emitir una señal de error (por ejemplo, para control de ruido). El módulo de retroalimentación de señal de ruido 27 puede acoplarse al módulo de procesamiento de señales de ruido 24 y configurarse para recibir la señal de error y generar una señal de retroalimentación en base a la señal de error. El módulo de procesamiento de señales de ruido 24 puede configurarse para generar una señal de reducción de ruido en base a la señal de ruido y a la señal de retroalimentación para realizar la reducción de ruido con la señal de emisión de conducción aerotimpánica. La señal de reducción de ruido puede emitirse por el altavoz auxiliar de conducción aerotimpánica 327 a través del cuarto amplificador de potencia 227 para lograr el control de ruido para una región específica. Por lo tanto, el control de ruido se implementa combinando dos modos de alimentación en avance y retroalimentación.

La Figura 9 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. El módulo de procesamiento de señales 2 puede incluir un módulo de descomposición en sub-bandas 120, un módulo de procesamiento de señales de vibración 121, un módulo de procesamiento de señales de sonido 122, una pluralidad de primeros amplificadores de potencia 123 y una pluralidad de segundos amplificadores de potencia 124. El módulo de descomposición en sub-bandas 120 puede configurarse para descomponer la señal de sonido inicial en una pluralidad de componentes de señal, en donde la pluralidad de componentes de señal se ubica respectivamente en diferentes bandas de frecuencia. El módulo de procesamiento de señales de vibración 121 puede configurarse para generar una pluralidad de señales de emisión de conducción ósea de acuerdo con la pluralidad de componentes de señal, y la pluralidad de señales de emisión de conducción ósea puede ubicarse respectivamente dentro de las diferentes bandas de frecuencia. El módulo de procesamiento de señales de sonido 122 puede configurarse para generar una pluralidad de señales de emisión de conducción aerotimpánica de acuerdo con la

pluralidad de componentes de señal, en donde la pluralidad de señales de emisión de conducción aerotimpánica se ubica respectivamente dentro de las diferentes bandas de frecuencia. Una pluralidad de primeros amplificadores de potencia 123 puede acoplarse al módulo de procesamiento de señales de vibración 121 y configurarse para amplificar respectivamente la pluralidad de señales de emisión de conducción ósea en señales de control de conducción ósea en bandas de frecuencia respectivas. Una pluralidad de segundos amplificadores de potencia 124 puede acoplarse al módulo de procesamiento de señales de sonido 122 y configurarse para amplificar la pluralidad de señales de emisión de conducción aerotimpánica en señales de control de conducción aerotimpánica en bandas de frecuencia respectivas. El dispositivo de emisión acústica 1 puede incluir una pluralidad de altavoces de vibración 31 y una pluralidad de altavoces de conducción aerotimpánica 32. La pluralidad de altavoces de vibración 31 se acopla a la pluralidad de primeros amplificadores de potencia 123 en una correspondencia biunívoca y respectivamente generar ondas sonoras de conducción ósea dentro de las respectivas bandas de frecuencia en base a las señales de control de conducción ósea dentro de las respectivas bandas de frecuencia. La pluralidad de altavoces de conducción aerotimpánica 32 puede acoplarse a la pluralidad de segundos amplificadores de potencia 124 en una correspondencia biunívoca y, respectivamente, generar ondas sonoras de conducción aerotimpánica dentro de las bandas de frecuencia respectivas en base a las señales de control de conducción aerotimpánica dentro de las respectivas bandas de frecuencia.

De acuerdo con las modalidades anteriores, la emisión de vibración y sonido puede procesarse respectivamente para diferentes bandas de frecuencia, y las señales de sub-banda procesadas pueden emitirse a través de altavoces de vibración o módulos de emisión acústica correspondientes a través del amplificador de potencia para lograr el efecto de que la onda sonora de conducción ósea y después la onda sonora de conducción aerotimpánica se emiten en diferentes bandas de frecuencia. En algunas modalidades, las señales de sub-banda procesadas también pueden sintetizarse y después emitirse a través de amplificador(es) de potencia y uno o más altavoces de vibración y altavoces de conducción aerotimpánica correspondientes para lograr el efecto correspondiente.

En una modalidad en donde las características de la onda sonora de emisión pueden cambiarse ajustando el módulo de emisión 3, las estructuras del altavoz de vibración 31 (es decir, el módulo de emisión de vibración) y el altavoz de

conducción aerotimpánica 32 (es decir, el módulo de emisión acústica) puede ajustarse por separado para permitir que las ondas sonoras de conducción ósea (i.e., vibraciones) y las ondas sonoras de conducción aerotimpánica (i.e., sonidos) de emisión contengan componentes de frecuencia específicos.

La Figura 10 muestra un diagrama esquemático de un sistema resonante proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. El sistema resonante puede describirse utilizando un modelo de amortiguamiento de masa-resorte, y un sistema resonante más complejo puede considerarse como sistemas de amortiguamiento de masa-resorte múltiples en una conexión en serie o en paralelo. Como se muestra en la Figura 2, el movimiento del sistema puede describirse mediante la siguiente ecuación diferencial:

$$M\ddot{x} + R\dot{x} + Kx = F$$

en donde, M es la masa del sistema, R es el amortiguamiento del sistema, K es el módulo elástico del sistema, F es la fuerza impulsora y x es el desplazamiento del sistema. Resolviendo la ecuación anterior se obtiene la frecuencia resonante del sistema de la siguiente manera:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{K}{M}}$$

El ancho de banda de frecuencia se calcula en el punto de media potencia y el factor de calidad del sistema Q es:

$$Q = \frac{\sqrt{MK}}{R}$$

En el caso de que exista una pluralidad de sistemas resonantes, las características de vibración (respuesta de amplitud-frecuencia, respuesta de fase-frecuencia, respuesta transitoria, etc.) de los respectivos sistemas resonantes pueden ser iguales o diferentes. Por ejemplo, cada sistema resonante puede accionarse por la misma fuerza impulsora o por diferentes fuerzas impulsoras. En algunas modalidades, el altavoz de vibración 31 o el altavoz de conducción aerotimpánica 32 puede ser un solo sistema resonante o un sistema resonante complejo compuesto por múltiples sistemas resonantes. En una modalidad, el módulo de emisión 3 puede incluir una pluralidad de altavoces de vibración 31 y/o una pluralidad de altavoces de conducción aerotimpánica 32.

La Figura 11 muestra un diagrama esquemático de la misma fuerza impulsora que acciona dos sistemas resonantes. En la presente solicitud, esta figura

corresponde al caso en donde la señal de control del módulo de procesamiento de señales 2 puede generar una fuerza impulsora para activar el altavoz de vibración 31 y el altavoz de conducción aerotimpánica 32 al mismo tiempo, para generar respectivamente una onda sonora de conducción ósea y una onda sonora de conducción aerotimpánica.

Para la conducción ósea, la frecuencia y el ancho de banda pueden cambiarse ajustando los parámetros anteriores. Por ejemplo, al aumentar la masa del sistema resonante, reducir el módulo elástico del sistema (tal como emplear una lengüeta con un módulo de elasticidad más bajo, utilizar un material con un módulo de Young más bajo para la estructura de transmisión de vibraciones, reducir el grosor de la vibración estructura de transmisión, etc.), la frecuencia resonante puede ajustarse a la banda de frecuencia media-baja, de tal manera que la vibración de la banda de frecuencia media-baja pueda emitirse. Por el contrario, al reducir la masa del sistema resonante y aumentar el coeficiente de elasticidad del sistema (tal como emplear una lengüeta con un módulo de elasticidad más alto, utilizar un material con un módulo de Young más alto en la estructura de transmisión de vibraciones, aumentar el grosor de la estructura de transmisión de vibraciones, por ejemplo, agregando estructuras tal como la placa de arista/pieza de arista a la estructura de transmisión de vibración), la frecuencia resonante puede ajustarse a la banda de frecuencia media-alta, de tal manera que la vibración de las bandas de frecuencia media-alta pueda emitirse. Por ejemplo, el factor de calidad del sistema Q puede ajustarse al ajustar el amortiguamiento del sistema, i.e., ajustando el ancho de banda de la vibración de salida. Además, puede proporcionarse un módulo de vibración compuesto que tenga una pluralidad de sistemas de resonancia, en donde cada sistema resonante puede ajustar individualmente su frecuencia resonante y factor de calidad Q. En este caso, la frecuencia central y el ancho de banda de la vibración de salida del módulo de vibración compuesto pueden ajustarse conectando los sistemas de resonancia en serie o en paralelo.

Para las ondas sonoras de conducción aerotimpánica, la frecuencia central también puede ajustarse al ajustar la masa y el módulo elástico del sistema resonante, y el amortiguamiento del sistema puede ajustarse para ajustar el ancho de banda de las ondas sonoras de conducción aerotimpánica emitidas. En algunas modalidades, pueden proporcionarse una o más estructuras de sonido (por ejemplo, una cavidad acústica, un tubo acústico, una abertura acústica, un orificio de

sintonización, una malla de sintonización, un algodón de sintonización, una membrana pasiva y/o combinaciones de los mismos) para ajustar el componente de frecuencia de la onda sonora de conducción aerotimpánica emitida. Por ejemplo, el módulo de elasticidad del sistema puede ajustarse al ajustar el volumen de la cavidad acústica (por ejemplo, si el volumen de la cavidad acústica aumenta, el coeficiente de elasticidad del sistema disminuye; si el volumen de la cavidad acústica disminuye, el coeficiente de elasticidad del sistema aumenta). En algunas modalidades, puede proporcionarse una estructura de tubo acústico o de abertura acústica para ajustar la masa y el amortiguamiento del sistema (por ejemplo, mientras mayor sea la longitud del tubo acústico o la abertura acústica y menor sea el área de la sección transversal del mismo, mayor será masa del sistema y menor será amortiguamiento del sistema, y viceversa). En algunas modalidades, puede colocarse un material acústicamente resistivo (un orificio, malla, algodón de sintonización, etc.) en la trayectoria de la onda sonora de conducción aerotimpánica para ajustar el amortiguamiento del sistema. En algunas modalidades, puede proporcionarse una estructura de membrana pasiva para mejorar la emisión de la banda de baja frecuencia de las ondas sonoras de conducción aerotimpánica. En algunas modalidades, puede proporcionarse una estructura de tubo acústico/apertura de fase inversora para ajustar la fase de la emisión de onda sonora de conducción aerotimpánica mientras se ajusta la banda de amplitud y frecuencia de la emisión de onda sonora de conducción aerotimpánica. En algunas modalidades, puede proporcionarse una matriz de múltiples altavoces de conducción aerotimpánica. En algunas modalidades, la amplitud de emisión, la banda de frecuencia y la fase de cada altavoz de conducción aerotimpánica pueden ajustarse para lograr un campo de sonido con una distribución espacial particular de la emisión de toda la matriz.

Un usuario también puede ajustar las características de emisión de las ondas sonoras de conducción ósea y/o de conducción aerotimpánica ajustando la amplitud, frecuencia y fase de la señal de control. Un usuario también puede ajustar las características de emisión de las ondas sonoras de conducción ósea y/o de conducción aerotimpánica ajustando simultáneamente la señal de control y los parámetros del sistema de resonancia.

La Figura 12 muestra las características de amplitud-frecuencia de dos sistemas resonantes diferentes accionados por la misma fuerza impulsora. La Figura 13 muestra las características de fase-frecuencia de dos sistemas

resonantes diferentes accionados por la misma fuerza impulsora. Como se muestra en las Figuras, el primer sistema resonante y el segundo sistema resonante tienen cada uno frecuencias resonantes diferentes. En correspondencia, las respuestas de fase de los dos sistemas resonantes también son diferentes. En particular, en la banda de frecuencias entre las dos frecuencias resonantes, la diferencia de fase entre los dos sistemas resonantes es de 180 grados, es decir, se encuentran invertidos en fase. En consecuencia, cuando los dos sistemas de resonancia se emiten respectivamente como el altavoz de vibración 31 o el altavoz de conducción aerotimpánica 32, la vibración de los dos sistemas de resonancia se anulará entre sí en esa banda de frecuencia. Como muestra la curva de respuesta de amplitud-frecuencia de la emisión total en las Figuras, existe una pérdida significativa en la banda de frecuencia entre las dos frecuencias resonantes.

La Figura 14 muestra un diagrama esquemático de un par de fuerzas impulsoras opuestas que accionan dos sistemas resonantes. En la presente solicitud, esta Figura corresponde al caso en donde la señal de control del módulo de procesamiento de señales 2 puede generar un par de fuerzas impulsoras opuestas, accionando respectivamente el altavoz vibratorio 31 y el altavoz de conducción aerotimpánica 32 para generar una onda sonora de conducción ósea y una onda sonora de conducción aerotimpánica, respectivamente. Por ejemplo, en la configuración de bobina móvil, un par de fuerza y fuerza de reacción, es decir, la fuerza sobre la bobina y la fuerza sobre el circuito magnético pueden utilizarse como fuerzas impulsoras.

La Figura 15 muestra las características de amplitud-frecuencia de dos sistemas resonantes diferentes accionados por la misma fuerza impulsora. La Figura 16 muestra las características de fase-frecuencia de dos sistemas resonantes diferentes accionados por la misma fuerza impulsora. Como se muestra en las Figuras, el primer sistema resonante y el segundo sistema resonante tienen diferentes frecuencias resonantes y respuestas de fase-frecuencia. En particular, en la banda de frecuencia entre las dos frecuencias resonantes, las fases de los dos sistemas resonantes son las mismas, pero en otras bandas de frecuencia, la diferencia de fase entre los dos es de 180 grados, es decir, se encuentran en fase inversa. Por lo tanto, cuando los dos sistemas de resonancia son respectivamente el altavoz de vibración 31 o el altavoz de conducción aerotimpánica 32, las vibraciones de los dos sistemas de resonancia pueden incrementarse o reducirse en diferentes bandas de frecuencia. Como se muestra en la curva de respuesta de

amplitud-frecuencia de la emisión total en las Figuras, las dos vibraciones aumentan mediante la sobreposición en la banda de frecuencia entre las dos frecuencias de resonancia y se reducen mediante la sobreposición en otras bandas de frecuencia. Especialmente en la banda de baja frecuencia, la anulación es más significativa.

La Figura 17 muestra un diagrama esquemático de diferentes fuerzas impulsoras que accionan dos sistemas resonantes. En la presente solicitud, esta Figura corresponde a un caso en donde el módulo de procesamiento de señales 2 puede incluir un circuito de procesamiento de señales de conducción ósea 21 y un circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica 22, y la señal de control de conducción ósea del circuito de procesamiento de señal de conducción ósea 21 genera una fuerza impulsora para accionar la vibración. El altavoz 31 genera una onda sonora de conducción ósea, y la señal de control de conducción aerotimpánica del circuito 22 de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica genera otra fuerza impulsora para activar el altavoz 32 de conducción aerotimpánica para generar una onda sonora de conducción aerotimpánica. Por ejemplo, en la configuración de bobina móvil, el altavoz de vibración 31 y el altavoz de conducción aerotimpánica 32 pueden accionarse por separado utilizando diferentes bobinas.

En algunas modalidades, un usuario puede lograr varios efectos de emisión ajustando la amplitud a la misma frecuencia de cada señal de control, la amplitud y la fase a diferentes frecuencias. Por ejemplo, la fuerza impulsora puede ajustarse al ajustar la amplitud de la correspondiente señal de control de conducción ósea o la señal de control de conducción aerotimpánica. Por ejemplo, la fuerza impulsora puede tener una característica de amplitud-frecuencia específica mediante el ajuste de la amplitud de la señal de control de conducción ósea correspondiente o la señal de control de conducción aerotimpánica en diferentes bandas de frecuencia, de tal manera que la onda sonora de conducción ósea emitida y la onda sonora de conducción aerotimpanica tendrán características específicas de amplitud-frecuencia. Por ejemplo, la fuerza impulsora puede tener una característica de fase-frecuencia específica ajustando la fase de la señal de control de conducción ósea o la señal de control de conducción aerotimpánica correspondiente en diferentes bandas de frecuencia para que el sonido de conducción ósea emitido y la onda de sonido de conducción aerotimpánica tengan características de fase-frecuencia específicas. A través de los métodos de ajuste

anteriores, la emisión total del sistema puede tener diferentes características de amplitud-frecuencia y fase-frecuencia.

En algunas modalidades, la fuerza impulsora convertida correspondiente a la señal puede ajustarse al ajustar el coeficiente de conversión electromecánico del módulo de emisión respectivo. Por ejemplo, en la configuración de bobina móvil, la intensidad del campo magnético, la impedancia de la bobina, la longitud del cable de la bobina y lo similar pueden ajustarse para ajustar el coeficiente de conversión electromecánico; mientras que en la estructura de imán móvil, el coeficiente de conversión electromecánico puede ajustarse al ajustar la intensidad del campo magnético, la impedancia de la bobina, el número de vueltas de la bobina, la forma de la bobina, la elasticidad del armazón y lo similar.

En algunas modalidades, las características de amplitud y fase de la emisión pueden ajustarse al ajustar la masa, la elasticidad y el amortiguamiento del módulo de vibración mecánica en el módulo de emisión. Por ejemplo, las características de amplitud y fase de la emisión pueden ajustarse al ajustar ciertas estructuras acústicas en el módulo de emisión acústica (tal como la cavidad acústica, el tubo acústico, el orificio de sintonización, la malla de sintonización, etc.).

La Figura 18 muestra las características de amplitud-frecuencia de dos sistemas resonantes diferentes accionados por la misma fuerza impulsora. En este caso, el efecto de mejora de la fase de emisión puede lograrse en una banda de frecuencia específica mediante el ajuste de la fase de la emisión de diferentes sistemas resonantes.

La Figura 19 muestra las características de amplitud-frecuencia de dos sistemas resonantes diferentes accionados por la misma fuerza impulsora. En este caso, el efecto de anulación de fase de emisión puede lograrse en una banda de frecuencia específica mediante el ajuste de la fase de emisión de diferentes sistemas resonantes.

La Figura 20 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

El altavoz de vibración 31 puede incluir una instalación de vibración 310. La instalación de vibración 310 puede acoplarse eléctricamente al módulo de procesamiento de señales para recibir la señal de control y generar la onda sonora de conducción ósea en base a la señal de control. Por ejemplo, la instalación de

vibración 310 puede ser cualquier componente que pueda convertir una señal eléctrica (por ejemplo, una señal de control del módulo de procesamiento de señales 2) en una señal de vibración mecánica (por ejemplo, un motor de vibración, un dispositivo de vibración electromagnética, etc.). La forma de conversión de la señal incluye, pero no se limita a: electromagnética (tipo de bobina móvil, tipo de imán móvil, tipo magnetoestrictivo, etc.), tipo piezoeléctrico, tipo electrostático y lo similar. La estructura interna de la instalación de vibración 310 puede ser un sistema de resonancia simple o un sistema de resonancia compuesto. La instalación de vibración 310 puede realizar una primera vibración mecánica de acuerdo con una señal de control, en donde la primera vibración mecánica puede generar una onda sonora 5 de conducción ósea. La instalación de vibración 310 puede incluir una porción de contacto para ajustar la piel de la cabeza de un usuario cuando el usuario utiliza el dispositivo de emisión acústica 1 en la cabeza, conduciendo así la onda sonora de conducción ósea 5 a la cóclea del usuario a través del cráneo del usuario.

El altavoz de conducción aerotimpánica 32 puede incluir una carcasa 320. La carcasa 320 puede acoplarse a la instalación de vibración 310 y generar una onda sonora de conducción aerotimpánica 6 en base a las ondas sonoras de conducción ósea 5. La carcasa 320 puede conectarse a la instalación de vibración 310 a través de un conector 33. Además, la carcasa 320 puede servir como un sistema de resonancia secundario para la primera vibración mecánica. Por un lado, la carcasa 320 puede utilizarse como sistema mecánico para generar una segunda vibración mecánica bajo el accionamiento de la primera vibración mecánica; por otro lado, después de que la segunda vibración mecánica se transmita al aire para formar un sonido (i.e., la onda sonora de conducción aerotimpánica 6), el espacio interno de la carcasa 320 puede desempeñar un papel para amplificar el sonido como una cavidad resonante. En algunas modalidades, la respuesta de la carcasa 320 a la primera vibración mecánica puede ajustarse al ajustar el conector 33 entre la carcasa 320 y la instalación de vibración 310. Es decir, el efecto acústico de la carcasa 320 puede ajustarse al ajustar el conector 33. Por ejemplo, el conector 33 puede ser rígido o el conector 33 puede ser flexible. Por ejemplo, el conector 33 puede ser un miembro elástico tal como un resorte o una pieza elástica. Dado que los sistemas con diferentes módulos elásticos pueden tener diferentes respuestas de amplitud a la misma entrada de frecuencia, mediante el cambio de la constante elástica del conector 33 y/o el módulo elástico y la masa de la carcasa

320, la respuesta de amplitud de la segunda vibración mecánica puede ajustarse a diferentes accionamientos de frecuencia. En algunas modalidades, el dispositivo de emisión acústica puede ser un auricular. Para facilitar la explicación, el auricular mostrado en la Figura 20 tiene una estructura cuadrangular. Por supuesto, el auricular también puede tener otra forma, tal como una forma cilíndrica, una forma común de tapón para los oídos y cualquier otra forma adecuada para la estructura interna del canal auditivo, y lo similar.

En resumen, el dispositivo de emisión acústica mostrado en la Figura 2 puede emitir directamente la onda sonora de conducción ósea cuando la instalación de vibración 310 se encuentra en funcionamiento, por ejemplo, emitiendo el sonido de conducción ósea al cuerpo humano ajustándose a la piel humana. Al mismo tiempo, la primera vibración mecánica generada por la instalación de vibración 310 puede transmitirse a la carcasa 320 a través del conector, de tal manera que la carcasa 320 también pueda tener cierta vibración, es decir, la segunda vibración mecánica. La segunda vibración puede funcionar como una fuente de sonido de la onda sonora de conducción aerotimpánica para transmitir el sonido al exterior, realizando así un dispositivo que emita simultáneamente la onda sonora de conducción ósea y la onda sonora de conducción aerotimpánica. Además, la onda sonora de conducción ósea y la onda sonora de conducción aerotimpánica emitidas por el dispositivo de emisión acústica provienen de la misma fuente impulsora, por lo que la onda sonora de conducción ósea (o la primera vibración mecánica) y la onda sonora de conducción aerotimpánica (o la segunda vibración mecánica) se correlacionan.

La Figura 21 muestra las características de amplitud-frecuencia de las ondas sonoras de conducción ósea y las ondas sonoras de conducción aerotimpánica. Como puede verse en esta Figura, el espectro de la emisión de onda sonora de conducción ósea se relaciona con el de la onda sonora de conducción aerotimpánica, y las posiciones de los respectivos picos de resonancia corresponden entre sí. Sin embargo, dado que la onda sonora de conducción ósea se genera por el altavoz de vibración 31, mientras que la onda sonora de conducción aerotimpánica se genera por el sistema de resonancia secundario en respuesta a la primera vibración mecánica, las respuestas de amplitud de la señal de activación de la misma frecuencia serán diferentes. Puede observarse a partir de las características de amplitud-frecuencia de la onda sonora de conducción ósea y la onda sonora de conducción aerotimpánica mostradas en la Figura 21, que la emisión de amplitud de la onda sonora de conducción ósea emitida por el dispositivo de emisión acústica

es mayor que la de la onda sonora de conducción aerotimpánica dentro de rangos de frecuencia de aproximadamente 0 Hz a 23 Hz y de aproximadamente 1300 Hz o superior. En el rango de frecuencia de 23 Hz a 1300 Hz, la amplitud de la onda sonora de conducción aerotimpánica emitida por el dispositivo de emisión acústica es mayor que la de la onda sonora de conducción ósea.

La voz humana y el sonido de los instrumentos se concentran básicamente entre 20 Hz y 5 kHz. Por lo tanto, si este rango se establece como un rango de frecuencia objetivo, este rango de frecuencia objetivo puede dividirse en tres bandas de frecuencia: baja frecuencia, frecuencia media y alta frecuencia. Por ejemplo, como se mencionó en lo anterior, la baja frecuencia puede referirse a una banda de frecuencia de sustancialmente 20 Hz a 150 Hz, la frecuencia media puede referirse a una banda de frecuencia de sustancialmente 150 Hz a 5 kHz, y la banda de alta frecuencia puede referirse a una banda de frecuencia de sustancialmente 5 kHz a 20 kHz. Además, la frecuencia media-baja puede referirse a la banda de frecuencia de aproximadamente 150 Hz a 500 Hz, y la frecuencia media-alta puede referirse a la banda de frecuencia de 500 Hz a 5 kHz. Un experto en la materia apreciará que la distinción de las bandas de frecuencia descritas en lo anterior se proporciona únicamente como ejemplo de un rango general. La definición de las bandas de frecuencia anteriores puede cambiar en diferentes industrias, diferentes escenarios de aplicación y diferentes estándares de clasificación. Por ejemplo, en otros escenarios de aplicación, la baja frecuencia se refiere a una banda de frecuencia de sustancialmente 20 Hz a 80 Hz, la frecuencia media-baja puede referirse a una banda de frecuencia sustancialmente entre 80 Hz y 160 Hz, la frecuencia media puede referirse a una banda de frecuencia de sustancialmente 160 Hz a 1280 Hz, la frecuencia media-alta puede referirse a una banda de frecuencia de sustancialmente 1280 Hz a 2560 Hz, y la banda de alta frecuencia puede referirse a una banda de frecuencia de sustancialmente 2560 Hz a 20 kHz.

Para la misma señal de control del módulo de procesamiento de señales 2, la onda sonora de conducción aerotimpánica tiene una emisión de mayor amplitud en el rango de baja frecuencia, mientras que la onda sonora de conducción ósea tiene una emisión de mayor amplitud en el rango de alta frecuencia. En el rango de frecuencias medias, separadas por 1.3 HZ, la amplitud de la onda sonora de conducción aerotimpánica emitida por el dispositivo de emisión acústica puede ser mayor que la de la onda sonora de conducción ósea o puede ser menor que el de la onda sonora de conducción ósea. Por supuesto, la descripción anterior de la

emisión de ondas sonoras se limita al dispositivo de emisión acústica mostrado en la Figura 20. Cambiar el diseño del dispositivo de emisión acústica puede cambiar la distribución de su emisión de onda sonora de conducción ósea y de onda sonora de conducción aerotimpánica.

Por lo tanto, al ajustar la forma, la posición y la rigidez de diferentes elementos del dispositivo de emisión acústica, el dispositivo de emisión acústica puede ajustar la amplitud de emisión de la onda sonora de conducción ósea y de la onda sonora de conducción aerotimpánica en diferentes bandas de frecuencia dentro del rango de frecuencia objetivo, lo que causa diferentes efectos de sonido emitido. Por ejemplo, para un auricular de conducción ósea, las ondas sonoras de conducción aerotimpánica pueden utilizarse como complemento de las ondas sonoras de conducción ósea para mejorar la experiencia acústica general del usuario.

En la siguiente descripción, la presente solicitud presentará diferentes diseños del dispositivo de emisión acústica.

La Figura 22 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. Los elementos de la Figura 22 tienen estructuras iguales o similares a los elementos que tienen los mismos números de referencia como se muestran en la Figura 20 y, por lo tanto, no se repetirán en la presente.

En esta modalidad, la carcasa 320 incluye además una abertura acústica 322. La onda sonora de conducción aerotimpánica 6 se emite desde el interior de la carcasa 320 hacia el exterior de la carcasa 320 a través de la abertura acústica 322. El altavoz de conducción aerotimpánica 32 incluye también una malla de sintonización 323 que cubre la abertura acústica 322. La malla de sintonización 323 puede utilizarse para ajustar la frecuencia de las ondas sonoras de conducción aerotimpánica 6. En algunas modalidades, la carcasa 320 puede definir una cavidad 319 para adaptar una porción de la instalación de vibración 310. En algunas modalidades, la abertura acústica 322 puede ser un orificio de sintonización que exporta la onda sonora de conducción aerotimpánica generada por la primera vibración mecánica de la instalación de vibración 310 dentro de la carcasa 320 debido a la vibración del aire al exterior de la carcasa 320, que después interactúa con la onda sonora de conducción aerotimpánica generada a partir de la vibración de la carcasa 320 por sí misma (es decir, la segunda vibración mecánica) para formar una emisión de onda sonora de conducción aerotimpánica combinada. En algunas modalidades, la carcasa 320 puede incluir una pluralidad de aberturas

acústicas 322. Un usuario puede ajustar la emisión de onda sonora de conducción aerotimpánica ajustando el número, la posición, el tamaño y/o la forma de las aberturas acústicas 322.

La Figura 23 muestra una vista esquemática de diferentes posiciones de la abertura acústica. En algunas modalidades, la abertura acústica 322 puede orientarse para alejarse de la sien de un usuario cuando el usuario porta el dispositivo de emisión acústica en la sien. En algunas modalidades, la abertura acústica 322 puede orientarse hacia un canal auditivo externo de un usuario cuando el usuario porta el dispositivo de emisión acústica en la sien del mismo. En algunas modalidades, la abertura acústica 322 puede orientarse hacia un lado posterior de la oreja de un usuario cuando el usuario porta el dispositivo de emisión acústica en una sien del mismo. En algunas modalidades, la abertura acústica 322 puede orientarse hacia una porción superior de la cabeza de un usuario cuando el usuario porta el dispositivo de emisión acústica en la sien del mismo.

La Figura 24 muestra las características de amplitud-frecuencia de las ondas sonoras de conducción aerotimpánica en diferentes posiciones de las aberturas acústicas. Como se muestra en la Figura, se supone que el dispositivo de emisión acústica se coloca en una posición frontal superior del oído para que el altavoz de vibración se ajuste a la cabeza para emitir la vibración. Ya que la abertura acústica puede establecerse en diferentes posiciones de la carcasa, la onda sonora de conducción aerotimpánica transmitida al oído humano puede ser diferente. A diferencia de la carcasa sin abertura acústica, la abertura acústica dispuesta en la parte posterior de la carcasa (posición P1) puede causar un aumento en la porción de alta frecuencia y una disminución en la porción de frecuencia media de la onda sonora de conducción aerotimpánica transmitida al oído humano. La abertura acústica dispuesta en la superficie lateral de la carcasa y orientada hacia el oído (posición P2) puede causar un aumento significativo en la porción de frecuencia media-alta de la onda sonora de conducción aerotimpánica transmitida al oído humano, lo que puede mejorar el volumen general del sonido y mejorar la calidad de la comunicación de voz. La abertura acústica dispuesta en una superficie lateral de la carcasa y orientada hacia el lado posterior del oído (posición P3) puede causar un aumento en la porción de frecuencia media-alta de la onda sonora de conducción aerotimpánica transmitida al oído humano, sin embargo, el aumento no es tan grande como en el caso en que la abertura acústica se dispone

para orientarse hacia el oído. La abertura acústica dispuesta en la superficie lateral de la carcasa y orientada hacia la porción superior de la cabeza (posición P4) puede causar un ligero aumento de la onda sonora de conducción aerotimpánica transmitida al oído humano, pero el efecto no es significativo. Además, la posición de la abertura acústica no se limita a la única posición anterior, y puede ser una combinación de una pluralidad de varias posiciones, y el número de aberturas acústicas puede ser uno o más de uno.

Por lo tanto, al ajustar la posición de la abertura acústica en la forma de la carcasa 320, la característica de amplitud-frecuencia de la onda sonora de conducción aerotimpánica del dispositivo de emisión acústica puede ajustarse aún más, de tal manera que el diseño del dispositivo de emisión acústica puede ajustarse para cambiar la distribución de la emisión de onda sonora de conducción ósea y de onda sonora de conducción aerotimpánica. Por ejemplo, para un auricular de conducción ósea, las ondas sonoras de conducción aerotimpánica pueden utilizarse como complemento de las ondas sonoras de conducción ósea para mejorar la experiencia acústica total del usuario.

La Figura 25 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. Los elementos de la Figura 25 tienen estructuras iguales o similares a los elementos que tienen los mismos números de referencia como se muestra en la Figura 20 y, por lo tanto, no se repetirán en la presente.

El altavoz de vibración 131 puede incluir una instalación de vibración 1310. La instalación de vibración 1310 puede conectarse eléctricamente al módulo de procesamiento de señales para recibir la señal de control y generar una onda sonora 5 de conducción ósea en base a la señal de control. La instalación de vibración 1310 puede realizar una primera vibración mecánica de acuerdo con la señal de control, en donde la primera vibración mecánica genera la onda sonora 5 de conducción ósea.

La instalación de vibración 1310 puede incluir además un sistema de circuito magnético 1311, una placa vibratoria 1312 y una bobina 1313. El sistema de circuito magnético 1311 puede configurarse para generar un primer campo magnético. En particular, el sistema de circuito magnético 1311 puede incluir un espacio magnético 1317 y configurarse para generar el primer campo magnético en el espacio magnético 1317. La placa vibratoria 1312 puede conectarse a la carcasa 1320 del altavoz de conducción aerotimpánica 32. La bobina 1313 puede conectarse

mecánicamente a la placa vibratoria 1312 y conectarse eléctricamente al módulo de procesamiento de señales. La bobina 1313 puede colocarse en el espacio magnético 1317. La bobina 1313 recibe la señal de control y genera un segundo campo magnético en base a la señal de control. Ya que el primer campo magnético interactúa con el segundo campo magnético, la bobina 1313 se somete a una fuerza F, para activar la placa vibratoria 1312 para que vibre y genere la onda sonora 5 de conducción ósea. La placa vibratoria 1312 también puede incluir una abertura acústica 1314.

El altavoz de conducción aerotimpánica 32 puede incluir una carcasa 1320, una membrana 1321, una primera malla de sintonización 1322 y una segunda malla de sintonización 1323. La carcasa 1320 puede conectarse a la placa vibratoria 1312 para definir una cavidad 1319 que aloja el sistema de circuito magnético 1311 y la membrana 1321. La carcasa 1320 puede incluir un orificio de sintonización 1324. La membrana 1321 puede conectarse al sistema de circuito magnético 1311 y a la carcasa 1320. Debido a la interacción entre el primer campo magnético y el segundo campo magnético, el sistema de circuito magnético 1311 también se somete a una fuerza de reacción correspondiente F y, por lo tanto, activa la membrana 1321 para que vibre, a fin de generar la onda sonora de conducción aerotimpánica 6. La onda sonora de conducción aerotimpánica 6 puede salir del interior de la carcasa 1320 (i.e., la cavidad 1319) hacia el exterior de la carcasa 1320 a través de la abertura acústica 1314. La primera malla de sintonización 1322 puede cubrir la abertura acústica 1314 para ajustar la frecuencia de la onda sonora de conducción aerotimpánica 6. La segunda malla de sintonización 1323 puede cubrir el orificio de sintonización 1324 para ajustar la presión dentro de la carcasa 1320 para ajustar la frecuencia de la onda sonora de conducción aerotimpánica 6. En algunas modalidades, existe más de una abertura acústica 1314. En algunas modalidades, existe más de un orificio de sintonización 1324.

Las características de emisión de la onda sonora de conducción ósea 5 pueden ajustarse mediante el ajuste de la rigidez de la placa vibratoria 1312 y/o la carcasa 1320 (e.g., dimensión estructural, módulo elástico del material, placa de arista, pieza de arista, etc.). Las características de emisión de la onda sonora de conducción aerotimpánica 6 pueden ajustarse mediante el ajuste de la forma, el módulo elástico y el amortiguamiento de la membrana 1321. Las características de emisión de la onda sonora de conducción aerotimpánica 6 pueden ajustarse mediante el ajuste del número, posición, tamaño y/o forma de la abertura acústica 1314 y/o

del orificio de sintonización 1324.

La Figura 26 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La modalidad mostrada en la Figura 26 es similar a la mostrada en la Figura 25, excepto que en la modalidad mostrada en la Figura 26, la abertura acústica 1314 se dispone en la carcasa 1320 en lugar de la placa vibratoria 1312.

La Figura 27 muestra las características de amplitud-frecuencia de la onda sonora de conducción ósea y la onda sonora de conducción aerotimpánica. Como se muestra en la Figura, en algunas modalidades, la frecuencia resonante de la onda sonora de conducción ósea emitida puede elevarse a alta frecuencia aumentando la rigidez de la placa vibratoria y la carcasa. Además, la frecuencia resonante de la onda sonora de conducción aerotimpánica emitida puede controlarse a baja frecuencia ajustando la masa del circuito magnético, el módulo elástico de la membrana y agregando un orificio de sintonización. Las ondas sonoras de conducción ósea permiten que las personas escuchen los sonidos a través de las de conducción ósea, mientras que las ondas sonoras de conducción aerotimpánica permiten que las personas escuchen el sonido a través de las tradicionales de conducción aerotimpánica. Las ondas sonoras de conducción ósea y las ondas sonoras de conducción aerotimpánica en diferentes bandas de frecuencia pueden complementarse entre sí y mejorar la experiencia auditiva del usuario. Puede permitirse que un usuario escuche suficientes sonidos de baja frecuencia sin sentir fuertes vibraciones de baja frecuencia. Además, las ondas sonoras de conducción ósea también pueden mejorar la percepción del usuario de los sonidos de alta frecuencia.

La Figura 28 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La modalidad mostrada en la Figura 28 es similar a la mostrada en la Figura 26, excepto que en la modalidad mostrada en la Figura 28, el sistema de circuito magnético 1311 se conecta a la carcasa 1320 a través de un primer miembro elástico 1315. Al conectar el sistema de circuito magnético 1311 y la carcasa 1320 con el primer miembro elástico 1315, una parte de la vibración generada por el sistema de circuito magnético 1311 se emite hacia la carcasa 1320 para combinarse con la vibración de la placa vibratoria 1312 para formar una emisión de la onda sonora de conducción ósea; la otra parte de la vibración generada por el sistema de circuito magnético 1311 acciona la membrana 1321 para producir una

emisión de la onda sonora de conducción aerotimpánica. Al ajustar el módulo elástico del primer miembro elástico 1315, pueden generarse al menos dos picos de resonancia en el rango audible del oído humano, generando así una emisión de frecuencia más amplia de la onda sonora de conducción ósea.

La Figura 29 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La modalidad mostrada en la Figura 29 es similar a la mostrada en la Figura 26, excepto que en la modalidad mostrada en la Figura 29, el sistema de circuito magnético 1311 se conecta a la placa vibratoria 1312 a través del primer miembro elástico 1315, y la placa vibratoria 1312 se conecta a la carcasa 1320 a través del segundo miembro elástico 1316. En la presente modalidad, el sistema de circuito magnético 1311 no se conecta a la carcasa 1320. En algunas modalidades, la placa vibratoria 1312 puede tener una sección transversal en forma de "工", la porción superior de la placa vibratoria 1312 puede ubicarse fuera de la cavidad 1319, y la porción inferior de la placa vibratoria 1312 puede ubicarse dentro de la cavidad 1319. En algunas modalidades, el sistema de circuito magnético 1311 puede conectarse a la mitad de la placa vibratoria 1312 a través de un miembro elástico 1315. Al ajustar el módulo elástico del primer miembro elástico 1315 y/o del segundo miembro elástico 1316, pueden generarse al menos tres picos de resonancia en el rango audible del oído humano, generando así una emisión de frecuencia aún más amplia de la onda sonora de conducción ósea.

La Figura 30 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La modalidad mostrada en la Figura 30 es similar a la mostrada en la Figura 26, excepto que en la modalidad mostrada en la Figura 30, la instalación de vibración 1310 puede incluir además un sistema de circuito magnético 1311 y una placa vibratoria 1312 conectados rígidamente entre sí, la placa vibratoria 1312 se conecta a la carcasa 1320 por el segundo miembro elástico 1316, y el altavoz de conducción aerotimpánica 32 puede incluir una bobina 1313 y una membrana 1321 que se conectan entre sí. En la presente modalidad, la bobina 1313 no se conecta a la placa vibratoria 1312. En la presente modalidad dado que el sistema compuesto por la bobina 1313 y la membrana 1321 tiene una masa pequeña, puede lograrse una emisión de onda sonora de conducción aerotimpánica de frecuencia amplia. Además, dado que la masa del sistema de circuito magnético 1311, la placa vibratoria 1312 y el segundo miembro elástico 1316 es grande, la emisión de onda sonora de

conducción ósea de baja frecuencia puede lograrse ajustando el módulo elástico del segundo miembro elástico 1316.

La Figura 31 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La modalidad mostrada en la Figura 31 es similar a la mostrada en la Figura 26, excepto que en la modalidad mostrada en la Figura 31, no se proporciona la primera malla de sintonización 1322, y el altavoz de conducción aerotimpánica 32 puede incluir un tubo acústico 1326. El tubo acústico 1326 puede conectarse a la carcasa 1320 y en comunicación con la abertura acústica 1314, y configurarse para ajustar la fase de la onda sonora de conducción aerotimpánica 6 y/o cambiar la dirección de la onda sonora de conducción aerotimpánica 6, ajustando así la calidad de emisión de la onda sonora de conducción aerotimpánica 6 y mejorando el efecto de emisión de la onda sonora de conducción aerotimpánica 6. Por ejemplo, la onda sonora de conducción aerotimpánica 6 se guía al oído a través del tubo acústico 1326, que puede aumentar el volumen de la onda sonora de conducción aerotimpánica escuchada por el oído.

La Figura 32 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La modalidad mostrada en la Figura 32 es similar a la mostrada en la Figura 26, excepto que en la modalidad mostrada en la Figura 32, no se proporciona la segunda malla de sintonización 1323, y el altavoz de conducción aerotimpánica 32 puede incluir un tubo acústico 1326. El tubo acústico 1326 puede conectarse a la carcasa 1320 y en comunicación con el orificio de sintonización 1324. Al proporcionar el tubo acústico 1326 en un orificio que no es de sonido (e.g., el orificio de sintonización 1324), la fase de la onda sonora de conducción aerotimpánica 6 puede ajustarse; además, la onda sonora de conducción aerotimpánica 7 que sale del tubo acústico 1326 puede sobreponerse a la onda sonora de conducción aerotimpánica 6 emitida de la abertura acústica 1314, para regular la onda sonora de conducción aerotimpánica final.

La Figura 33 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La modalidad mostrada en la Figura 33 es similar a la mostrada en la Figura 26, excepto que en la modalidad mostrada en la Figura 33, no se proporciona la segunda malla de sintonización 1323, el altavoz de conducción aerotimpánica 32 puede incluir una membrana pasiva 1327 y la membrana pasiva 1327 puede conectarse

mecánicamente al orificio de sintonización 1324. Mientras que la placa vibratoria 1312 vibra para generar la onda sonora de conducción ósea, la presión del aire dentro de la carcasa 1320 puede cambiar y/o vibrar en consecuencia. Al proporcionar la membrana pasiva 1327 sobre el orificio sin sonido (e.g., el orificio de sintonización 1324), la vibración de la membrana pasiva 1327 puede generar una onda sonora secundaria de conducción aerotimpánica 7 debido al cambio de presión de aire entre el interior y el exterior de la carcasa 1320 (i.e., las ondas sonoras de conducción ósea causan cambios en la presión del aire en la carcasa, lo que hace que la membrana pasiva vibre para generar una onda sonora secundaria de conducción aerotimpánica 7), y la onda sonora secundaria de conducción aerotimpánica 7 puede sobreponerse a la onda sonora de conducción aerotimpánica 6 emitida de la abertura acústica 1314 para regular la onda sonora de conducción aerotimpánica final.

La Figura 34 muestra un diagrama esquemático de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

El altavoz de vibración 31 puede incluir una primera instalación de vibración 2310 y un miembro elástico 2318. La primera instalación de vibración 2310 puede conectarse eléctricamente al circuito de procesamiento de señales de conducción ósea 21 para recibir la señal de control de conducción ósea y generar la onda sonora de conducción ósea 5 en base a la señal de control de conducción ósea. La primera instalación de vibración 2310 puede incluir un sistema de circuito magnético 2311, una placa vibratoria 2312 y una primera bobina 2313. El sistema de circuito magnético 2311 puede conectarse a la carcasa 2320 del altavoz de conducción aerotimpánica 32 a través del miembro elástico 2318. El sistema de circuito magnético 2311 puede configurarse para generar un primer campo magnético. Específicamente, el sistema de circuito magnético 2311 puede incluir un primer espacio magnético 2317 y un segundo espacio magnético 2317, y configurarse para generar el primer campo magnético en el primer espacio magnético 2317 y en el segundo espacio magnético 2317. La placa vibratoria 2312 puede conectarse a la carcasa 2320. La primera bobina 2313 puede conectarse mecánicamente a la placa vibratoria 2312 y conectarse eléctricamente al circuito de procesamiento de señales de conducción ósea 21. La primera bobina 2313 puede disponerse en el primer espacio magnético 2317. La primera bobina 2313 recibe la señal de control de conducción ósea y genera un segundo campo magnético en base a la señal de

control de conducción ósea, y la primera bobina 2313 se somete a una fuerza F1 debido a la interacción entre el primer campo magnético y el segundo campo magnético, para activar la placa vibratoria 2312 para vibrar y generar la onda sonora de conducción ósea 5. La placa vibratoria 2312 puede incluir una abertura acústica 2314.

El altavoz de conducción aerotimpánica 32 puede incluir una carcasa 2320, una segunda instalación de vibración 2316, una primera malla de sintonización 2322 y una segunda malla de sintonización 2323. La carcasa 2320 puede conectarse a la placa vibratoria 2312 para definir una cavidad 2319 que aloja el sistema de circuito magnético 2311 y la membrana 2321. La segunda instalación de vibración 2316 puede conectarse eléctricamente al circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica 22 para recibir la señal de control de conducción aerotimpánica y generar la onda sonora de conducción aerotimpánica 6 en base a la señal de control de conducción aerotimpánica. La segunda instalación de vibración 2316 puede incluir una membrana 2321 y una segunda bobina 2327. La membrana 2321 puede conectarse a la carcasa 2320 y a la segunda bobina 2327. La segunda bobina 2327 puede conectarse eléctricamente al circuito de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica 22. La segunda bobina 2327 puede disponerse en el segundo espacio magnético 2317. La segunda bobina 2327 puede recibir la señal de control de conducción aerotimpánica y generar un tercer campo magnético en base a la señal de control de conducción aerotimpánica debido a la interacción entre el primer campo magnético y el tercer campo magnético, sometiéndose la segunda bobina 2327 a una fuerza F2 para accionar la membrana 2321 para que vibre, a fin de producir la onda sonora de conducción aerotimpánica 6. La onda sonora de conducción aerotimpánica 6 puede emitirse desde el interior de la carcasa 2320 (i.e., la cavidad 2319) al exterior de la carcasa 2320 a través de la abertura acústica 2314. La primera malla de sintonización 2322 puede cubrir la abertura acústica 2314 para ajustar la frecuencia de la onda sonora de conducción aerotimpánica 6. La segunda malla de sintonización 2323 puede cubrir el orificio de sintonización 2324 para ajustar la presión dentro de la carcasa 2320 para ajustar la frecuencia de la onda sonora de conducción aerotimpánica 6. En algunas modalidades, existe más de una abertura acústica 2314. En algunas modalidades, existe más de un orificio de sintonización 2324.

En resumen, mediante el ajuste de la posición de la abertura acústica en el dispositivo de emisión acústica, el ajuste de la rigidez de la placa vibratoria y

la carcasa, el ajuste de la masa del circuito magnético, el ajuste del módulo elástico de la membrana y la prueba del orificio de sintonización, y lo similar, pueden ajustarse los rangos de frecuencia y amplitud de la onda sonora de conducción aerotimpánica y la onda sonora de conducción ósea emitida por el dispositivo de emisión acústica. La onda sonora de conducción ósea permite que las personas escuchen el sonido a través de la conducción ósea, mientras que la onda sonora de conducción aerotimpánica permite que las personas escuchen el sonido a través de la conducción aerotimpánica tradicional. Por lo tanto, las ondas sonoras de conducción ósea y las ondas sonoras de conducción aerotimpánica en diferentes bandas de frecuencia pueden complementarse entre sí y mejorar la experiencia acústica general del usuario.

Por ejemplo, la Figura 35 ilustra una característica de frecuencia-frecuencia de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. Como se muestra en la Figura, por ejemplo, la onda sonora de conducción ósea y la onda sonora de conducción aerotimpánica contienen diferentes componentes de frecuencia, lo que puede conducir a un efecto técnico de varias bandas de frecuencia que se complementan entre sí.

En algunas modalidades, la onda sonora de conducción aerotimpánica incluye un componente de frecuencia media-baja y la onda sonora de conducción ósea incluye un componente de frecuencia media-alta. Un usuario puede escuchar los sonidos de frecuencia media-baja a través de la conducción aerotimpánica y escuchar los sonidos de frecuencia media-alta a través de la conducción ósea. Al complementar la baja frecuencia con la onda sonora de conducción aerotimpánica, puede asegurarse la calidad del sonido (especialmente en la baja frecuencia) mientras se evita la fuerte sensación de vibración causada por la onda sonora de baja frecuencia de conducción ósea.

En algunas modalidades, el dispositivo de emisión acústica se configura para emitir ondas sonoras dentro de un rango de frecuencia objetivo, en donde las ondas sonoras de conducción ósea incluyen una porción de alta frecuencia del rango de frecuencia objetivo, mientras que las ondas sonoras de conducción aerotimpánica incluyen una porción de baja frecuencia del rango de frecuencia objetivo.

En algunas modalidades, las ondas sonoras de conducción ósea pueden incluir una porción de frecuencia media del rango de frecuencia objetivo, y las ondas sonoras de conducción aerotimpánica pueden incluir una porción de frecuencia media del rango de frecuencia objetivo.

En algunas modalidades, las ondas sonoras de conducción aerotimpánica pueden incluir un componente de banda de frecuencia media-alta y la onda sonora de conducción ósea puede incluir un componente de banda de frecuencia media-baja. Dado que el oído del usuario suele ser más sensible al sonido de frecuencia media-alta y la piel del usuario suele ser más sensible a las vibraciones mecánicas de baja frecuencia, el modo de emisión anterior puede proporcionar simultáneamente un aviso al usuario tanto de forma audible como táctil, logrando así un modo dual auditivo y táctil de aviso/alerta.

En algunas modalidades, el altavoz de vibración puede configurarse además para generar una onda de vibración de baja frecuencia que es perceptible por la piel del usuario.

En algunas modalidades, un usuario puede hacer que las ondas sonoras de conducción aerotimpánica y las ondas sonoras de conducción ósea contengan respectivamente los componentes de banda de frecuencia requeridos ajustando los parámetros del módulo de procesamiento de señales respectivo (por ejemplo, el módulo de procesamiento de señales de conducción ósea y el módulo de procesamiento de señales de conducción aerotimpánica) y/o el módulo de emisión (por ejemplo, el altavoz de vibración, el altavoz de conducción aerotimpánica).

La Figura 36 ilustra otra característica de amplitud-frecuencia de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con alguna modalidad de la presente solicitud. Como se muestra en la figura, por ejemplo, la onda sonora de conducción ósea y la onda sonora de conducción aerotimpánica pueden contener el mismo componente de frecuencia, lo que puede tener el efecto técnico de mejorar una determinada banda de frecuencia.

En algunas modalidades, la onda sonora de conducción ósea (vibración) y la onda sonora de conducción aerotimpánica (sonido) pueden contener el mismo componente de frecuencia en la banda de frecuencia media-baja, y la cooperación de los dos puede permitir la emisión de frecuencia media-baja superior a la frecuencia media-alta. El umbral de audición/curva de igual sensación sonora del oído humano se caracteriza por una frecuencia alta-media-baja y una frecuencia baja-media-alta, es decir, el oído humano es más sensible a las frecuencias medias-altas. El modelo de emisión antes mencionado en donde la emisión de frecuencia media-baja es mayor que la de frecuencia media-alta puede compensar el efecto de debilitamiento del sonido de frecuencia media-baja causado por el umbral de audición del oído humano, de tal manera que las bandas de frecuencia escuchadas

por el oído humano se encuentran balanceadas.

En algunas modalidades, la onda sonora de conducción ósea puede incluir una porción de baja frecuencia del rango de frecuencia objetivo, y la onda sonora de conducción ósea puede sobreponerse con la onda sonora de conducción aerotimpánica de tal manera que la emisión de un dispositivo de emisión acústica en la frecuencia media-baja es mayor que en la frecuencia media-alta.

En algunas modalidades, la onda sonora de conducción aerotimpánica puede incluir un componente de banda de frecuencia media-baja, y la onda sonora de conducción ósea puede incluir un componente de una banda de frecuencia más amplia que la de la onda sonora de conducción aerotimpánica. Por consiguiente, la conducción ósea puede emplearse para escuchar el sonido con un componente de frecuencia media-baja mejorado y una calidad de sonido mejorada, mientras que la fuerte vibración mecánica en la banda de frecuencia media-baja no aumenta, para garantizar la comodidad y la seguridad.

En algunas modalidades, la onda sonora de conducción ósea puede incluir un componente de banda de frecuencia media-baja, y la onda sonora de conducción aerotimpánica puede incluir un componente de una banda de frecuencia más amplia que la de la onda sonora de conducción ósea; por consiguiente, al mejorar adecuadamente la vibración de frecuencia media-baja, el usuario puede recibir el sonido a través de formas táctiles y auditivas, para mejorar la experiencia del usuario.

En algunas modalidades, la onda sonora de conducción aerotimpánica puede incluir una porción de frecuencia media del rango de frecuencia objetivo, la onda sonora de conducción ósea puede incluir una porción de frecuencia baja y una porción de frecuencia media del rango de frecuencia objetivo, por lo tanto, se permite que la onda sonora de conducción ósea cubra un rango de frecuencia más amplio que la onda sonora de conducción aerotimpánica.

La Figura 37 ilustra otra característica de amplitud-frecuencia de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. Como se muestra en la Figura, por ejemplo, tanto la onda sonora de conducción aerotimpánica como la onda sonora de conducción ósea contienen el mismo componente de frecuencia en la banda de frecuencia media-alta. Este mismo componente de frecuencia puede ser una onda sonora de frecuencia de silenciamiento, es decir, cuando el mismo componente de frecuencia se encuentra en fase opuesta en la onda sonora de conducción aerotimpánica y la onda sonora de

conducción ósea, se produce el debilitamiento de la fuga de frecuencia media-alta. Además, cuando la fase del mismo componente de frecuencia en fase en la onda sonora de conducción aerotimpánica y la onda sonora de conducción ósea son iguales, puede lograrse la mejora de la fuga de frecuencia media-alta.

En algunas modalidades, la onda sonora de conducción aerotimpánica puede incluir un componente de frecuencia media-alta, y la onda sonora de conducción ósea puede incluir un componente de una banda de frecuencia más amplia que la de la onda sonora de conducción aerotimpánica. De esta forma, la onda sonora de conducción aerotimpánica puede utilizarse como fuente de sonido de anulación de fase inversa para compensar la fuga de banda de frecuencia media-alta causada por un dispositivo de conducción ósea.

En algunas modalidades, la onda sonora de conducción aerotimpánica y la onda sonora de conducción ósea pueden incluir una onda sonora común de anulación de sonido. En este caso, la onda sonora de conducción aerotimpánica puede incluir las porciones de frecuencia media y alta en el rango de frecuencia objetivo, y la onda sonora de conducción ósea puede cubrir un rango de frecuencia más amplio que la onda sonora de conducción aerotimpánica.

La Figura 38 muestra otra característica de amplitud-frecuencia de un dispositivo de emisión acústica proporcionado de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

En algunas modalidades, la onda sonora de conducción ósea puede incluir el componente de banda de frecuencia media-alta, y la onda sonora de conducción aerotimpánica puede incluir un componente de una banda de frecuencia más amplia que la de la onda sonora de conducción ósea, que puede ser capaz de mejorar el sonido en la banda de frecuencia media-alta. En particular, para una solución binaural abierta de conducción aerotimpánica específica, la onda sonora de conducción ósea puede utilizarse para compensar la deficiencia de la onda sonora de conducción aerotimpánica en la banda de frecuencia media-alta (tal como la deficiencia causada por la estructura acústica y la deficiencia en la banda de frecuencia media-alta causada por la división de la vibración).

En algunas modalidades, la onda sonora de conducción aerotimpánica puede incluir una porción de frecuencia media y una porción de alta frecuencia dentro del rango de frecuencia objetivo, la onda sonora de conducción ósea puede incluir una porción de frecuencia media en el rango de frecuencia objetivo, y la onda sonora de conducción aerotimpánica pueden cubrir un rango de frecuencia más amplio

que las ondas sonoras de conducción ósea.

En algunas modalidades, la emisión del sonido (de conducción aerotimpánica) y la vibración (de conducción ósea) pueden realizarse por módulos/dispositivos separados. En este caso, además del procesamiento de la señal correspondiente y las características de los módulos/dispositivos individuales, otros factores también pueden afectar la emisión final, tal como la ubicación de los módulos/dispositivos, la interacción/impacto entre los módulos/dispositivos y lo similar.

Para los módulos/dispositivos de emisión acústica (por ejemplo, un altavoz de conducción aerotimpánica), las condiciones de contorno de las posiciones en donde se ubican pueden afectar la emisión de los módulos/dispositivos. Tomando como ejemplo el módulo de emisión acústica colocado cerca de la cabeza humana, el sonido emitido puede verse afectado por las condiciones de contorno, tal como la forma de la cabeza humana, los rasgos faciales y el pabellón auricular.

La Figura 39 muestra las características de amplitud-frecuencia de los sonidos de un módulo de emisión acústica proporcionados en diferentes posiciones de la cabeza de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. Como se muestra en la Figura, la emisión acústica del módulo de emisión acústica colocado en diferentes posiciones cerca de la cabeza humana puede verse afectada por las condiciones de contorno antes mencionadas, lo que hace que el sonido transmitido al oído humano sea diferente. La emisión acústica de la fuente de sonido es plana en varias bandas de frecuencia, pero cuando la fuente de sonido se coloca en diferentes posiciones en la cabeza, el sonido transmitido al oído se verá afectado por diferentes contornos en la ruta de transmisión del sonido, lo que resultará en variaciones del sonido transmitido al oído. Como resultado, el sonido transmitido al oído puede tener cambios en los picos y valles dentro de la banda de frecuencia media-alta.

En algunas modalidades, cuando un usuario utiliza un dispositivo de emisión acústica, uno o más altavoces de conducción aerotimpánica del dispositivo de emisión acústica pueden ubicarse detrás de la cabeza, en la parte superior de la cabeza, en la frente, en el puente de la nariz, detrás de la oreja, arriba de la oreja y/o delante de la oreja.

El sonido difundido en el espacio circundante desde una fuente de sonido/el campo sonoro/la fuga en el espacio circundante también puede ser diferente debido a la influencia de diferentes contornos.

La Figura 40 ilustra las características de amplitud-frecuencia de la fuga de sonido de un módulo de emisión acústica de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. Como se muestra en la Figura, para los espectros de fuga de sonido de una fuente de sonido colocada en una condición de campo libre sin obstrucciones, cuando la fuente de sonido se coloca en diferentes posiciones en la cabeza, la propagación de la fuga de sonido hacia el exterior también puede verse afectada por diferentes contornos, lo que resulta en cambios en el espectro de fuga de sonido. Además, estos cambios pueden ocurrir principalmente en la banda de frecuencia media-alta.

Para un módulo/dispositivo de emisión de vibración (por ejemplo, un altavoz de vibración), los módulos/dispositivos pueden estar en contacto con un usuario en diferentes lugares debido a su necesidad de estar en contacto con el usuario para transmitir la vibración, lo que puede traer varias experiencias de vibración para el usuario. La emisión de vibración de los módulos/dispositivos puede afectarse por las propiedades mecánicas del tejido en las posiciones de contacto, así como por la presión y la distribución de la presión en la superficie de contacto, y también puede afectarse por la dirección de la vibración.

Algunos módulos/dispositivos de emisión de vibración pueden emitir sonido al espacio circundante durante el funcionamiento, y el sonido emitido también se afecta por las condiciones de contorno circundantes.

La Figura 41 ilustra las características de amplitud-frecuencia de la fuga de sonido de un módulo de emisión de vibración de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. Para un módulo/dispositivo de emisión de vibración que se conecta a diferentes posiciones de la cabeza, como se muestra en la Figura, el sonido difundido en el espacio circundante desde una fuente de sonido/el campo de sonido/fuga en el espacio circundante en diferentes posiciones también puede ser diferente. En comparación con la fuga del módulo/dispositivo de emisión de vibración en condiciones de campo libre sin unión al cuerpo, cuando el módulo/dispositivo de emisión de vibración se conecta a diferentes posiciones de la cabeza, la fuga de sonido tiene cambios significativos en las bandas de frecuencia media y alta, es decir, la fuga de sonido se reduce en la banda de frecuencias medias, pero aumenta en la banda de frecuencias altas.

En algunas modalidades, uno o más altavoces de vibración de un dispositivo de emisión acústica pueden ubicarse en la mastoides de un usuario, en la parte posterior de la cabeza, en la parte superior de la cabeza, en la frente, en el

puente de la nariz, en la parte posterior de la oreja, en la parte superior de la oreja y/o en la parte frontal de la oreja cuando el usuario porta el dispositivo de emisión acústica.

La emisión de varios módulos/dispositivos puede interactuar/interferir entre sí; la experiencia del usuario será el resultado final de las acciones combinadas de estos módulos/dispositivos, y los factores relevantes entre estos módulos/dispositivos pueden afectar sus interacciones.

La separación entre los módulos/dispositivos puede afectar la amplitud y la fase de la emisión de un módulo/dispositivo a otro. También puede afectar la emisión de amplitud y fase de un módulo/dispositivo en algún lugar en el espacio y, en última instancia, afectar la emisión general.

La Figura 42 es un diagrama esquemático que muestra la relación posicional de dos fuentes de sonido dipolares de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La Figura 43 ilustra las características de amplitud-frecuencia de dos fuentes de sonido dipolares con diferentes distancias entre ellas proporcionadas de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. Como se muestra en la Figura, tomando como ejemplo dos fuentes de sonido dipolares con una cierta distancia, las fuentes de sonido tienen la misma amplitud pero fase inversa. Cuando cambia la distancia entre las dos fuentes de sonido, la emisión de energía/volumen del sonido hacia el exterior también puede cambiar. En este caso, a medida que aumenta la distancia entre las dos fuentes de sonido, aumentará el volumen de la emisión acústica al exterior.

La amplitud de cada módulo/dispositivo puede afectar directamente la amplitud de su emisión en algún lugar del espacio, lo que afecta aún más los resultados de interacción de las emisiones de los módulos/dispositivos. Al mismo tiempo, dado que la emisión de cada módulo/dispositivo formará una distribución de campo de sonido específica en el espacio, las influencias de las amplitudes de los módulos/dispositivos en diferentes ubicaciones en el espacio también pueden ser diferentes.

La Figura 44 es un diagrama esquemático que muestra la relación posicional de dos fuentes de sonido dipolares de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La Figura 45 ilustra las características normales de amplitud-frecuencia de dos fuentes dipolares con diferentes relaciones de amplitud, proporcionadas de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La Figura 46 ilustra las características de amplitud-frecuencia axial de dos fuentes

dipolares con diferentes relaciones de amplitud, como se proporciona de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. Como se muestra en las Figuras, tomando como ejemplo dos fuentes de sonido dipolares con una cierta distancia, un ángulo relativo y una fase inversa, cuando la amplitud de una fuente de sonido cambia con respecto a la amplitud de la otra, el campo de sonido generado en el espacio también puede cambiar. En este caso, en la posición de la mediatriz (dirección normal) de una línea que conecta estas dos fuentes de sonido, a medida que aumenta la relación entre la amplitud de una fuente de sonido y la de la otra fuente de sonido, el nivel de presión de sonido en esa posición puede también aumentar. En la posición de una línea que conecta estas dos fuentes de sonido, a medida que aumenta la relación entre la amplitud de una fuente de sonido y de la otra fuente de sonido, el nivel de presión de sonido en esa posición puede disminuir.

La fase de cada módulo/dispositivo puede afectar directamente la fase de su emisión en algún lugar del espacio, lo que puede afectar aún más los resultados de la interacción entre las emisiones de los módulos/dispositivos.

La Figura 47 es un diagrama esquemático que muestra la relación posicional de dos fuentes de sonido monopolares de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La Figura 48 ilustra las características de amplitud-frecuencia de dos fuentes de sonido monopolares en diferentes diferencias de fase proporcionadas de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. Como se muestra en las Figuras, tomando dos fuentes monopolares a cierta distancia con la misma amplitud como ejemplo, cuando la diferencia de fase entre las dos fuentes cambia, su emisión de energía/volumen hacia el exterior también puede cambiar. Cuando la diferencia de fase entre las dos fuentes de sonido se aproxima gradualmente a 180 grados, la energía/volumen de emisión se vuelve gradualmente más pequeña (la presión del sonido se vuelve más pequeña). Además, la reducción en la porción de baja frecuencia puede ser mayor que en la porción de alta frecuencia.

La emisión de algunos módulos/dispositivos puede tener la anisotropía de distribución espacial en su directividad/emisión. Por lo tanto, la ubicación espacial y la postura del módulo/dispositivo que tiene dicha característica pueden afectar la distribución de su campo de sonido en el espacio, lo que puede afectar aún más la emisión general.

La Figura 49 es un diagrama esquemático que muestra la relación posicional de

dos fuentes de sonido dipolares de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La Figura 50 muestra una relación entre un ángulo normal y la amplitud de dos fuentes de sonido dipolares a diferentes frecuencias de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La Figura 51 muestra una relación entre un ángulo axial y la amplitud de dos fuentes de sonido dipolares a diferentes frecuencias de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. Como se muestra en las Figuras, tomando como ejemplo dos fuentes de sonido dipolares con cierta distancia y fase inversa, cuando las direcciones axiales de las dos fuentes de sonido son diferentes, sus emisiones de sonido también pueden ser diferentes. El ángulo formado entre la dirección del eje polar y la conexión entre las dos fuentes de sonido es el ángulo de rotación, y los ángulos de rotación de las dos fuentes de sonido son complementarios. A medida que cambia el ángulo de rotación, el nivel/volumen de la presión del sonido en diferentes lugares del espacio también puede ser diferente. En la posición de la mediatriz (dirección normal) de la conexión entre las dos fuentes de sonido, el nivel de presión sonora tiene el valor máximo en un ángulo de rotación de aproximadamente 80 grados y tiene el valor mínimo de aproximadamente 165 grados. En una posición sobre una línea de extensión (dirección axial) de la conexión entre las dos fuentes de sonido, el nivel de presión sonora tiene el valor mínimo en un ángulo de rotación de aproximadamente 90 grados.

Cuando los módulos/dispositivos tienen una disposición espacial especial, puede producirse un campo de sonido con una distribución especial.

La Figura 52 es un diagrama esquemático que muestra la relación posicional de cinco fuentes de sonido monopolares de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La Figura 53 muestra las distribuciones de amplitud de cinco fuentes de sonido monopolares a diferentes frecuencias de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. Como se muestra en las Figuras, tomando cinco fuentes de sonido monopolares dispuestas a intervalos iguales de acuerdo con una curva cuadrática plana, puede generarse un foco del campo de sonido cerca del foco de la curva cuadrática, en donde el nivel/volumen de presión sonora será extremadamente grande. Para diferentes señales de frecuencia, el efecto de dicha graduación de sonido puede ser diferente; a medida que aumenta la frecuencia, el efecto de graduación se vuelve más pronunciado. Este efecto de graduación hace que la emisión de todo el módulo se vuelva espacialmente direccional.

En el caso de que los módulos/dispositivos tengan una disposición espacial

específica, la diferencia de fase de emisión entre estos módulos/dispositivos puede afectar el estado de todo el campo de sonido generado, lo que puede afectar aún más la directividad espacial de toda la emisión del módulo.

La Figura 54 es un diagrama esquemático que muestra la relación posicional de cinco fuentes de sonido monopolares de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La Figura 55 muestra las distribuciones de amplitud de cinco fuentes de sonido monopolares en diferentes diferencias de fase de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. Como se muestra en las figuras, cinco fuentes de sonido monopolares se encuentran igualmente separadas a lo largo de una curva cuadrática, y las fases de emisión de estas fuentes de sonido aumentan (o disminuyen) secuencialmente por un ángulo θ a lo largo de la distribución de la curva cuadrática. Cuando cambia el ángulo θ, la posición de graduación del campo de sonido también puede cambiar; a medida que el ángulo θ aumenta desde 0 grados hasta 90 grados, la posición del foco del campo de sonido se mueve en la dirección de la fase que disminuye secuencialmente.

En el caso de que los módulos/dispositivos tengan una disposición espacial específica, las amplitudes de emisión de los módulos/dispositivos pueden afectar el estado de todo el campo de sonido, lo que puede afectar aún más la directividad espacial de toda la emisión del módulo.

La Figura 56 es un diagrama esquemático que muestra la relación posicional de cinco fuentes de sonido monopolares de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La Figura 57 muestra las distribuciones de amplitud de cinco fuentes de sonido monopolares en diferentes relaciones de amplitud de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. Como se muestra en las Figuras, cinco fuentes de sonido monopolares se encuentran igualmente separadas a lo largo de una curva cuadrática, y las amplitudes de emisión de la fuente de sonido aumentan (o disminuyen) en proporción a una relación a lo largo de la distribución de la curva cuadrática. Cuando cambia la relación a, la graduación del sonido también puede cambiar; mientras menor sea la relación a, mayor será la diferencia de amplitud entre los módulos/dispositivos, y menor será el efecto de graduación. Además, la posición de enfoque se moverá hacia la fuente de sonido de gran amplitud. Además, cuando cambia la relación de amplitud a, la dirección de la emisión de todo el módulo puede cambiar y se desviará hacia la fuente de sonido de gran amplitud.

En algunas modalidades, el dispositivo de emisión acústica puede incluir una

pluralidad de altavoces de conducción aerotimpánica dispuestos equidistantes a lo largo de una curva cuadrática. En algunas modalidades, el dispositivo de emisión acústica puede incluir una pluralidad de altavoces de vibración igualmente separados a lo largo de una curva cuadrática.

La Figura 58 muestra varias combinaciones de ondas sonoras de conducción ósea y ondas sonoras de conducción aerotimpánica proporcionadas de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud.

La vibración y el sonido pueden afectar los sentidos del tacto y el oído de las personas, respectivamente, y su efecto sería más fuerte que el del tacto o el oído solos, produciendo así un efecto único. Como se muestra en la Figura 58(a), es un modo de funcionamiento en donde se emiten alternativamente la vibración y sonido, que puede funcionar como aviso o alarma mejorados. En comparación con la vibración o el aviso de sonido/alarma solo, este modo de alternancia de vibración y sonido puede estimular el sentido del tacto y el oído y, por lo tanto, lograr un efecto de aviso más fuerte. En algunas modalidades, la vibración puede estar dentro de una banda de frecuencia de 1 Hz a 500 Hz y el sonido puede estar dentro de una banda de frecuencia de 1 kHz a 5 kHz. Como se muestra en la Figura 58(b), es un modo de funcionamiento en donde la vibración y el sonido se emiten simultáneamente, lo que puede estimular simultáneamente el sentido del tacto y el oído de las personas, y también tiene un fuerte efecto de aviso. También puede establecerse que la vibración cambie a medida que cambia el sonido (o el sonido cambia a medida que cambia la vibración), mejorando así las sensaciones del cuerpo humano a través de los sentidos del tacto y el oído. Por ejemplo, en el caso de jugar un juego o ver una película, el sonido de explosión puede ir acompañado de una señal de vibración correspondiente para mejorar las sensaciones del usuario. En un escenario de posicionamiento de la fuente de sonido, el modo de vibración puede cambiar a medida que cambia la posición de la fuente de sonido (por ejemplo, cambiando la amplitud o frecuencia de la vibración) para mejorar el posicionamiento de la fuente de sonido. En un dispositivo VR/AR, el modo de vibración puede cambiar junto con los cambios visuales y auditivos, lo que mejora la sensación de inmersión mediante la combinación de visión, audición y tacto. Dado que la vibración y el sonido activan respectivamente diferentes susceptores de un usuario, las dos sensaciones (táctil y auditiva) pueden tener propiedades distintivas obvias; por consiguiente, las dos sensaciones diferentes del tacto y el oído pueden utilizarse para representar diferentes estados para suministrar la

información. Como se muestra en la Figura 58(c), el estado de sonido (audición excitada) puede expresarse como el estado "0", el estado de vibración (sentido táctil excitado) puede expresarse como el estado "1", y la emisión intermitente del sonido y la vibración puede formar una cadena de información binaria para suministrar la información. Como se muestra en la Figura 58(d), el estado de sonido y el estado de vibración pueden representarse respectivamente por "." y "–" en el código Moss, y la información puede transmitirse a través del código Morse.

La Figura 59 muestra las posiciones de un altavoz de vibración y un altavoz de conducción aerotimpánica en la cabeza de un usuario de acuerdo con alguna modalidad de la presente solicitud. La Figura 60 muestra las características de amplitud-frecuencia de la fuga de sonido de un altavoz de vibración de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. La Figura 61 muestra las características de amplitud-frecuencia de la fuga de sonido de un altavoz de vibración proporcionado a diferentes potencias de acuerdo con algunas modalidades de la presente solicitud. Como se muestra en las Figuras, el módulo de emisión de vibración (por ejemplo, un altavoz de vibración) emite vibración al estar unido a un cuerpo humano, o el sonido puede emitirse por medio de conducción ósea. Al mismo tiempo, debido a que el módulo de emisión de vibración hace que el aire circundante vibre, pueden producirse fugas de sonido de conducción aerotimpánica, lo que afectará la experiencia del usuario.

Por lo tanto, puede agregarse un módulo de emisión acústica sobre la base del módulo de emisión de vibración, por lo que la onda sonora de conducción aerotimpánica emitida por el módulo de emisión acústica puede interactuar con la onda sonora de conducción aerotimpánica filtrada generada por el módulo de emisión de vibración para reducir la fuga de sonido.

El efecto de la fuga de sonido también puede ajustarse al ajustar la fase y la amplitud del módulo de emisión acústica (por ejemplo, un altavoz de conducción aerotimpánica). Tomando como ejemplo el caso en donde el módulo de emisión de vibración se coloca delante del oído, la fase del módulo de emisión acústica puede ajustarse de tal manera que la fase de la emisión acústica del módulo de emisión acústica sea la misma que la de la fuga de sonido del módulo de vibración. Como resultado, se mejora la fuga de sonido de todo el dispositivo. En otro caso, cuando la fase del módulo de emisión acústica se ajusta para que su emisión acústica tenga una fase inversa con respecto a la fuga de sonido del módulo de vibración, se reducirá la fuga de sonido de todo el dispositivo. Ya que se afecta

más por la distancia entre los dos módulos, la reducción de la fuga de sonido solo puede ocurrir en ciertas bandas de frecuencia.

Al ajustar la amplitud de la señal del módulo de emisión acústica, también puede ajustarse la amplitud de la emisión acústica del módulo de emisión acústica, lo que afecta la fuga de sonido. Si la amplitud del sonido emitido es demasiado pequeña, el efecto de anulación de sonido no es significativo. Si la amplitud del sonido emitido es demasiado grande, el sonido emitido domina la porción de la fuga de sonido. Por consiguiente, no puede reducirse significativamente la fuga de sonido. Cuando la amplitud del sonido emitido es igual a la del sonido filtrado, existirá un efecto de reducción de fuga de sonido más significativo.

En algunas modalidades, un dispositivo de realidad aumentada (AR)/dispositivo de realidad virtual (VR) puede incluir un dispositivo de emisión acústica como se describe en lo anterior. Por ejemplo, pueden proporcionarse uno o más módulos de emisión acústica y vibración en el dispositivo AR/VR para proporcionar una entrada audible y táctil a un usuario. En combinación con la entrada visual de un dispositivo AR/VR, el usuario puede tener una sensación de inmersión mejorada. En particular, puede proporcionarse una matriz de módulos de emisión acústica y vibración en cada uno de los oídos izquierdo y derecho del usuario, que puede proporcionar un efecto de sonido estéreo al usuario mientras proporciona la vibración de un modo correspondiente. Además, puede proporcionarse una matriz de módulos de emisión acústica y vibración al ocular o la banda para la cabeza de un dispositivo AR/VR para lograr el suministro direccional del sonido; también puede utilizarse una matriz de módulos de emisión de vibración para avisos de posicionamiento espacial. Por ejemplo, la emisión de la matriz de módulos de emisión acústica puede controlarse en base al movimiento del usuario y las señales de rotación obtenidas por sensores (acelerómetro de tres ejes, giroscopio, etc.) para permitir que el usuario se ubique al escuchar. El modo de vibración de la matriz de módulos de emisión de vibración también puede controlarse para indicar al usuario la distancia, el ángulo, la velocidad y lo similar.