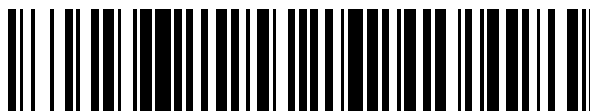


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 003**

51 Int. Cl.:

**H04R 25/02** (2006.01)

**A61F 11/08** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.08.2012** **PCT/US2012/000371**

87 Fecha y número de publicación internacional: **28.02.2013** **WO13028226**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.08.2012** **E 12825445 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019** **EP 2749043**

54 Título: **Pieza de oído para atenuar el sonido**

30 Prioridad:

**25.08.2011 US 201113199309**

**23.08.2012 US 201213593205**

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

**21.04.2020**

73 Titular/es:

**MAGNATONE HEARING AID CORPORATION**

**(100.0%)**

**170 Cypress Way**

**Casselberry, FL 32707, US**

72 Inventor/es:

**CAMPBELL, DON, E. K. y**

**CHIU, WILLIAM**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

ES 2 755 003 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Pieza de oído para atenuar el sonido

## 5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a una pieza de oído adecuada para su inserción en un canal auditivo humano para atenuar el sonido que se transmite al oído, tal como se define en la reivindicación 1. La pieza de oído puede usarse conjuntamente con instrumentos auditivos, tales como auriculares, tapones para oídos, amplificadores de sonido personales o similares.

## Antecedentes de la invención

La pieza de oído dada a conocer se usa preferiblemente conjuntamente con diversos instrumentos auditivos, como retroauriculares ("BTE"), sobre la oreja ("OTE"), receptor en canal ("RIC") o receptor y micrófono en audífonos de canal.

Los audífonos BTE u OTE usan normalmente una pieza de oído para localizar y dirigir el sonido amplificado al interior del canal auditivo del usuario. Los audífonos RIC usan una pieza de oído como soporte para situar el receptor o transductor en el canal auditivo. La mayoría de las puntas de oído en el mercado actualmente son de forma circular u ovalada simétrica con una punta redonda o en forma de cúpula. Es importante, por razones acústicas y para la comodidad del usuario, que la punta encaje bien.

Tales piezas de punta de oído conocidas se dan a conocer en la patente estadounidense n.º 7.889.883 y la patente estadounidense n.º 7.602.933, ambas expedidas a Cartwright *et al.* Las piezas de la punta de oído dadas a conocer en las patentes '883 y '933 tienen un aspecto generalmente en forma de cono (o denominado, de otro modo, "forma de bala") y en el extremo cónico, se proporciona un paso longitudinal central que puede, además, asociarse con diversas estructuras de tipo tubo. Las piezas de punta de oído de las patentes '883 y '933 están compuestas por un material que es preferiblemente un material altamente flexible y/o plegable que puede comprimirse de una manera en la que se formen pliegues distintos en el material, creando lo que parece ser una configuración "en forma de estrella" cuando se comprime completamente a lo largo de cada línea de plegado. Las líneas de plegado en sí mismas pueden ser depresiones en el propio material flexible en sí, marcadas físicamente en el material, o proporcionadas de otro modo.

La patente estadounidense n.º 7.027.608 expedida a Fretz *et al.* da a conocer varias realizaciones de las puntas de oído. La patente '608 da a conocer una punta de oído en forma de botón que es un elemento de forma cónica que tiene un orificio pasante para la transmisión de sonido y un hueco interior configurado para permitir que la punta de oído en forma de botón se reciba en el extremo en forma de cuchara de miel de un tubo. Se da a conocer una punta de oído en forma de flor que incluye un núcleo central y tres pétalos de flor que se extienden desde el núcleo central. Cada uno de los pétalos tiene un extremo en forma sustancialmente elipsoidal. La patente '608 da a conocer una variación de la punta de oído en forma de flor, la punta de oído en forma de flor palmeada, en la que los pétalos de flor están conectados por un fino tejido de material de punta de oído. La punta de oído en forma de flor palmeada reducirá el paso de sonidos ambientales a través del canal auditivo aumentando la oclusión. Otra punta de oído dada a conocer en la patente '608 es la punta de oído en forma de *guppy* que incluye una parte de cuerpo central y una cola. La patente '608 también da a conocer una punta de oído en forma de reborde que incluye una parte de cuerpo central y un reborde que se extiende desde la parte de cuerpo central. Otra variación de una punta de oído dada a conocer en la patente '608 es una punta de oído en forma de cúpula que tiene un núcleo en forma de botón y un borde que comienza alrededor de la mitad de la forma de botón y que se extiende desde el núcleo. Otra variante de punta de oído adicional dada a conocer en la patente del '608 es una punta de oído en forma de botón que tiene una pestaña de cera.

En la invención reivindicada, la pieza de oído tiene un atenuador de sonido insertado en el primer canal para atenuar el sonido que se transmite a un oído. En una realización preferida, se inserta un acoplador en el primer canal y retiene el atenuador de sonido. La pieza de oído dada a conocer se usa preferiblemente como un tapón para oído para atenuar la sonoridad o el nivel de decibelios de las frecuencias perjudiciales de sonido.

Un oído humano naturalmente hace resonar o amplifica la sonoridad de determinadas frecuencias de sonido para proporcionar una mejor audición. La región más sensible del oído humano para la audición oscila entre aproximadamente 1000 Hertz ("Hz") y 4000Hz, que abarca el intervalo de frecuencias típicas para la palabra hablada. El oído resuena naturalmente en este intervalo de frecuencias y proporciona resonancias máximas a aproximadamente 2700Hz y 4000Hz. Por ejemplo, la resonancia natural a 2700Hz es de aproximadamente 18 decibelios ("dB") de amplificación y la resonancia natural a 4000Hz es de aproximadamente 9dB para niveles conversacionales. El oído no resuena generalmente a frecuencias por debajo de 1000Hz y proporciona muy poca resonancia por debajo de 500Hz.

Dado que las frecuencias entre 1000Hz y 4000Hz tienen la resonancia natural más alta, también son las más sensibles

a los aumentos de sonoridad y, como resultado, son las más expuestas al riesgo de pérdida de audición. El motivo de que estas frecuencias estén expuestas un mayor riesgo de pérdida de audición es porque la sonoridad o la incomodidad del nivel de presión acústica se logra a niveles altos para este rango antes de que las frecuencias más bajas o más altas se vean afectadas.

Un estudio realizado por National Acoustic Laboratories (Australia) en 1999 encontró que colocar un tapón para oído típico en el oído de un usuario crea un "efecto de inserción". Este "efecto de inserción" provoca que el usuario desee 7dB adicionales de amplificación o una ganancia en bajas frecuencias para mantener la misma percepción de esas bajas frecuencias que para las frecuencias de 1000Hz. Como resultado, una atenuación uniforme de todas las frecuencias, como la generalmente proporcionada por tapones para oídos de espuma o personalizados, puede alterar de manera perjudicial la calidad del sonido oído por el usuario.

El documento WO 2009/125186 describe una punta de oído o tapón para oído que comprende una parte de cuerpo que tiene elementos de nervio periféricos flexibles que sobresalen desde la misma para proporcionar un encaje cómodo y seguro en el oído del usuario. Los elementos de nervio están entre 0,2 mm y 2 mm de alto. La parte de cuerpo también es flexible. La parte de cuerpo tiene una forma bulbosa generalmente, que tiene una sección transversal sustancialmente elíptica y un eje longitudinal que está curvado o arqueado hacia un lado.

El documento WO 2008/051307 describe una punta de oído para auriculares y protección auditiva que comprende un material de resina polimérica de elastómero moldeado para formar el material a la forma del canal auditivo. Se define una cámara que tiene un extremo proximal y distal, el extremo distal se engancha a la salida acústica del transductor, fuente de sonido o atenuador de sonido y el extremo proximal del orificio está adaptado para disponerse adyacente a un tímpano. El cuerpo interno se une a una boquilla u orificio de reproducción de audio para hacer una transición natural de la acústica del transductor o atenuador de sonido al tímpano a través del canal auditivo.

## Sumario de la invención

La invención reivindicada proporciona una pieza de oído adecuada para su inserción en un canal auditivo humano para atenuar el sonido que se transmite al oído, tal como se define en la reivindicación 1. La pieza de oído comprende: un primer extremo; un segundo extremo reversiblemente compresible; una parte arqueada situada entre el primer extremo y el segundo extremo; un canal formado dentro y que pasa por el primer extremo; y un atenuador de sonido. El primer extremo tiene un tamaño y una forma que se aproximan a la forma del canal auditivo humano, de manera que, en uso, el primer extremo puede alinear la pieza de oído en el canal auditivo. El segundo extremo reversiblemente compresible está formado por un hueco que tiene paredes delgadas que, en uso, se adaptan a la forma del canal auditivo para crear un sello, de manera que puede sellar el canal auditivo. El canal está abierto al hueco, de manera que, en uso, puede transmitir sonido al tímpano, y el atenuador de sonido está situado dentro del canal y, en uso, atenúa el sonido que se transmite al oído. El primer extremo no es hueco. En una realización, la parte arqueada está situada para facilitar la inserción de la pieza de oído en o cerca de un primer o segundo estrechamiento o parte arqueada de un canal auditivo cuando se inserta el primer extremo en el canal auditivo. En una realización, el primer extremo no hueco comprende una base y un saliente que se extiende desde la base, pasando el primer canal a través del saliente.

## Breve descripción de los dibujos

Las figuras 1-9 ilustran piezas de punta de oído que no muestran un atenuador de sonido, tal como se requiere por la invención reivindicada, pero estas figuras son útiles para ayudar a entender la invención reivindicada. Las figuras 10-13 muestran piezas de punta de oído dentro del alcance de la invención reivindicada. Las figuras 14-16 muestran acopladores que pueden usarse con las piezas de punta de oído de la presente invención reivindicada.

La figura 1 es una vista en perspectiva de una pieza de oído, que tiene un primer canal para transmitir sonido al oído.

La figura 2 es una vista en perspectiva de una pieza de oído que tiene un segundo canal usado para permitir la transmisión natural de sonido al tímpano y la ecualización de presión.

La figura 3 es una vista en perspectiva posterior de la pieza de oído de la figura 2.

La figura 4 es una vista esquemática de una aplicación para usar la pieza de oído de la figura 2 con una unidad de audífono RIC y una sonda de medición de oído real.

La figura 5 es una vista esquemática de una aplicación para usar la pieza de oído de la figura 2 con un tubo delgado OTE (sobre la oreja) utilizado conjuntamente con un audífono y una sonda de medición de oído real del mismo y un acoplador.

La figura 6 es vista en perspectiva de una pieza de oído que tiene una parte sólida que tiene una base y un saliente.

Figura 7 es una vista en perspectiva superior de la pieza de oído de la figura 6 que tiene una base y un saliente situado

en un ángulo diferente.

La figura 8 es una vista en perspectiva de otra pieza de oído más que muestra acopladores insertados en los canales primero y segundo y un cordel de extracción acoplado a los acopladores.

La figura 9 es una vista superior de un canal auditivo humano que muestra una pieza de oído insertada en el canal auditivo.

La figura 10 es una vista en perspectiva de una pieza de oído según una realización de la presente invención, que tiene un acoplador que retiene un atenuador de sonido insertado en un canal para reducir el sonido que se transmite al tímpano y a un dispositivo de extracción.

La figura 11 es una vista en perspectiva de una realización alternativa de una pieza de oído según la invención, que tiene un acoplador que retiene un atenuador de sonido insertado en un canal para reducir el sonido que se transmite al oído, un dispositivo de extracción y una pestaña de extracción.

La figura 12 es una vista en perspectiva de una realización alternativa de una pieza de oído según la invención, que tiene un acoplador que retiene un atenuador de sonido insertado en un canal para atenuar el sonido que se transmite al oído y una realización alternativa de un dispositivo de extracción.

La figura 13 es una vista en perspectiva de una realización alternativa de una pieza de oído según la invención, que tiene un acoplador que retiene un atenuador de sonido insertado en un canal para atenuar el sonido que se transmite al oído, un dispositivo de extracción y un dispositivo de inserción.

La figura 14 es una vista en despiece ordenado de un acoplador que retiene un atenuador de sonido para atenuar el sonido que se transmite al oído y una cesta de cera para evitar la acumulación de cera de oído.

La figura 15 es una vista en despiece ordenado de un acoplador alternativo que retiene un atenuador de sonido para atenuar el sonido que se transmite al oído y una cesta de cera para evitar la acumulación de cera de oído.

La figura 16 es una vista en perspectiva de un acoplador que tiene un dispositivo de extracción.

### Descripción detallada de la invención

Haciendo referencia a las figuras 1-3, se muestra que una pieza de oído de audífono 10 tiene un primer extremo 12 que incluye una parte sólida (no hueca) 16 que está dimensionada y conformada para insertarse en un canal auditivo y un segundo extremo 14 que incluye una parte reversiblemente compresible 17 que se adecúa a la forma del canal auditivo para crear un encaje hermético y asegurar la pieza de oído en el canal auditivo, y para sellar el canal auditivo. La parte reversiblemente compresible 17 es hueca 18. La punta de oído 10 también tiene una parte arqueada 20. Tal como se muestra mejor en la figura 2, la parte arqueada 20 se sitúa entre el primer extremo 12 y el segundo extremo 14. La parte arqueada 20 comienza en el segundo extremo 14 y se vuelve más pronunciada a medida que avanza al primer extremo 12. Se muestra un primer canal 22 que pasa a través de la parte sólida 16 para transmitir sonido al oído. La figura 2 muestra una pieza de oído izquierda que tiene un segundo canal 24.

La pieza de oído está hecha preferiblemente de un material resiliente como silicona u otros materiales conocidos en la técnica, tales como plástico, caucho, polímero sintético o polímero natural. La pieza de oído está dimensionada y conformada para insertarse dentro de un canal auditivo humano, que normalmente tiene forma elíptica y tiene una cuerda más pequeña de entre aproximadamente 0,76 y 1,52 cm (0,3 y 0,6 pulgadas) en la abertura del canal auditivo. Entre las partes arqueadas primera y segunda del canal auditivo, la cuerda más pequeña del canal auditivo elíptico es generalmente de aproximadamente 0,51 a 1,27 cm (0,2 a 0,5 pulgadas). En una realización preferida, la pieza de oído es de aproximadamente 1,22 cm (0,48 pulgadas) de largo en el lado que tiene una curva interior con respecto a la parte arqueada 20 y 1,50 cm (0,59 pulgadas) en el lado opuesto. En una realización alternativa, la pieza de oído es de aproximadamente 1,24 cm (0,49 pulgadas) de largo en el lado que tiene una curva interior con respecto a la parte arqueada 20 y aproximadamente 1,52 cm (0,60 pulgadas) en el lado opuesto. En una realización preferida, la pieza de oído es de aproximadamente 0,81 cm (0,32 pulgadas) de ancho en el segundo extremo 14 y aproximadamente 0,46 cm (0,18 pulgadas) de ancho en el primer extremo 12. En una realización alternativa, la pieza de oído es de aproximadamente 0,91 cm (0,36 pulgadas) de ancho en el segundo extremo 14 y aproximadamente 0,69 cm (0,27 pulgadas) de ancho en el primer extremo 12.

La pieza de oído se inserta en el canal auditivo de una persona de manera que se sitúa cerca del tímpano, preferiblemente cerca o más allá del primer o segundo estrechamiento y/o pendiente del canal auditivo, también denominado en la técnica parte arqueada. La forma de la pieza de oído dada a conocer incluye una parte arqueada 20. En una realización preferida, la parte arqueada forma un ángulo interior A de aproximadamente 72° +/- 15°. La parte arqueada 20 se sitúa preferiblemente y está conformada para permitir que la pieza de oído se aproxime más a la forma del canal auditivo, facilitando una inserción más profunda en el canal auditivo que la que puede lograrse con anteriores piezas de punta de oído, tal como las piezas de punta de oído en forma de cúpula convencionales. Esto

permite que la pieza de oído se sitúe más cerca del tímpano, reduciendo de ese modo el volumen de aire o masa acústica presente entre el extremo de la pieza de oído y el tímpano. Este volumen de aire o masa acústica deberá moverse durante la transmisión del sonido para que una persona pueda oír. Cuanto menor sea la masa acústica, menor será el volumen de aire que debe moverse, lo que mejora la experiencia auditiva y la comodidad del usuario y reduce la correspondiente amplificación del dispositivo auditivo requerida para aumentar el nivel de presión acústica en el tímpano. Además, formar los canales primero y segundo dentro de la parte sólida permite que los canales tengan un ángulo fijo relativo a la pieza de oído, permitiendo de ese modo que los canales se dirijan de manera más precisa hacia el tímpano.

La parte sólida 16 de la pieza de oído 10 proporciona una estructura más rígida que ayuda al usuario a alinear correctamente la pieza de oído en el canal auditivo. En una realización preferida, la parte sólida 16 se extiende aproximadamente 0,89 cm (0,35 pulgadas) desde el primer extremo 12 hacia el segundo extremo 14. La estructura más rígida también proporciona retroalimentación táctil al usuario mientras se inserta la pieza de oído en el canal auditivo, dotando al usuario de la sensación de que el dispositivo está atravesando completamente el interior del canal auditivo, está correctamente asentado y no se caerá.

La parte sólida 16 de la pieza de oído 10 también dirige el sonido (como el sonido producido por un altavoz o receptor de audífonos convencional, detectado por un transductor y transmitido a través de tubos encajados en el interior del primer canal 22) sustancialmente hacia el tímpano y no sustancialmente hacia al interior de la pared lateral del canal auditivo. En una realización preferida, esto se logra parcialmente a través de la parte arqueada 20 y la naturaleza flexible de la parte reversiblemente compresible 17, que permite que se comprima la pieza de oído. Esto permite a la pieza de oído seguir mejor la curva natural del oído, que, cuando se utiliza conjuntamente con un audífono, guía esencialmente el altavoz o receptor, el tubo y/o el acoplador a lo largo del eje del canal auditivo. Los sonidos entregados directamente en el tímpano aumentan la eficiencia de transmisión al sistema de oído medio y mejoran la audición del usuario. Las puntas de estilo de cúpula convencionales o las puntas flácidas no proporcionan ninguna guía al situar el receptor hacia el tímpano en un ángulo adecuado y ha de aplicarse más esfuerzo a la conformación del sistema de alambre, lo cual es engorroso debido a los delicados cables y al riesgo de romper los puntos de contacto y provocar un cortocircuito en el cable.

En la invención reivindicada, el segundo extremo reversiblemente compresible 17 está formado por un hueco que tiene paredes delgadas que, en uso, se adaptan a la forma del canal auditivo para crear un sello, de manera que puede sellar el canal auditivo.

Una vez insertada en el canal auditivo, la parte reversiblemente compresible 17 se expande para adecuarse a la forma del canal auditivo, que asegura la pieza de oído dentro del canal auditivo y crea un sello sustancialmente hermético dentro del canal auditivo. Tal como puede verse en las figuras 1-3, el segundo extremo 14 se abocina hacia fuera, de manera que es más ancho que el primer extremo 12. Esto también ayuda a crear un sello más efectivo del canal auditivo. En algunos casos, un sellado completamente hermético de la abertura del canal auditivo puede dar como resultado un efecto de oclusión, que provoca que una percepción alterada de la voz propia mientras se habla. Al encajarse más profundamente en el canal auditivo, la pieza de oído ocupa más espacio en relación con el tamaño del canal auditivo y evita que las voces generadas por la garganta del usuario entren en el canal auditivo sellando la parte cartilaginosa donde las transmisiones generadas por la laringe entran en el canal auditivo. Algunos usuarios encuentran que esta característica es beneficiosa al reducir el efecto de oclusión, también descrito como "tener la cabeza dentro de un barril" o quejas de eco y al restaurar un sonido más natural con respecto a su voz.

El sello hermético creado por la parte reversiblemente compresible 17 de la pieza de oído también da como resultado una mayor comodidad y seguridad para el usuario, por ejemplo, minimizando o eliminando las vibraciones provocadas al caminar o por otros movimientos del usuario. En una realización preferida donde se utiliza la pieza de oído conjuntamente con un dispositivo de audición, cuando las vibraciones llegan al dispositivo de audición a través de o bien el tubo o bien el cable pueden afectar negativamente a la calidad del sonido y pueden provocar o aumentar el efecto de cosquillas. El efecto de cosquillas se produce generalmente solo unos pocos de los vellos que se alinean en el canal auditivo se enganchan o se conectan por un objeto, tal como una pieza de oído. Sin embargo, si un área de superficie grande y un gran número resultante de vellos se presionan todos al mismo tiempo, el efecto de cosquillas se minimiza o elimina. La parte sólida 16 y la parte reversiblemente compresible 17 de la pieza de oído dada a conocer pueden configurarse para crear una superficie de contacto sustancial con la superficie del canal auditivo, reduciendo el efecto de cosquillas que siente el usuario.

La parte reversiblemente compresible 17 está formada por un hueco 18 que tiene paredes delgadas que facilitan la compresión y adaptación de la parte reversiblemente compresible a la forma del canal auditivo. En una realización particularmente preferida, las paredes del hueco 18 varían en grosor de aproximadamente 0,76 mm (0,03 pulgadas) a 1,27 mm (0,05 pulgadas) de grosor y, en una realización alternativa, van desde aproximadamente 1,27 mm (0,05 pulgadas) a 1,78 mm (0,07 pulgadas) de grosor. En una realización particularmente preferida, las paredes del hueco 18 de la parte reversiblemente compresible 17 son aproximadamente 0,51 mm (0,02 pulgadas) de grosor. El tamaño de la parte reversiblemente compresible 17 de hueco 18 puede ajustarse para encajar en una oreja individual mediante recorte. Por ejemplo, la parte reversiblemente compresible 17 de hueco 18 puede recortarse usando un par de tijeras o cualquier otro medio adecuado, para retirar cualquier parte de la pieza de oído que sobresalga fuera del canal

auditivo del usuario. Esto posibilita que la pieza de oído se personalice para un usuario individual.

Tal como se muestra en la figura 1, un primer canal 22 permite que la transmisión de sonido entre el tímpano y un entorno fuera del oído. Alternativamente, el primer canal 22, en la figura 1 puede usarse para colocar un altavoz o receptor de un sistema de audífono, usado para entregar sonido amplificado al tímpano.

La figura. 2 representa una realización adicional que también tiene un segundo canal 24. El segundo canal 24 puede utilizarse para la ventilación, que permite que la transmisión natural de sonido no amplificado entre el tímpano de un usuario y un entorno fuera del oído, como ocurre cuando no se inserta ninguna pieza de oído o dispositivo de audición en el canal auditivo del usuario. Esto tiende a ayudar a aliviar el efecto de oclusión, en el que la voz del usuario suena alterada y posiblemente hace eco, al permitir que el sonido atravesase de forma natural hacia y desde el oído. Cuando se usa conjuntamente con un audífono, dicha ventilación puede variar la ganancia en el canal auditivo creada por el sonido amplificado producido por el altavoz o receptor. El sonido natural no amplificado transmitido a través del segundo canal 24, representado como un respiradero en la figura 2, puede combinarse con el sonido amplificado, que puede interferir o bien constructivamente y/o bien destructivamente con el sonido ventilado no amplificado. Alterar la anchura del respiradero puede reducir, en muchos casos, la cantidad de retroalimentación o silbido que puede producirse como resultado del bucle de sonido amplificado hacia el micrófono o transductor del audífono y, en otros casos, puede hacer que el audífono suene más cálido debido a la amplificación aumentada lograda. La calidad de sonido más cálida o mejorada se logra normalmente o bien reduciendo el efecto oclusivo experimentado por el usuario o bien aumentando la pérdida de inserción o el sello creado por la pieza de oído, lo que da como resultado una amplificación aumentada. El tamaño del segundo canal 24 puede ajustarse añadiendo un tapón de ventilación independiente (no mostrado) que cambia la anchura del canal.

El primer canal 22 y el segundo canal 24 pueden ser de una variedad de anchuras, formas o pendientes para permitir que diversos tubos, receptores y monitores encajen en el mismo por fricción u otros métodos conocidos. En una realización, la anchura del primer canal 22 oscila desde aproximadamente 1,52 mm (0,06 pulgadas) hasta 3,30 mm (0,13 pulgadas) y en una realización preferida es de aproximadamente 2,54 mm (0,10 pulgadas) de ancho. En una realización adicional, el segundo canal 24 oscila en anchura desde aproximadamente 0,51 mm (0,02 pulgadas) hasta 3,30 mm (0,13 pulgadas) y en una realización preferida es de aproximadamente 2,29 mm (0,09 pulgadas) de ancho. Los canales primero y segundo pueden ser paralelos o disponerse en diferentes ángulos uno con respecto a otro, tal como se muestra mejor en la figura 6. Por ejemplo, la pendiente del primer canal 22 puede diseñarse para dirigir la transmisión del sonido hacia el tímpano del usuario. El primer y/o segundo canal puede tener superficies interiores roscadas para facilitar el acoplamiento a tubos, receptores y detectores de diversos tamaños.

En una realización alternativa, el segundo canal 24 puede usarse para insertar un micrófono sonda para realizar una prueba de audición real en un usuario mientras usa un audífono. La medición del micrófono sonda o las mediciones auditivas reales permiten someter a prueba el funcionamiento de un audífono mientras se lleva puesto. Los resultados de la prueba de audición real permiten hacer ajustes para garantizar una amplificación óptima del sonido cuando se llevan puestos los audífonos. Estas mediciones reales del oído pueden usarse para identificar variaciones provocadas por la anatomía del usuario en particular.

La figura 3 representa una vista trasera de la pieza de oído, que muestra la parte sólida 16, la parte reversiblemente compresible 17, un primer canal 22 y un segundo canal 24. En la figura 3, la parte reversiblemente compresible 17 de la realización es el hueco 18 y de forma ovalada en sección transversal. La forma ovalada y abocinada de la parte reversiblemente compresible 17 facilita la adaptación a la forma y la creación de un sello dentro del canal auditivo.

En una realización alternativa, el segundo extremo 14 que incluye la parte reversiblemente compresible 17 tiene forma ovalada en sección transversal, tal como una elipse, para adecuarse más estrechamente a la forma del canal auditivo. En una realización preferida, el segundo extremo 14 tiene forma elíptica en sección transversal, oscilando la cuerda corta de la elipse desde aproximadamente 0,79 cm (0,31 pulgadas) hasta aproximadamente 0,91 cm (0,36 pulgadas) y oscilando la cuerda larga de la elipse desde aproximadamente 1,24 cm (0,49 pulgadas) hasta aproximadamente 1,50 cm (0,59 pulgadas), +/- 0,13 cm (0,05 pulgadas). En una realización particularmente preferida, la cuerda corta de la sección transversal elíptica del segundo extremo 14 es de aproximadamente 0,79 cm (0,31 pulgadas) y la cuerda larga es de aproximadamente 1,27 cm (0,50 pulgadas), +/- 0,13 cm (0,05 pulgadas). En una realización alternativa particularmente preferida, la cuerda corta de la sección transversal elíptica del segundo extremo 14 es de aproximadamente 0,91 cm (0,36 pulgadas) y la cuerda larga es de aproximadamente 1,50 cm (0,59 pulgadas), +/- 0,13 cm (0,05 pulgadas).

En una realización alternativa, el primer extremo 12 tiene forma ovalada en sección transversal. En una realización preferida, el primer extremo 12 es elíptico en sección transversal, oscilando la cuerda corta de la elipse desde aproximadamente 0,46 cm (0,18 pulgadas) hasta aproximadamente 0,69 cm (0,27 pulgadas) y oscilando la cuerda larga de la elipse desde aproximadamente 0,66 cm (0,26 pulgadas) hasta aproximadamente 0,91 cm (0,36 pulgadas), +/- 0,13 cm (0,05 pulgadas). En una realización particularmente preferida, la cuerda corta de la sección transversal elíptica del primer extremo 12 es de aproximadamente 0,46 cm (0,18 pulgadas) y la cuerda larga es de aproximadamente 0,66 cm (0,26 pulgadas), +/- 0,13 cm (0,05 pulgadas). En una realización alternativa, la cuerda corta de la sección transversal elíptica del primer extremo 12 es de aproximadamente 0,69 cm (0,27 pulgadas) y la cuerda

larga es de aproximadamente 0,91 cm (0,36 pulgadas), +/- 0,13 cm (0,05 pulgadas).

La figura 4 representa una realización de una pieza de oído izquierdo 10 que se utiliza con un audífono RIC. El altavoz o receptor 30 está situado dentro del primer canal, por ejemplo, dimensionado y conformado para encajar por fricción dentro del canal, en la pieza de oído y conectado a un audífono RIC a través de un conector 32. En una realización de dos canales, tal como se muestra en la figura 4, un tubo de sonda 34 está situado dentro de un segundo canal y conectado a un micrófono de sonda 36. Las mediciones de micrófono de sonda o de audición real recibidas desde el micrófono de sonda 36 se envían a un sistema de monitor 38 para que un audiólogo pueda evaluar la funcionalidad de los audífonos de un usuario tal como se conoce en la técnica.

De manera similar, la figura 5 representa una realización de una pieza de oído izquierdo 10 que se usa con un audífono OTE o BTE. En esta realización se utiliza un acoplador 40 para ajustar la anchura del primer canal para permitir la conexión de un tubo delgado 42 a la pieza de oído 10. A continuación, el tubo delgado 42 se conecta al audífono OTE o BTE a través de un conector 44. El acoplador 40 también puede usarse para conectar el tubo de sonda 46 a la pieza de oído 10. El micrófono de sonda 48 está conectado al tubo de sonda 46 y envía datos a un sistema de monitor 50.

El acoplador 40 está preferiblemente hecho de un material más rígido que la pieza de oído, tal como plástico, y funciones para estrechar la anchura del primer canal y/o el segundo canal para posibilitar que se acoplen diversos tubos u otros elementos a la pieza de oído. El acoplador 40 puede fijarse dentro del canal mediante pegamento, encaje por fricción o encaje a través de una interfaz de rebordes. En una realización preferida, el acoplador 40 es una pieza tubular de material rígido, preferiblemente cilíndrico, que tiene un canal que se extiende por el centro y que tiene rebordes en la superficie exterior para permitir que se ajuste en el interior de un solo canal en la pieza de oído. En una realización alternativa, el acoplador (no mostrado) comprende dos de las piezas tubulares descritas anteriormente que se unen entre sí en una superficie externa y están configuradas para insertarse en el interior de ambos canales de una realización de dos canales de la pieza de oído. Además, la superficie interior del canal del acoplador puede proporcionarse con hilos (no mostrados) para facilitar el acoplamiento de un dispositivo, tal como un audífono, al acoplador y la inserción del acoplador y el dispositivo en el canal pieza de oído. Los acopladores pueden venir en una variedad de materiales, formas y tamaños. Tener una variedad de acopladores disponibles para su uso cuando se acoplan diferentes materiales y/o dispositivos a la pieza de oído permite que se use la misma pieza de oído con una variedad de audífonos u otros sistemas, dando como resultado una reducción del inventario.

En una realización preferida, la pieza de oído se retira fácilmente del receptor o tubo insertado en el primer o segundo canal, tal como, por ejemplo, se muestra en las figuras 4 y 5, y puede lavarse.

En una realización alternativa de una pieza de oído izquierdo mostrada en la figura 8, también puede usarse un acoplador 70 para facilitar el acoplamiento de un dispositivo de extracción, tal como un sistema, cordón o cordel de extracción 72. En una realización preferida, el cordel de extracción está hecho de cualquier material suficientemente fuerte y delgado, tal como hilo de pesca o un filamento. El cordel de extracción 72 puede fijarse al acoplador 70 mediante encolado u otros métodos conocidos en la técnica.

Las figuras 6 y 7 muestran una realización alternativa de la pieza de oído 50, que tiene un primer extremo 52 que incluye una parte sólida 56 que está dimensionada y conformada para insertarse en un canal auditivo y un segundo extremo 54 que incluye una parte reversiblemente compresible 57 para sellar el canal auditivo. La figura 6 muestra una pieza de oído izquierdo y la figura 7 muestra una pieza de oído derecho. En la realización representada en las figuras 6 y 7, la parte reversiblemente compresible 57 es hueca 58. La pieza de oído 50 tiene una parte arqueada 62 entre el primer extremo 52 y el segundo extremo 54. La parte arqueada 62 se extiende hacia arriba desde el segundo extremo 54 hasta el primer extremo 52. La pieza de oído también tiene un primer canal 64 y un segundo canal 66. En esta realización, la parte sólida 56 comprende una base 60 y un saliente 61 que están situados una con respecto a otro en un ángulo B. Pueden usarse diferentes ángulos entre la base 60 y un saliente 61 para adaptar mejor la pieza de oído al contorno del canal auditivo y/o dirigir el primer canal hacia el tímpano, tal como ilustra la comparación de las figura 6 y 7. En una realización preferida mostrada en la figura 6, la base 60 y el saliente 61 forman un ángulo interior B de aproximadamente  $105^{\circ} \pm 15^{\circ}$ . El saliente 61 se extiende desde la base y el primer canal 64 pasa a través del saliente. El saliente 61 de la parte sólida 56 tiene una anchura más estrecha que la base 60 y es preferiblemente lo suficientemente grande como para cubrir una unidad de altavoz o receptor, tubo, acoplador u otro material insertado en el primer canal 64. Esto proporciona la pieza de oído de menor tamaño 50 y permite que la pieza de oído se inserte en la forma más profunda y estrecha del canal.

La realización de pieza de oído de base 60 y saliente 61 reduce el efecto de oclusión usando menos masa sólida en el canal auditivo, y proporciona menos masa en la punta del dispositivo donde muchos canales auditivos comienzan a estrecharse. Esto aumenta el porcentaje de canales auditivos en los que puede encajarse. Además, la base 60 y el saliente 61 crean un ángulo que facilita la inserción de la pieza de oído en el canal auditivo a medida que sigue el contorno del oído hacia el tímpano. Este ángulo permite que la pieza de oído siga el contorno más profundo en el canal auditivo que las piezas de punta de oído convencionales.

La realización mostrada en la figura 6 proporciona un segundo canal 66 usado para la ventilación, comentado anteriormente, que permanece sin obstruir, reduciendo de ese modo el efecto oclusivo. El segundo canal 66 pasa a

través de la base 60. Cuando el canal de ventilación se deja sin obstruir, el sonido no amplificado puede llegar directamente al tímpano y mejorar la calidad de sonido natural que escuchan los pacientes con pérdida auditiva normal o leve en las frecuencias bajas. Simultáneamente, la masa acústica total del canal auditivo se ha reducido más (el volumen efectivo del canal auditivo se ha reducido) provocando una pérdida de inserción correspondiente. El beneficio de compensación con respecto a la pérdida de inserción es el hecho de que se requiere menos presión de aire para alcanzar los mismos niveles de ganancia, aumentando la ganancia estable agregada.

La figura 9 representa una pieza de oído derecho 10 insertada en un canal auditivo humano, mostrada desde una vista superior, que tiene una primera parte arqueada 80 y una segunda parte arqueada 82. La pieza de oído 10 tiene un primer extremo 12 que incluye una parte sólida 16 dimensionada y conformada para insertarse en un canal auditivo y un segundo extremo 14 que incluye una parte reversiblemente compresible 17 para sellar el canal auditivo. La pieza de oído 10 ilustrada tiene una parte arqueada 20 para facilitar la inserción de la pieza de oído y un primer canal 22 para transmitir sonido al oído. La parte reversiblemente compresible 17 es hueca 18. Tal como se muestra en la figura 9, la parte reversiblemente compresible 17 pasa a comprimirse contra las paredes de un canal auditivo, adaptándose a la forma del canal auditivo para crear un sello.

La parte arqueada 20 se sitúa preferiblemente y está formada para facilitar la inserción de la pieza de oído en o cerca de la primera parte arqueada 80 o, alternativamente, la segunda parte arqueada 82. La pieza de oído 10 mostrada en la figura 9 se inserta en o cerca de la segunda parte arqueada 82, en las proximidades del tímpano 84. El posicionamiento de la pieza de oído 10 en las proximidades del tímpano 84 reduce el tamaño de la masa acústica o volumen de aire que debe moverse para estimular el tímpano, dando como resultado una experiencia auditiva mejorada para el usuario y, cuando se utiliza con un audífono, reduciendo la amplificación requerida para aumentar el nivel de presión acústica en el tímpano. Debido a que el primer canal 22 está formado en la parte sólida 16, su ángulo relativo a la pieza de oído es fijo, permitiendo que el primer canal se dirija al tímpano 84.

Los expertos en la técnica apreciarán que, además de usarse con audífonos RIC, OTE o BTE, la pieza de oído reivindicada puede adaptarse para su uso conjuntamente con estetoscopios, reproductores de audio MP3/iPod/digitales, o dispositivos de grabación de sonido. La pieza de oído también puede utilizarse con un tapón para oído de bloqueo de sonido o un tapón para oído de nadador.

La figura 10 muestra una realización de una pieza de oído izquierdo 90 que tiene un primer extremo 92 que incluye una parte sólida (no hueca) 96 que está dimensionada y conformada para insertarse en un canal auditivo y un segundo extremo 94 que incluye una parte reversiblemente compresible 97. La parte 97 reversiblemente compresible es hueca 98. La pieza de oído 90 tiene una parte arqueada 100 entre el primer extremo 92 y el segundo extremo 94. La parte arqueada 100 se extiende desde el segundo extremo 94 hasta el primer extremo 92. La pieza de oído también tiene un canal 102. La pieza de oído tiene una cavidad 104 en la parte sólida 96 adyacente al canal 102 que no se extiende a través del primer extremo 92 de la pieza de oído 90. En la realización mostrada en la figura 10, se inserta un acoplador 110 en el canal 102. El acoplador 110 retiene un atenuador de sonido 112 para reducir o atenuar el nivel de decibelios del sonido que alcanza el tímpano del usuario. Adicionalmente, el acoplador 110 se utiliza para facilitar el acoplamiento de un dispositivo de extracción 114a para ayudar con la retirada de la pieza de oído 90. En la figura 10, el dispositivo de extracción 114a se extiende directamente hacia afuera desde el acoplador y tiene una bola 116 en el extremo para facilitar el agarre del dispositivo de extracción 114a y tirar para extraer la pieza de oído del canal auditivo del usuario. En una realización preferida, la bola 116 es de 0,16 cm (1/16 pulgadas) de diámetro.

La pieza de oído 90 está hecha preferiblemente de un material resiliente como silicona, vinilo, caucho, plástico, polímero sintético o polímero natural, tal como se ha indicado anteriormente, pero puede hacerse con otros materiales adecuados conocidos en la técnica. En una realización particularmente preferida, la pieza de oído 90 está hecha de un compuesto de copolímero de bloque de estireno llamado VERSALFLEX™ CL30 fabricado por GLS Corporation en McHenry, Illinois.

En una realización preferida, el canal 102 es de aproximadamente 0,76 cm (0,30 pulgadas) de largo y 0,25 cm (0,10 pulgadas) de diámetro.

La figura 11 muestra una realización alternativa de la pieza de oído izquierdo mostrada en la figura 10 que tiene una pestaña 117. La pestaña 117 es una extensión de la parte reversiblemente compresible 97 de la pieza de oído que es flexible. La pestaña 117 puede estar presente en combinación con un dispositivo de extracción 114a, tal como se muestra en la figura 11. La pestaña 117 puede agarrarse por un usuario y usarse para facilitar la retirada de la pieza de oído del canal auditivo. Alternativamente, la pestaña 117 puede actuar como un bloqueo de oído externo, conocido en la industria, que impide que la pieza de oído se deslice del canal auditivo, normalmente debido a un movimiento excesivo, tal como el asociado con TMJ.

La figura 12 muestra otra realización alternativa de la pieza de oído izquierdo mostrada en las figuras 10 y 11. En esta realización alternativa, la parte sólida 96 de la pieza de oído tiene un canal 102, pero no tiene una cavidad adyacente al canal 102. Esto proporciona una realización alternativa del dispositivo de extracción 114b donde el dispositivo de extracción 114b se inserta en la parte sólida 96 de la pieza de oído 90 independiente del acoplador 110. La parte del dispositivo de extracción 114b que se inserta en la parte sólida 96 de la pieza de oído 90 tiene una forma tal que el



dispositivo de extracción 114b no se extrae de la pieza de oído cuando el usuario tira de él. En una realización, la parte del dispositivo de extracción 114b insertada en la parte sólida 96 tiene un diámetro mayor que el resto del dispositivo de extracción. En una realización alternativa mostrada en la figura 12, el dispositivo de extracción 114b está arqueado o en ángulo cuando sale de la parte sólida 96 y entra en la parte reversiblemente compresible 97 de la pieza de oído 90. El dispositivo de extracción 114b puede estar arqueado o en ángulo en cualquier ángulo apropiado para facilitar el agarre del dispositivo de extracción 114b para ayudar en la retirada de la pieza de oído desde el canal auditivo. Adicionalmente, el dispositivo de extracción 114b tiene una superficie plana 118 en el extremo para facilitar la orientación del usuario de la pieza de oído en el canal auditivo y facilitar también la retirada de la pieza de oído desde el canal auditivo. El extremo del dispositivo de extracción 114b puede ser de cualquier tamaño y forma que sea razonable para ayudar con la orientación y extracción de la pieza de oído en el canal auditivo del usuario.

La figura 13 muestra una realización alternativa de la pieza de oído izquierdo mostrada en la figura 12, que tiene un dispositivo de inserción 119 que extiende el área a la que el usuario puede aplicar fuerza longitudinal al insertar la pieza de oído en su canal auditivo, facilitando la inserción de la pieza de oído 90. En una realización preferida, el dispositivo de inserción 119 es un cilindro que tiene un canal para permitir la transmisión del sonido a través de la pieza de oído. El dispositivo de inserción puede hacerse de cualquier material adecuado conocido en la industria, tal como plástico u otros polímeros.

En una realización, el dispositivo de inserción 119 está fijado o acoplado al acoplador 110, lo que puede hacerse insertando el dispositivo de inserción 119 en el acoplador 110 y reteniendo el dispositivo de inserción 119 en su lugar en el acoplador 110 mediante encaje por fricción o encolado. También pueden usarse maneras alternativas de acoplamiento del dispositivo de inserción al acoplador conocidas en la industria. En una realización alternativa, el dispositivo de inserción 119 tiene rebordes (no mostrados) o resaltes que facilitan el encaje por fricción al interior del acoplador 110. En una realización alternativa adicional, el interior del canal del acoplador puede roscarse con un empalme hembra a rebordes o ranuras en el dispositivo de inserción.

En una realización alternativa, el dispositivo de inserción se fija o acopla a la pieza de oído independiente del acoplador (no mostrado) que usa cualquier método conocido apropiado, tal como el encaje por fricción o encolado. En una realización alternativa adicional, el dispositivo de inserción es un acoplador alargado que se extiende al interior de la parte reversiblemente compresible 97 de la pieza de oído. En una realización preferida, el dispositivo de inserción 119 se extiende más allá de la parte sólida 96 de la pieza de oído 90 al interior de la parte reversiblemente compresible 97, pero no se extiende más allá del segundo extremo 94 de la pieza de oído 90. Sin embargo, puede usarse cualquier longitud adecuada que no inhiba la capacidad del usuario de insertar o llevar puesta la pieza de oído, ni que impida la transmisión de sonido.

Las figuras 14 y 15 muestran una vista en despiece ordenado de un acoplador 120. El acoplador 120 tiene un primer extremo 122 y un segundo extremo 124. Un canal 126 recorre el acoplador 120 y tiene una parte estrecha 130 y una parte amplia 128. El acoplador 120 tiene una primera pared 142 y una segunda pared 144. El primer extremo 122 tiene un resalto (no mostrado) que sostiene una cesta de cera 140 en su lugar dentro de la parte estrecha 130 del canal 126 del acoplador 120. Un elemento de atenuación de sonido 134 se encaja por fricción en el interior de la parte amplia 128 del canal 126 del acoplador. El acoplador 120 tiene rebordes 132 en su superficie exterior para su uso cuando se encaja por fricción el acoplador 120 en el primer canal de una pieza de oído. El acoplador 120 también tiene un reborde redondeado 146 que tiene un canal 148. Un surco 150 en el acoplador pasa por debajo del canal 148 en el reborde redondeado 146 y permite que un dispositivo de extracción 152 se rosque a través del canal 148 y se fije en el canal 150 mediante encolado o cualquier otro medio adecuado.

El acoplador 120 es preferiblemente de material más rígido que la pieza de oído, como plástico, plástico polimérico, acrílico o cualquier otro material adecuado conocido en la técnica. En una realización particularmente preferida, el acoplador 120 está hecho de un material metacrílico llamado FotoTEC® SL. Fabricado por Dreve Otoplastik GmbH en Unna, Alemania.

El tamaño del acoplador 120 está dictado en parte por la capacidad del canal para poder continuar transmitiendo sonido sin cambiar la frecuencia del sonido o haciendo resonar el sonido. Generalmente, canales con diámetros inferiores a 0,51 mm (0,020 pulgadas) alteran o inhiben la transmisión del sonido; por tanto, canales con diámetros superiores a 1,02 mm (0,040 pulgadas) se prefieren normalmente. En una realización preferida, el acoplador 120 es de aproximadamente 0,711 cm (0,280 pulgadas) de largo y de aproximadamente 0,33 cm (0,13 pulgadas) de ancho. El diámetro del canal 126 en el primer extremo 122 es de aproximadamente 1,70 mm (0,067 pulgadas). La longitud de la parte estrecha 130 del canal 126 es de aproximadamente 0,30 cm (0,12 pulgadas). El grosor de la primera pared 142 en el primer extremo 122 y que se extiende a través de la parte estrecha 130 del canal 126 es de aproximadamente 0,91 mm (0,036 pulgadas). El grosor de la segunda pared 144 en el primer extremo 122 y que se extiende a través de la parte estrecha 130 del canal 126 es de aproximadamente 0,69 mm (0,027 pulgadas). El diámetro del canal 126 en el segundo extremo 124 es de aproximadamente 0,22 cm (0,085 pulgadas). La longitud de la parte amplia 128 del canal 126 es de aproximadamente 0,41 cm (0,16 pulgadas). El grosor de la primera pared 142 en el segundo extremo 124 y que se extiende a través de la parte amplia 128 del canal 126 es de aproximadamente 0,46 mm (0,018 pulgadas). El grosor de la segunda pared 144 en el segundo extremo 124 y que se extiende a través de la parte amplia 128 del canal 126 es de aproximadamente 0,30 mm (0,012 pulgadas). La disparidad en grosor entre la primera pared 142 que

se extiende a través de la parte estrecha 130 del canal 126 (0,69 mm [0,027 pulgadas]) y la primera pared 142 que se extiende a través de la parte amplia 128 del canal 126 (0,46 mm [0,018 pulgadas]) crea un resalto que sostiene el atenuador de sonido 134 en su lugar en la parte amplia 128 del canal 126. En una realización preferida, el atenuador de sonido 134 se encaja por fricción dentro del canal 126 del acoplador 120. Sin embargo, puede utilizarse cualquier medio adecuado para instalar y asegurar el atenuador de sonido 134 en el canal 126 conocido en la industria, como por ejemplo mediante encolado. En una realización alternativa, el canal 126 del acoplador 120 tiene un diámetro uniforme (no mostrado) en el que un atenuador de sonido 134 puede encajarse por fricción con o sin una cesta de cera de encaje por fricción 140 de manera similar.

En una realización preferida mostrada en la figura 14, la cesta de cera 140 usada es un protector frente a cera Hear Clear fabricado por Starkey® en Eden Prairie, Minesota. La cesta de cera 140 es de aproximadamente 0,14 cm (0,055 pulgadas) de largo y tiene un diámetro de aproximadamente 0,17 cm (0,067 pulgadas). En el acoplador puede usarse cualquier cesta de cera o protector frente a cera de tamaño apropiado. En una realización preferida, la cesta de cera 140 se encaja por fricción en el interior del acoplador 120. Puede usarse cualquier otra manera apropiada de encajar la cesta de cera 140 en el interior del canal conocido en la industria.

En una realización preferida mostrada en la figura 14, el atenuador de sonido 134 está compuesto por un filtro 136 o amortiguador que se encaja en el interior de una carcasa 138. En una realización particularmente preferida, el filtro es un amortiguador acústico de 680 ohmios BF-1859-000 blanco con una carcasa acústica fabricado por Knowles con sede en Itasca, Illinois. El filtro combinado 136 y la carcasa 138 es de aproximadamente 0,24 cm (0,096 pulgadas) de largo y aproximadamente 0,21 cm (0,082 pulgadas) de diámetro. Pueden usarse otros materiales conocidos en la industria que atenúan el sonido como atenuador de sonido, tal como espuma, lana de cordero, plástico o silicona. En una realización alternativa, el filtro se inserta en el canal 126 del acoplador 120 sin carcasa. En una realización alternativa adicional, el atenuador de sonido se sitúa dentro del canal de la pieza de oído sin usar un acoplador. En una realización preferida, el atenuador de sonido está situado dentro del canal de la pieza de oído lo más cerca posible del primer extremo de la pieza de oído, colocando el atenuador de sonido en las proximidades del tímpano.

En una realización particularmente preferida, el filtro 136 y la carcasa 138 están premontados. En una realización particularmente preferida adicional, a continuación, el atenuador de sonido montado 134 se encaja por fricción en el canal del acoplador. Pueden usarse otros medios adecuados para asegurar el atenuador de sonido 134 en el canal 126 conocido en la industria, tal como el encolado. El atenuador de sonido 134 puede retenerse en cualquier punto del canal 126 del acoplador 120. En una realización particularmente preferida, el atenuador de sonido 134 se retiene en el canal 126 del acoplador lo más cerca posible del primer extremo 122. De esta manera, el atenuador de sonido se coloca muy cerca del tímpano. En una realización alternativa, el atenuador de sonido puede reemplazarse y puede quitarse fácilmente y reemplazarse por un usuario.

En una realización alternativa mostrada en la figura 15, el atenuador de sonido es un tapón 160 que se encaja por fricción en el interior del acoplador para lograr una mayor reducción en el sonido que puede lograrse con un filtro o amortiguador. El tapón puede hacerse de cualquier material adecuado para atenuar o bloquear el sonido, tal como espuma, plástico o silicona.

La figura 16 muestra una vista en perspectiva de una realización de un acoplador 170. El acoplador 170 tiene un primer extremo 188 y un segundo extremo 186. En una realización preferida, el acoplador 170 tiene un primer reborde 172, un segundo reborde 174, un tercer reborde 176, y un reborde redondeado 178 para ayudar con el encaje por fricción del acoplador 170 en un primer canal de una pieza de oído. En una realización particularmente preferida, los rebordes primero 172, segundo 174 y tercero 176 están en ángulo, formando un pico que es el punto más alto alejado de la superficie del acoplador. Otros métodos o interfaces comúnmente conocidos y usados para el encaje por fricción también pueden usarse para situar el acoplador en el interior del canal de la pieza de oído. Adicionalmente, pueden utilizarse métodos distintos del encaje por fricción, como el encolado, para situar el acoplador en el interior del canal de la pieza de oído.

En una realización preferida, los rebordes primero y segundo 172, 174 son de aproximadamente 1,0 mm (0,040 pulgadas) de largo y aproximadamente 0,30 mm (0,012 pulgadas) de alto. El pico del primer reborde 172 se ubica a aproximadamente 0,30 cm (0,12 pulgadas) del segundo extremo 186 del acoplador y aproximadamente 0,25 cm (0,10 pulgadas) alejado del pico del segundo reborde 174. El pico del segundo reborde 174 se ubica a aproximadamente 0,15 cm (0,060 pulgadas) alejado del primer extremo 188 del acoplador 170. El pico del tercer reborde 176 también se ubica a aproximadamente 0,15 cm (0,060 pulgadas) alejado del primer extremo 188 del acoplador 170. El tercer reborde 176 es de aproximadamente 1,02 mm (0,040 pulgadas) de largo y aproximadamente 0,38 mm (0,015 pulgadas) de alto. Cualquier reborde de tamaño adecuado u otra interfaz de encaje por fricción puede usarse para el encaje por fricción del acoplador 170 al interior del canal de la pieza de oído.

El reborde redondeado 178 está centrado a aproximadamente 0,30 cm (0,12 pulgadas) desde el segundo extremo 186 del acoplador 170. El reborde redondeado 178 tiene un canal 180 bajo el cual hay un surco 182 que comienza en el segundo extremo 186 del acoplador 170 y continúa hasta el pico del tercer reborde 176. El surco 182 tiene un diámetro de aproximadamente 0,38 mm (0,015 pulgadas) y una anchura de aproximadamente 0,61 mm (0,024 pulgadas) desde el segundo extremo 186 hasta el reborde redondeado 178. El canal 180 en el reborde redondeado

178 tiene un diámetro de aproximadamente 0,53 mm (0,021 pulgadas) y una anchura de aproximadamente 0,51 mm (0,020 pulgadas). La altura del reborde redondeado 178 medida desde el surco 182 es de aproximadamente 0,84 mm (0,033 pulgadas), 0,46 mm (0,018 pulgadas) de las cuales se extienden por encima de la superficie del acoplador 170. El surco 182 desde el reborde redondeado 178 hasta el pico del tercer reborde 176 se aplana hasta una anchura de aproximadamente 0,15 cm (0,060 pulgadas) y una longitud de aproximadamente 0,15 cm (0,060 pulgadas).

En una realización preferida, el dispositivo de extracción 184 es el sedal que tiene un diámetro de 0,46 cm (0,018 pulgadas) y que pasa de una prueba de 9,1 kg (20 libras). En una realización particularmente preferida, se corta un trozo de sedal de 3,18 cm (1 1/4 pulgadas) de largo, que tiene un extremo embotado y el otro extremo en ángulo. La línea de pesca se enrosca a través del canal 180 en el reborde redondeado 178. Los últimos 0,16 cm (1/16 pulgadas) del extremo romo se aplanan o bien antes o bien después de enhebrar el sedal a través del canal 180. Se tira para apretar el sedal y el extremo aplanado se sitúa en la parte del surco 182 que se extiende desde el reborde redondeado 178 hasta el pico del tercer reborde 176. La parte redonda del sedal se sitúa en la parte restante del surco 182. En una realización particularmente preferida, se aplica pegamento, preferiblemente Pacer 50, Loctite 401 o Loctite 420, o cualquier otro adhesivo adecuado, y polvo de polímero al surco 182 entre el tercer reborde 176 y el reborde redondeado 178 para fijar el dispositivo de extracción 184 al acoplador 170. En una realización preferida, aproximadamente 0,41 cm (0,16 pulgadas) del dispositivo de extracción 184 se pegan al acoplador 170. En una realización preferida, el dispositivo de extracción 184 se recorta a una longitud de 0,79 cm (5/16 pulgadas) desde el segundo extremo de la pieza de oído. En una realización alternativa, el dispositivo de extracción se moldea como parte del acoplador (no mostrado). En una realización alternativa, el tamaño o diámetro del dispositivo de extracción aumenta a medida que el dispositivo de extracción se extiende más allá del acoplador hacia el segundo extremo de la pieza de oído para proporcionar más agarre táctil para el usuario.

#### Datos experimentales

Las piezas de punta de oído mostradas en la figura 10, que tienen el acoplador mostrado en la figura 14 sin la canasta de cera, se enviaron para someterlas a pruebas de atenuación. Los datos de atenuación se obtuvieron según la norma ANSI S3. 19-1974 en un laboratorio de pruebas universitario independiente en Virginia Tech. Se usaron diez pares de las piezas de punta de oído mencionadas anteriormente en un estudio de 10 participantes, 5 hombres y 5 mujeres. El intervalo de edad de los participantes fue de 26 a 43 años, con un intervalo de edad promedio de 32,4 años. Los resultados de las pruebas de treinta ensayos se exponen en la tabla siguiente.

| Centro de banda de 1/3 octava (Hz) | 125 | 250 | 500 | 1000 | 2000 | 3150 | 4000 | 6300 | 8000 |
|------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| Atenuación media (dB)              | 2,7 | 3,2 | 1,2 | 6,7  | 14,9 | 19,2 | 16,7 | 14,8 | 11,0 |
| Desviación estándar (dB)           | 3,5 | 3,1 | 6,5 | 4,2  | 5,3  | 4,0  | 3,7  | 4,8  | 3,8  |

A partir de estos datos de prueba, a las piezas de punta de oído se les dio un índice de reducción de ruido de - 5. El índice de reducción de ruido se calculó por NIOSH, <http://www2a.cdc.gov/hp-dispositivos/useHPDC.html>. Estos resultados muestran que las piezas de punta de oído dadas a conocer proporcionan más atenuación de frecuencias que van desde 2000Hz hasta 6300Hz que para las frecuencias más bajas o más altas. Tal como se comentó en los antecedentes de la invención, este intervalo de frecuencias abarca aquellas frecuencias en las que el oído tiene naturalmente una resonancia más alta y, por lo tanto, requeriría la mayor atenuación para evitar daños. Por tanto, las piezas de punta de oído dadas a conocer atenúan el sonido lo máximo a las frecuencias que más requieren atenuación, mientras que proporcionan menos atenuación del sonido en las otras frecuencias. Esto proporciona protección auditiva en las frecuencias más propensas a provocar pérdida o daño auditivo mientras ayuda a mantener la calidad y claridad del sonido al no atenuar excesivamente aquellas frecuencias que no provocan una alta resonancia natural del oído y son generalmente más difíciles de oír.

Adicionalmente, los estudios han demostrado que a frecuencias superiores a 5000Hz insertar un tapón tradicional en el canal auditivo del usuario provoca la pérdida de la resonancia natural del oído y también provoca una atenuación desequilibrada del sonido que es aproximadamente de 15dB a 20dB mayor que para frecuencias más bajas. Patricia A. Niquette, MA, *Uniform Attenuation Hearing Protection Devices*, Hearing Review, marzo de 2007, [http://www.hearingreview.com/issues/articles/2007-03\\_07.asp](http://www.hearingreview.com/issues/articles/2007-03_07.asp). Esto da como resultado una "deficiencia de agudos" a frecuencias superiores a 5000Hz, lo que hace que los sonidos sean amortiguados y poco claros. Si un usuario tiene pérdida auditiva en frecuencias superiores a 5000Hz, usar protección auditiva que además amortigua esas frecuencias altas reduce la capacidad del usuario para comunicarse en un ambiente ruidoso. Las piezas de punta de oído dadas a conocer, tal como se muestra por los datos de atenuación comentados anteriormente, no proporcionan tanta atenuación a frecuencias por encima de 5000Hz, lo que permite a un usuario ser capaz de escuchar sonidos a esas frecuencias más claramente, mejorando, por tanto, la calidad y la claridad de sonido general.

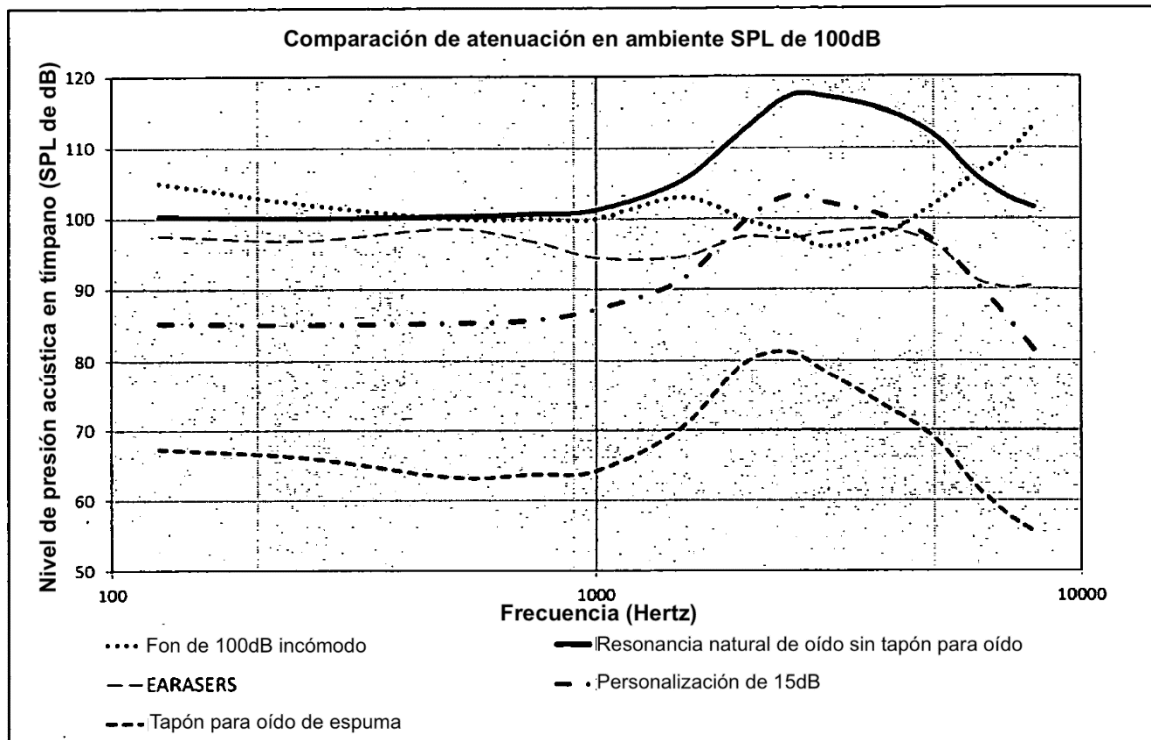
La capacidad de la pieza de oído dada a conocer para atenuar selectivamente las frecuencias más dañinas no se proporciona por tapones para oídos convencionales. Por ejemplo, Etymotic Research, Inc. ubicada en Elk Grove

Village, Illinois produce ETY - Plugs® y también proporciona información sobre la clasificación de reducción de ruido de los tapones para oídos en su sitio web como formulario ER 20™. El índice de reducción de ruido de estos tapones para oídos es 12. Los datos de atenuación se muestran a continuación.

| Frecuencia en Hz          | 125  | 250  | 500  | 1000 | 2000 | 4000 | 8000 |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Atenuación media en dB    | 13,2 | 15,3 | 16,7 | 18,3 | 20,8 | 18,3 | 21,6 |
| Desviación estándar en dB | 2,5  | 2,3  | 2,2  | 3,1  | 2,8  | 2,0  | 2,9  |

Estos resultados muestran que los tapones convencionales ofrecen una atenuación media en todas las frecuencias, en lugar de la atenuación selectiva mostrada por las piezas de punta de oído dadas a conocer. Esto da como resultado el "efecto de inserción" comentado anteriormente en las frecuencias más bajas, que provoca que sean más difíciles de oír y que disminuye la claridad y calidad del sonido.

Una comparación de la atenuación de las piezas de punta de oído dadas a conocer, llamadas Earasers, con tapones para oídos de espuma convencionales, tapones para oídos personalizados de 15dB, un nivel de sonido incómodo y una resonancia natural del oído sin tapones para oídos se representó en el siguiente gráfico basándose en un ambiente de nivel de presión acústica de 100dB ("SPL"). Las curvas del gráfico se determinaron añadiendo la resonancia natural de oído a una frecuencia particular con el tapón para oído o atenuación de la pieza de oído del sonido a la misma frecuencia.



La curva "Fon de 100dB incómodo" se conoce generalmente en la industria y proviene de curvas de contorno de igual sonoridad Fletcher-Munson, que se encuentran en la norma ISO 226: 2006 revisada. Esta curva representa una SPL de 100dB a 1000Hz y el correspondiente contorno de igual sonoridad de otras frecuencias audibles. La curva "Resonancia natural de oído sin tapón para oído" es el resultado de añadir la resonancia media sin ayuda de oído trasero de oído adulto ("REUR") de los Laboratorios Acústicos Nacionales de Australia, que se puede encontrar en "Equations and Constants to Calculate NAL-NL1 Outputs", versión del documento NAL-NL31, 9 de febrero de 2006, pág. 30, 45d HS, a un SPL de 100dB en todas las frecuencias. La curva "EARASERS" es el resultado de añadir la resonancia de oído natural sin tapón para oído a los datos de atenuación de Virginia Tech mencionados anteriormente obtenidos según la norma ANSI S3. 19-1974. La curva "Tapón para oído de espuma" es el resultado de añadir la resonancia de oído natural sin tapón para oído a los datos de atenuación de la ficha técnica ER20™ de Etymotic Research para sus ETY - Plugs®. La curva "Personalización de 15dB" es el resultado de agregar la resonancia de oído natural sin tapón para oído a los datos de atenuación de la ficha técnica ER15™ de Etymotic Research para sus tapones para oídos personalizados.

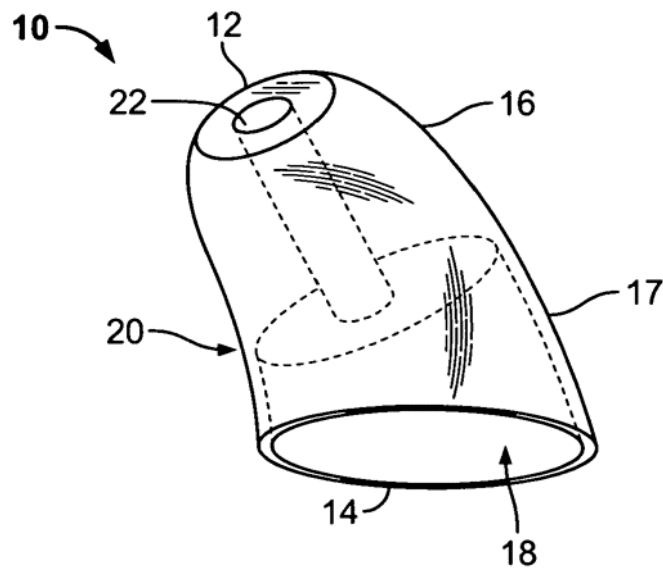
El gráfico comparativo muestra que la pieza de oído dada a conocer, "EARASERS", produce una respuesta de frecuencia plana, a diferencia de los tapones para oídos convencionales de espuma o incluso los tapones para oídos

personalizados. La respuesta de frecuencia plana de la pieza de oído dada a conocer mantiene la calidad de sonido mientras que protege de manera efectiva frente a daños auditivos.

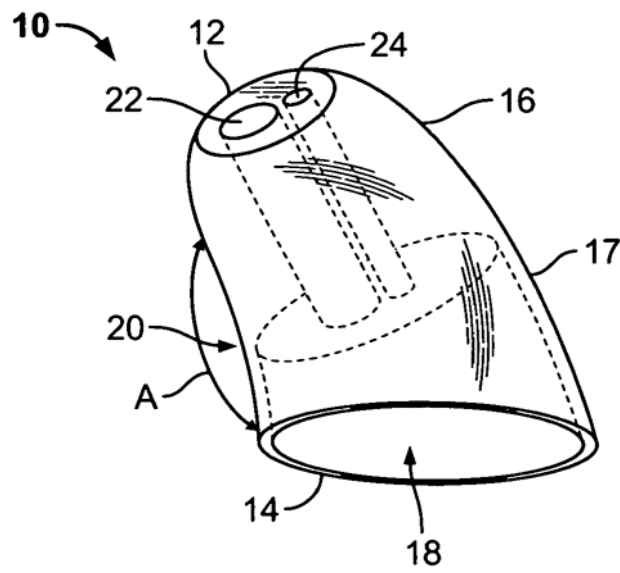
- 5 Si bien se han descrito varias realizaciones, será evidente para los expertos en la técnica que son posibles muchas más realizaciones e implementaciones dentro del alcance de la invención. El alcance de la invención se define por las reivindicaciones.

# REIVINDICACIONES

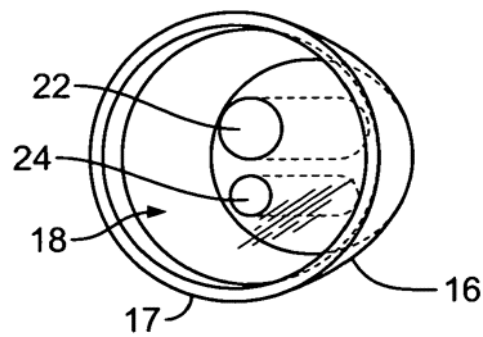
1. Pieza de oído (90) adecuada para la inserción en un canal auditivo humano para atenuar el sonido que se transmite al oído, comprendiendo la pieza de oído:  
5 un primer extremo (92, 96);  
un segundo extremo reversiblemente compresible (94, 97);  
10 una parte arqueada (100) situada entre el primer extremo y el segundo extremo;  
un canal (102) formado dentro de y que pasa por el primer extremo; y  
15 un atenuador de sonido (112);  
en la que el primer extremo tiene un tamaño y una forma que se aproxima a la forma del canal auditivo humano, de manera que, en uso, el primer extremo puede alinear la pieza de oído en el canal auditivo, en la que el segundo extremo reversiblemente compresible está formado por un hueco (98) que tiene paredes delgadas que, en uso, se adaptan a la forma del canal auditivo para crear un sello, de manera que puede sellar el canal auditivo, en el que el canal está abierto al hueco, de manera que, en uso, puede transmitir sonido al tímpano, y  
20 en la que el atenuador de sonido se sitúa dentro del canal y, en uso, atenúa el sonido que se transmite al oído,  
25 caracterizada porque el primer extremo no es hueco.
2. Pieza de oído según la reivindicación 1, en la que la parte arqueada comprende una curva interior (A) dimensionada y conformada para aproximarse a la forma de una primera o segunda parte arqueada del canal auditivo cuando se inserta el primer extremo en el canal auditivo.
3. Pieza de oído según la reivindicación 1, en la que la parte arqueada comienza en el segundo extremo y se vuelve más pronunciada a medida que avanza al primer extremo.
- 35 4. Pieza de oído según la reivindicación 1, que comprende además un acoplador (110) insertado en el canal para retener el atenuador de sonido.
5. Pieza de oído según la reivindicación 4, en la que se coloca una cesta de cera (140) en el interior del acoplador para evitar la acumulación de cera de oídos.
- 40 6. Pieza de oído según la reivindicación 4, en la que el acoplador incluye un dispositivo de retirada (152) para facilitar la retirada de la pieza de oído del canal auditivo.
7. Pieza de oído según la reivindicación 4, en la que el acoplador incluye un dispositivo de inserción (119) para facilitar la colocación de la pieza de oído en el interior del canal auditivo.
- 45 8. Pieza de oído según la reivindicación 1, en la que el atenuador de sonido es: (a) un filtro (136); o (b) un tapón (160).
- 50 9. Pieza de oído según la reivindicación 1, en la que el atenuador de sonido es un amortiguador.
10. Pieza de oído según la reivindicación 1, en la que el atenuador de sonido es reemplazable.
11. Pieza de oído según la reivindicación 1, en la que los extremos primero y segundo están dimensionados y conformados para insertarse en el canal auditivo de manera que no sobresale ninguna parte de la pieza de oído fuera del canal auditivo.
- 55 12. Pieza de oído según la reivindicación 1, en la que el primer extremo tiene una sección transversal que es una elipse con una cuerda corta que va desde 4,58 mm (0,18 pulgadas) hasta 6,86 mm (0,27 pulgadas),  $\pm$  1,27 mm (0,05 pulgadas), y una cuerda larga que va desde 6,61 mm (0,26 pulgadas) a 9,15 mm (0,36 pulgadas),  $\pm$  1,27 mm (0,05 pulgadas).
- 60 13. Pieza de oído según la reivindicación 1, en la que el primer extremo tiene una longitud de aproximadamente 8,89 mm (0,35 pulgadas).
- 65 14. Pieza de oído según la reivindicación 1, que tiene además un segundo canal (24).



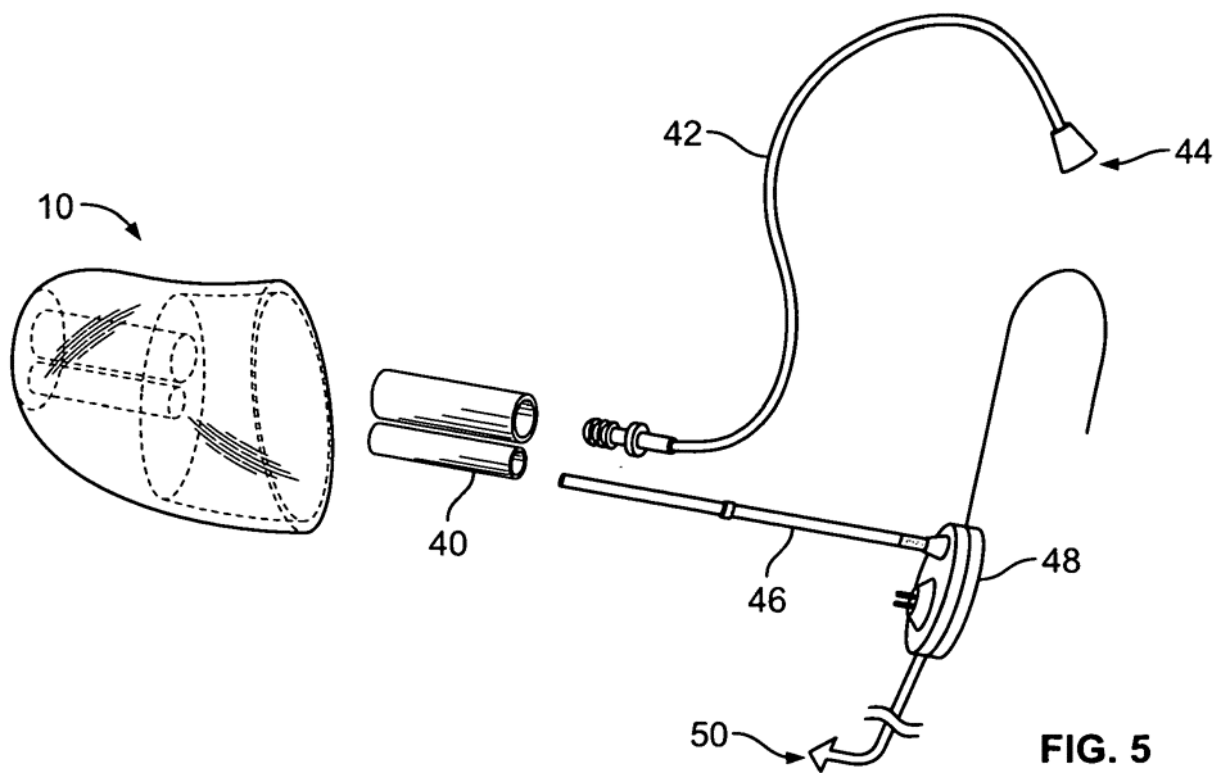
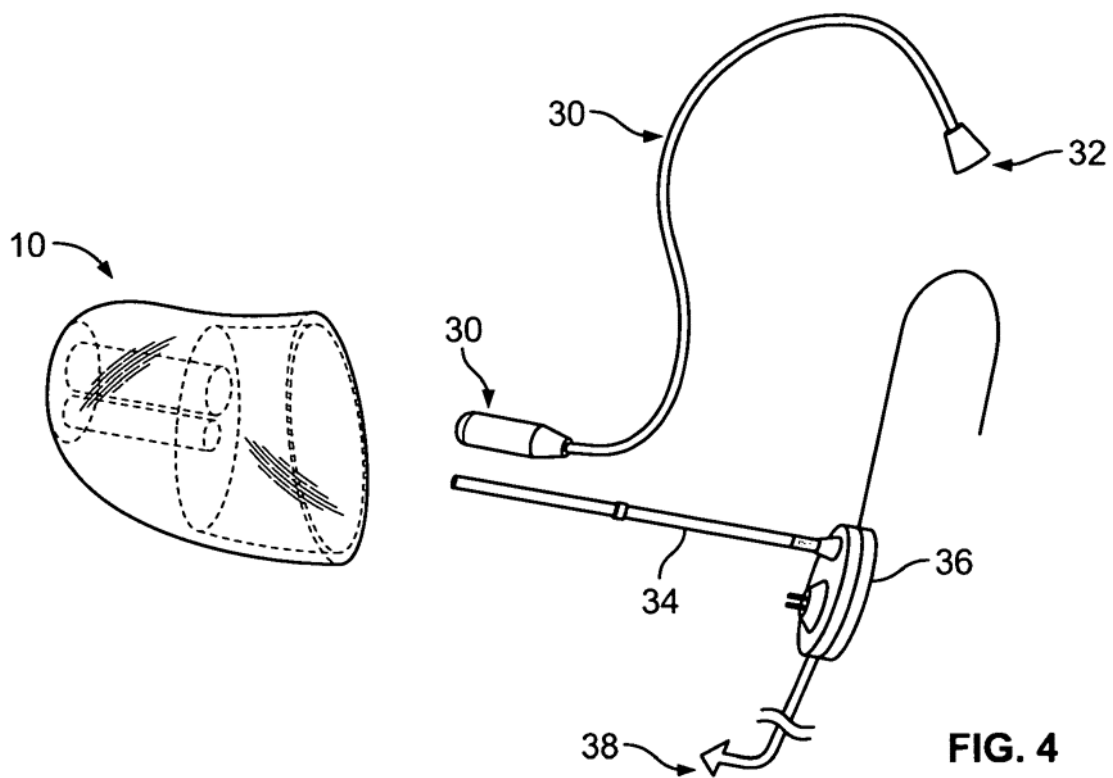
**FIG. 1**



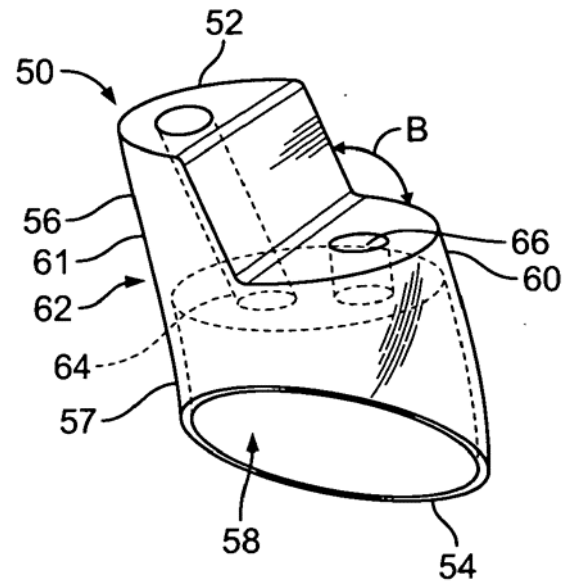
**FIG. 2**



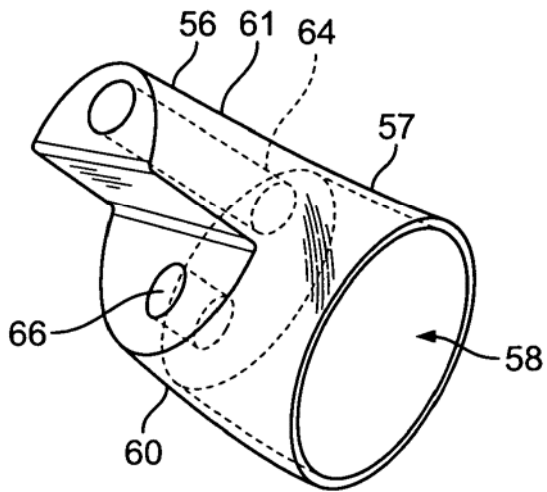
**FIG. 3**



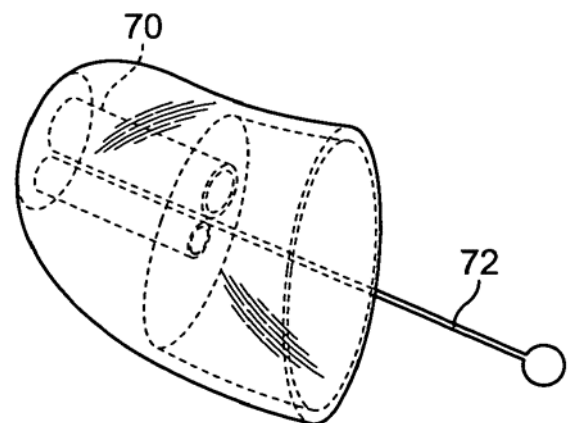




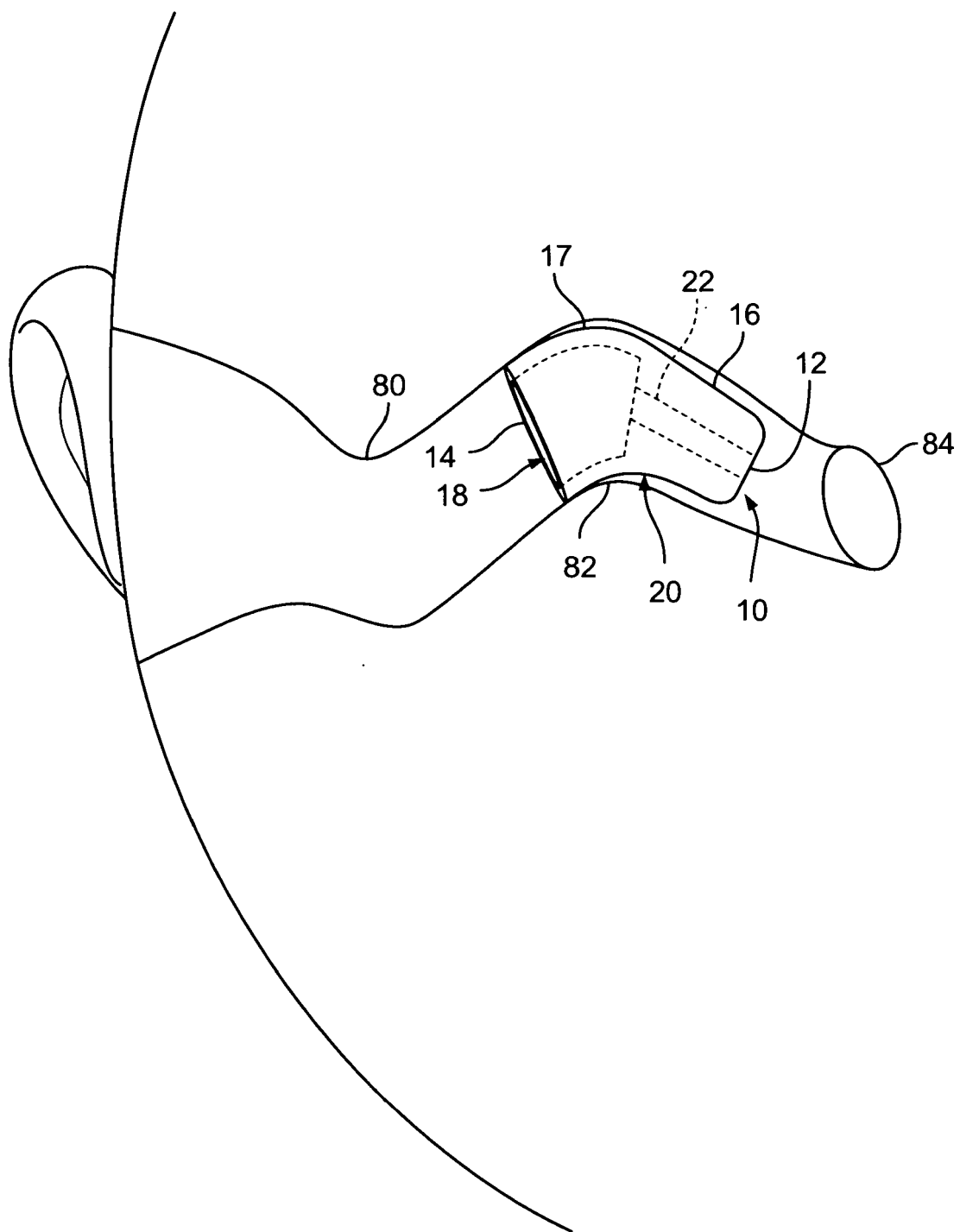
**FIG. 6**



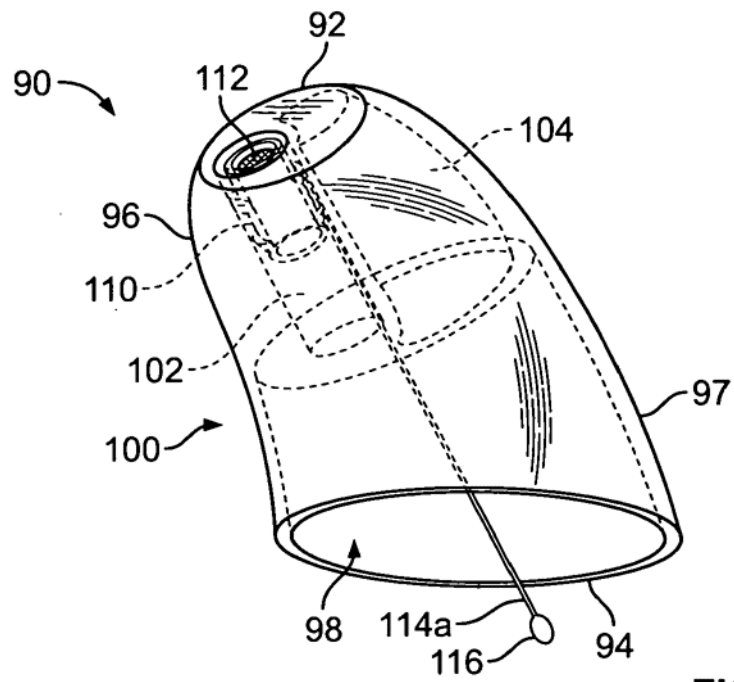
**FIG. 7**



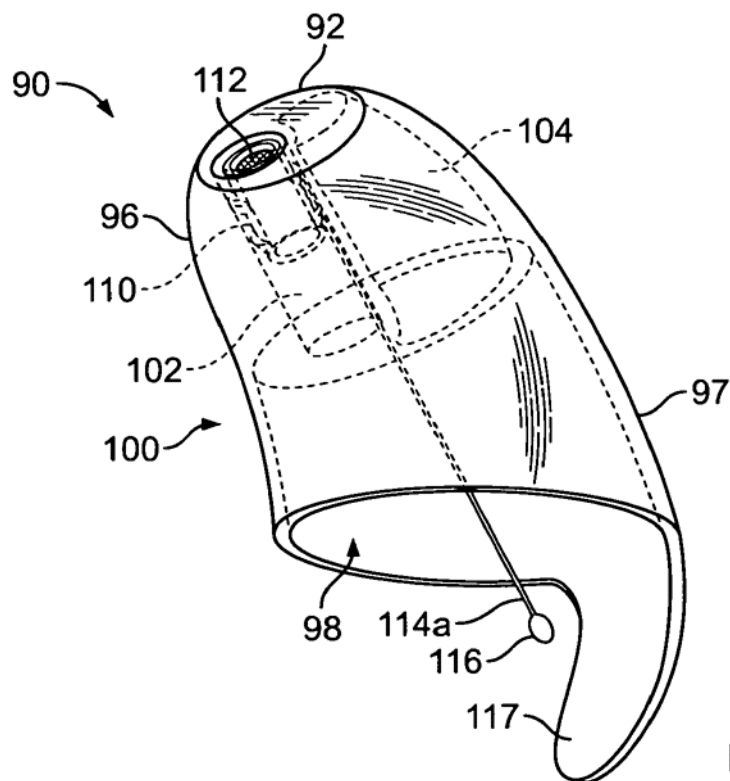
**FIG. 8**



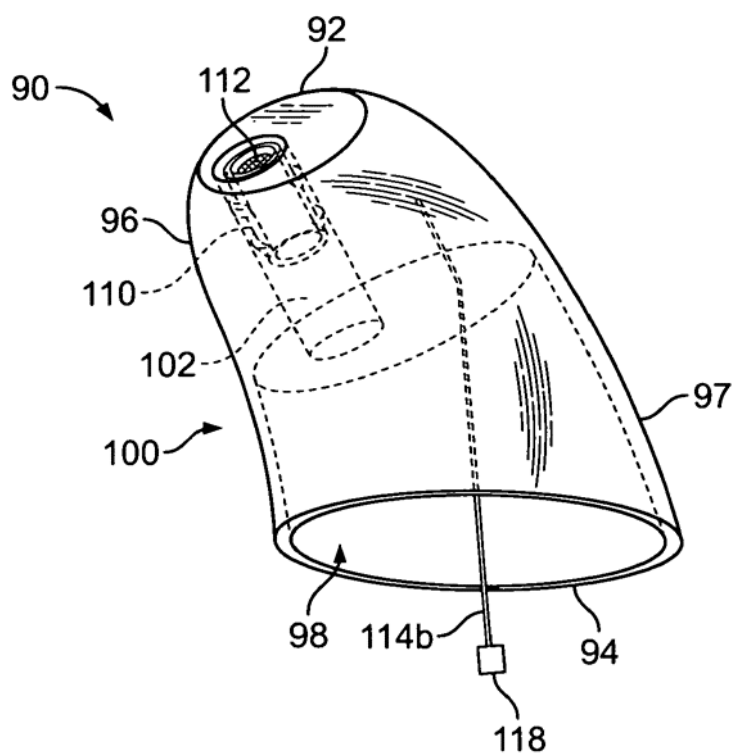
**FIG. 9**



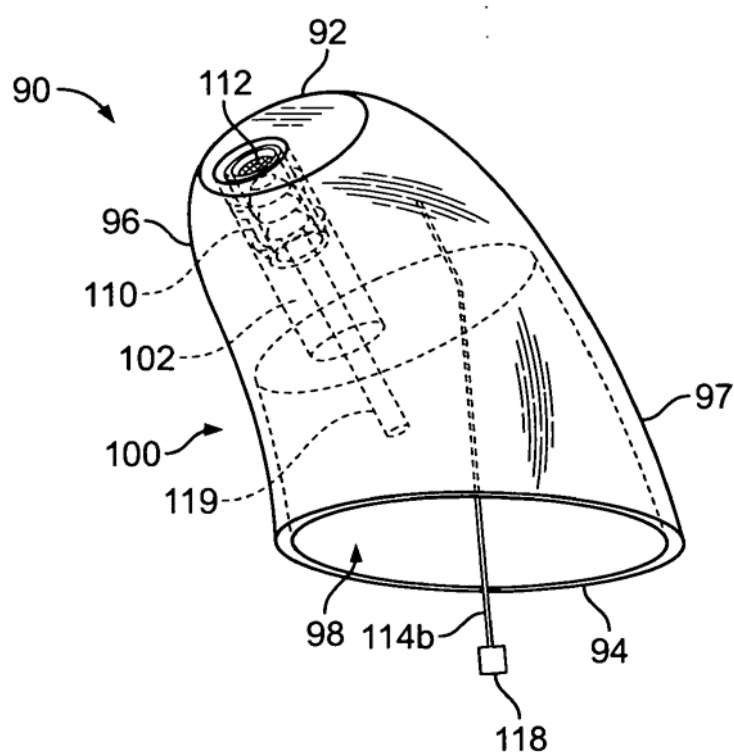
**FIG. 10**



**FIG. 11**



**FIG. 12**



**FIG. 13**

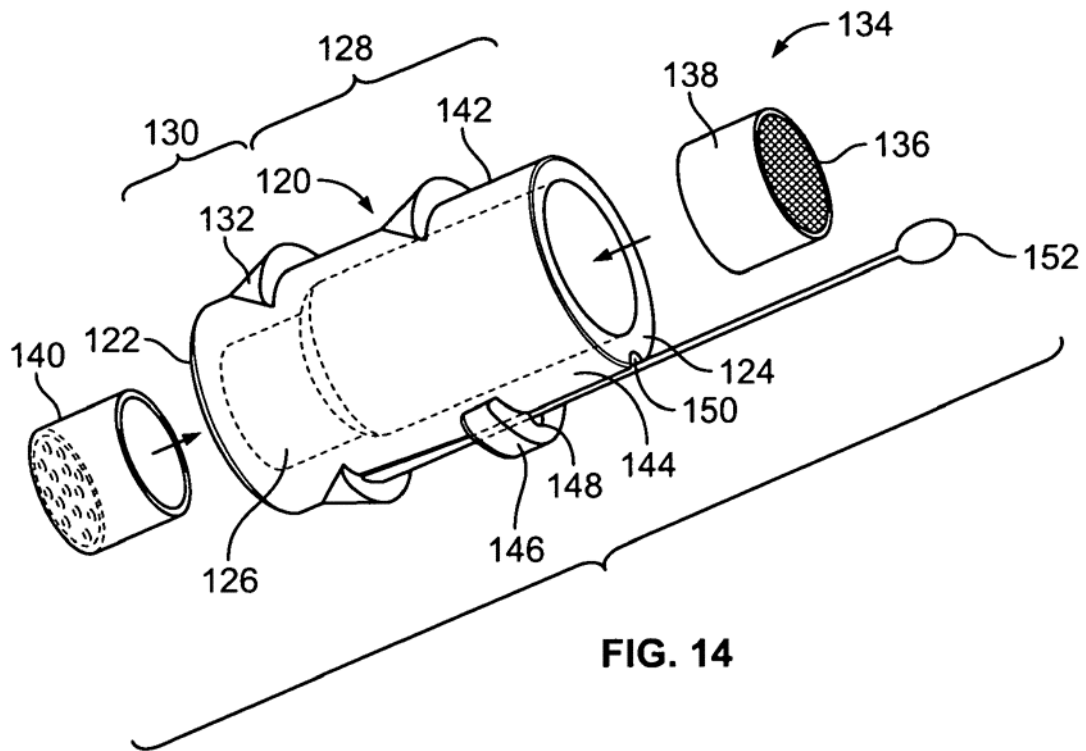


FIG. 14

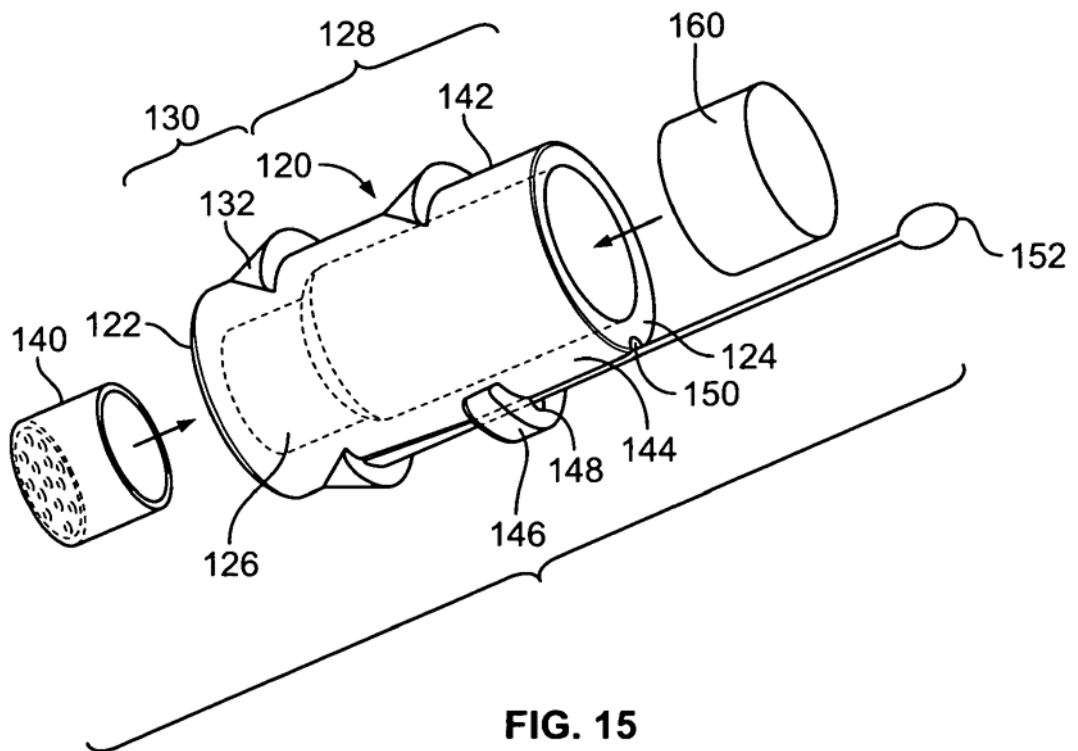
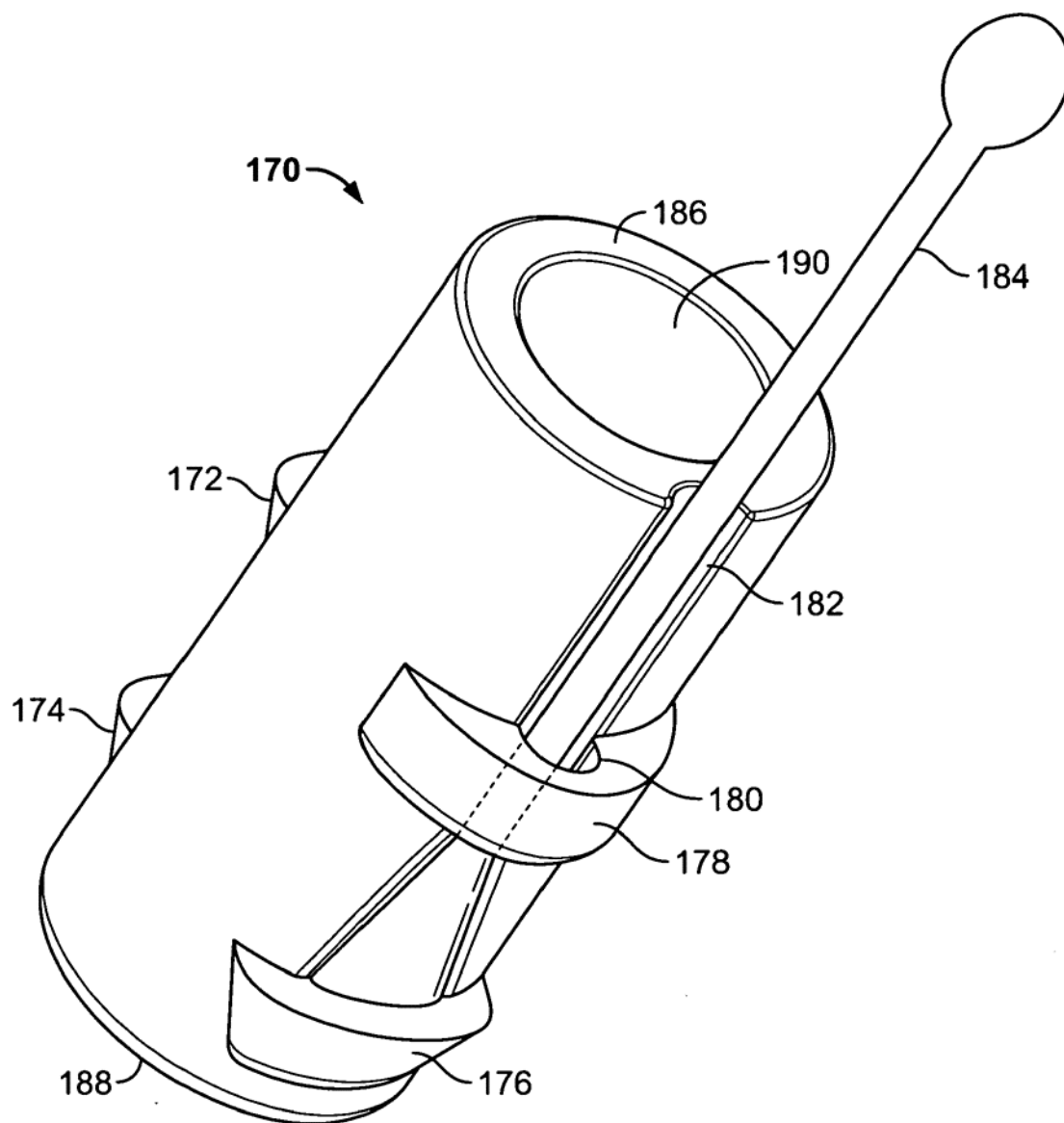


FIG. 15



**FIG. 16**