



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 267 670**

51 Int. Cl.:
G01H 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **01271526 .4**

86 Fecha de presentación : **16.11.2001**

87 Número de publicación de la solicitud: **1356255**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **29.10.2003**

54 Título: **Procedimiento y aparato para la determinación *in situ* del aislamiento acústico proporcionado por un dispositivo para el interior del oído.**

30 Prioridad: **20.12.2000 US 739962**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2007

73 Titular/es: **Sonomax Hearing Healthcare, Inc.**
8375 Mayrand Street
Montreal, Quebec H4P 2E2, CA

72 Inventor/es: **Voix, Jérémie y**
Laville, Frédéric

74 Agente: **Carpintero López, Francisco**

ES 2 267 670 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

Procedimiento y aparato para la determinación *in situ* del aislamiento acústico proporcionado por un dispositivo para el interior del oído.

Campo de la invención

La presente invención se refiere a dispositivos para el interior del oído, y más particularmente a un procedimiento y a un aparato para la determinación *in situ* del aislamiento acústico proporcionado por dispositivos para el interior del oído, tales como dispositivos de ayuda a la audición (HAD), dispositivos de protección del oído (HPD) y similares.

Antecedentes de la invención

El entorno ruidoso en nuestra sociedad industrial constituye un problema de salud para muchos trabajadores, así como para gente relacionada con actividades de ocio que generan ruidos elevados.

Los usuarios llevan a menudo tapones para los oídos cuando manejan maquinaria ligera, como por ejemplo motosierras, maquinaria pesada, como por ejemplo en la industria del papel, la industria de impresión o en máquinas de la industria de la aviación, cuando se participa en actividades deportivas, tales como el tiro al blanco, y al asistir a distintos eventos, tales como carreras automovilísticas, espectáculos de camiones, y conciertos de rock y similares.

El estado de la técnica hace mención de tapones para los oídos del tipo de "ajuste universal", estos tapones se denominan a menudo de "ajuste universal" porque están diseñados para adaptarse al contorno del conducto auditivo de cualquier persona, a fin de proporcionar una protección auditiva. Para colocar el tapón para oídos de "ajuste universal", el usuario debe comprimir y/o conformar primero el tapón, deformándolo, haciendo un taco o enrollándolo, y ubicando después el tapón en su conducto auditivo. En el caso de los tapones de espuma, el tapón debe introducirse antes de que se expanda.

Para muchos individuos, estos tapones para oídos de "ajuste universal" son difíciles de introducir de manera adecuada. Si el usuario conforma el tapón de forma incorrecta cuando se introduce en el conducto auditivo, pueden aparecer pliegues o espacios vacíos que permiten el paso del sonido hacia el tímpano del usuario, reduciendo de este modo la eficacia de la protección del usuario por parte de los tapones. Además, algunos de estos tapones son normalmente más grandes de lo que la gente necesitaría, ya que han sido diseñados para ajustarse a conductos auditivos que son mayores que la media, a fin de adaptarse a una amplia variedad de usuarios. Finalmente, para algunos usuarios los tapones para oídos de "ajuste universal" resultan incómodos, y al tocar el tapón para oídos de espuma a fin de enrollarlo con los dedos sucios puede provocarse una infección del oído externo y medio.

Los tapones para oídos moldeados a medida pueden ser una alternativa atractiva a los tapones para oídos de "ajuste universal", y presentan ventajas en cuanto a comodidad, un ajuste más fiable, y costes a largo plazo menores debido a su vida útil más larga. Además, los tapones para oídos moldeados a medida pueden ofrecer ciertas ventajas de higiene en entornos sucios, ya que el usuario no tiene que comprimirlos o conformarlos con sus dedos antes de ponérselos.

El moldeado de un tapón para oídos *in situ* utilizando una resina autovulcanizante no es un procedi-

miento ideal para crear un tapón para oídos moldeado a medida. Será necesario un doctor o un técnico entrenado para hacer el molde, ya que la fabricación del molde requiere una resina o masilla muy viscosa que se depositará en el interior del oído del paciente. El objetivo al obtener el molde del oído es contar con un modelo que siga todos los contornos internos del conducto auditivo y que no tenga espacios vacíos o pliegues debido a las burbujas de aire atrapadas. Compactar la resina en el conducto auditivo para lograr este objetivo puede ser muy doloroso para el paciente. Después de que la resina se ha introducido en el oído, puede ser necesario aplicar manualmente presión desde el exterior del oído a fin de asegurar que la resina se endurezca el interior del conducto auditivo. El paciente debe estar sentado sin moverse, sin mover la mandíbula, durante varios minutos hasta que el molde se solidifica.

Además del dolor considerable provocado en muchos pacientes, el moldeado de un tapón para oídos *in situ* también padece el problema común de la formación de espacios vacíos en el mismo, lo que reduce la eficacia del tapón para oídos producido.

Los tapones para oídos expansibles parcialmente moldeados a medida también pueden ofrecer las mismas ventajas. A la persona a la que se le colocará este tapón para oídos, se le introduce primeramente un tapón para oídos preconformado que tiene una forma aproximada al conducto auditivo del usuario. Preferiblemente, el dispositivo preconformado estará disponible en diferentes tamaños básicos, a fin de obtener el tamaño más adecuado para el usuario. El tamaño seleccionado debería presentar un pequeño espacio para permitir una expansión óptima, llevada a cabo mediante un material compuesto endurecible inyectado. Es muy importante en ese caso ser preciso en la cantidad de compuesto inyectado, ya que un pequeño exceso puede provocar un nivel de presión de inflado que puede ser muy doloroso para el paciente, y, al mismo tiempo, un tapón para oídos no puede proporcionar un aislamiento acústico eficaz con una presión de inflado menor. Es muy difícil, o incluso imposible, obtener una expansión óptima sin determinar *in situ* el aislamiento acústico proporcionado por un tapón para oídos.

Todo lo que se ha descrito anteriormente se refiere específicamente a tapones para oídos, aunque se entenderá que podrá aplicarse de manera similar a cualquier dispositivo para el interior del oído, refiriéndose este último a un dispositivo de tapón para oídos (o dispositivo de protección auditiva (HPD)) o a un dispositivo de ayuda a la audición (HAD), para los cuales sea necesaria una atenuación o una amplificación del nivel, respectivamente.

La patente de Estados Unidos número 5.757.930, concedida a Seidmann el 26 de mayo de 1998, y la patente de Estados Unidos número 5.790.795, concedida a Seidmann el 26 de octubre de 1999, describen un aparato adaptado solamente para la medición del nivel de sonido en el interior del oído, sin ninguna comparación con un sonido del entorno. La patente de Estados Unidos número 5.577.511, concedida a Killion el 26 de noviembre de 1996, describe el objeto de oclusión y un procedimiento para medir su oclusión a partir del sonido circundante existente, sin una medición de banda amplia desde una fuente de sonido de control. Este dispositivo de medición no puede utilizarse de manera eficaz para determinar una dife-

rencia de nivel de sonido precisa proporcionada por el objeto.

Además, la patente de Estados Unidos número 5.044.373, concedida a Northeved el 3 de septiembre de 1991, se refiere al procedimiento y aparato para la medición de niveles de presión de sonido en el conducto auditivo de una persona, en relación con el ajuste de dicho aparato. Los autores utilizaban el micrófono de referencia, ubicado lejos del dispositivo para el interior del oído, y además, este aparato solamente se puede introducir en el interior del oído aparte del dispositivo tradicional. En consecuencia, esta invención no representaba correctamente una diferencia de nivel de sonido real proporcionada por el dispositivo para el interior del oído, introducido en el conducto auditivo de un individuo, y es especialmente poco indicado para medir diferencias de nivel de sonido proporcionadas por tapones para oídos, así como incompatible con dispositivos de amplificación de la audición. Según esta invención, lo mejor sería que su sonda se pudiese ubicar a una distancia de aproximadamente 1 mm del tímpano. Sin embargo, es difícil hacer esto y asegurarse de que la sonda no toque el tímpano, debido a que la longitud y la forma del conducto auditivo difieren para cada persona.

En la patente de Estados Unidos número 5.317.273, de J. Hauson, 31/3/1994, se muestra otro ejemplo de un aparato que es capaz de determinar el nivel de aislamiento acústico proporcionado por un dispositivo para el interior del oído.

Adicionalmente, no existe una forma objetiva de medir un valor de pérdida de inserción (IL) proporcionado por un dispositivo para el interior del oído. La estimación del IL descrita en todos los estándares (ANSI, ISO, CSA, etc.) se realiza subjetivamente por el individuo que lleva el dispositivo para el interior del oído, tal y como se describirá en más detalle a continuación.

Objetivos de la invención

Es por lo tanto un objetivo general de la presente invención proporcionar un procedimiento mejorado y un aparato mejorado para determinar *in situ* el aislamiento acústico proporcionado por un dispositivo para el interior del oído de protección o de ayuda auditiva, que eviten las desventajas mencionadas anteriormente.

Otra ventaja de la presente invención es que el aparato para determinar *in situ* el aislamiento acústico proporcionado por un dispositivo para el interior del oído asegura un ajuste perfecto y un buen aislamiento acústico del dispositivo, que puede obtenerse fácilmente con una buena comodidad para el usuario potencial.

Otra ventaja de la presente invención es que el procedimiento y el aparato para determinar *in situ* el aislamiento acústico proporcionado por un dispositivo para el interior del oído proporcionan una protección eficaz contra el ruido para protectores auditivos, y una eliminación de ruidos de retroalimentación para dispositivos de comunicación o ayuda a la audición.

Otra ventaja adicional de la presente invención es que el procedimiento y el aparato para determinar *in situ* el aislamiento acústico proporcionado por un dispositivo para el interior del oído permiten un control de la oclusión del conducto auditivo del oído durante la sesión de inyección del compuesto endurecible en los dispositivos para el interior del oído expansibles.

Otra ventaja de la presente invención es que el

procedimiento y el aparato para determinar *in situ* el aislamiento acústico proporcionado por un dispositivo para el interior del oído permiten un rendimiento eficaz en el aislamiento, la atenuación, la comunicación y la medición y similares de los dispositivos para el interior del oído.

Otra ventaja de la presente invención es que el procedimiento y el aparato para determinar *in situ* el aislamiento acústico proporcionado por un dispositivo para el interior del oído permiten una estimación objetiva de la pérdida de inserción proporcionada por los dispositivos para el interior del oído, y un valor de estimación de cualquier parámetro estándar que podría derivarse.

Otros objetivos y ventajas de la presente invención resultarán evidentes a partir de una atenta lectura de la presente descripción detallada, haciendo referencia a los dibujos que se acompañan.

Resumen de la invención

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato para determinar *in situ* un aislamiento acústico proporcionado por un dispositivo para el interior del oído introducido en un conducto auditivo de un individuo, teniendo dicho dispositivo para el interior del oído un orificio de sonido con una abertura al entorno y con una abertura al oído en el exterior y en el interior de dicho conducto auditivo, respectivamente, comprendiendo dicho aparato un dispositivo de medición de sonido para acoplarse de forma amovible a dicha abertura al entorno de dicho orificio de sonido de dicho dispositivo para el interior del oído, e incluyendo un micrófono de sonda y un micrófono de referencia aislados el uno del otro y conectados a una unidad de procesamiento de datos que tiene una caja de control y una fuente de sonido de referencia, estando conectadas ambas a una unidad de ordenador, midiendo dichos micrófonos de sonda y de referencia un nivel de presión de sonido en el interior de dicho conducto auditivo de dicho individuo y un nivel de presión de sonido de dicho entorno en estrecha proximidad a dicho dispositivo para el interior del oído, respectivamente, correspondiendo dichos niveles de presión de sonido a una señal de sonido conocida creada por dicha fuente de sonido de referencia en una entrada al oído del individuo en estrecha proximidad a dicho dispositivo para el interior del oído, registrando y procesando dicha unidad de procesamiento de datos dichos niveles de presión de sonido leídos por dichos micrófonos de sonda y de referencia para alimentar dicha unidad de ordenador, proporcionando la unidad de ordenador un valor calculado correspondiente de una diferencia de nivel de sonido inducida por dicho dispositivo para el interior del oído.

Preferiblemente, el dispositivo para el interior del oído es expansible y también tiene un conducto de inyección con un extremo abierto en el exterior de dicho conducto auditivo, y un extremo cerrado en el interior de dicho dispositivo para el interior del oído, para alojar un material compuesto endurecible en el mismo a fin de permitir que dicho dispositivo para el interior del oído se adapte de forma adecuada a dicho conducto auditivo de dicho individuo, controlando dicho aparato continuamente dicho valor calculado de dicha diferencia de nivel de sonido durante una inyección lenta de dicho material compuesto en dicho dispositivo expansible para el interior del oído a través de dicho conducto de inyección, indicando dicha unidad

de procesamiento de datos la detención de la inyección de dicho material compuesto en dicho dispositivo expansible para el interior del oído al obtener un valor calculado de una diferencia de nivel de presión de sonido de dicho dispositivo para el interior del oído que se corresponde con una primera incidencia en la que es sustancialmente igual a una diferencia de nivel de presión de sonido predeterminada o a una condición de diferencia de nivel de sonido sustancialmente estable en el tiempo.

Preferiblemente, dicha diferencia de nivel de presión de sonido predeterminada o dicha diferencia de nivel de sonido estable en el tiempo se determinan en un intervalo de frecuencias preseleccionado.

Preferiblemente, la unidad de ordenador incluye un miembro de visualización que muestra dicho valor calculado de dicha diferencia de nivel de sonido inducida por dicho dispositivo para el interior del oído.

Alternativamente, el aparato comprende un segundo dispositivo de medición para acoplarse de forma amovible a una abertura al entorno (13) de un orificio de sonido de un segundo dispositivo para el interior del oído introducido en un segundo conducto auditivo de dicho individuo, estando conectado dicho segundo dispositivo de medición simultáneamente a dicha caja de control de dicha unidad de procesamiento de datos, registrando y procesando la unidad de procesamiento de datos segundos niveles de presión leídos por unos segundos micrófonos de sonda y de referencia de dicho segundo dispositivo de medición de sonido, respectivamente, para alimentar simultáneamente dicha unidad de ordenador, proporcionando la unidad de ordenador un segundo valor calculado correspondiente de una segunda diferencia de nivel de sonido inducida por dicho segundo dispositivo para el interior del oído.

Preferiblemente, la unidad de ordenador incluye un miembro de visualización que muestra dichos valores calculados de dichas diferencias de nivel de sonido inducidas por dichos dispositivos para el interior del oído respectivos.

Preferiblemente, la caja de control filtra y envía secuencialmente dichos niveles de presión de sonido leídos por dichos micrófonos de sonda y de referencia de dicho dispositivo de medición de sonido a dicha unidad de ordenador.

Preferiblemente, la caja de control filtra dichos niveles de presión de sonido leídos por dichos micrófonos de sonda y de referencia de dicho primer y dicho segundo dispositivos de medición de sonido, y tiene un multiplexor para enviar secuencialmente los niveles de presión de sonido a dicha unidad de ordenador.

Alternativamente, el dispositivo para el interior del oído tiene un segundo orificio de sonido con una abertura al entorno y una abertura al oído en el exterior y en el interior de dicho conducto auditivo, respectivamente, incluyendo dicho aparato un dispositivo remoto que se acopla de forma amovible a dicha abertura al entorno de dicho segundo orificio de sonido durante la medición de dichos niveles de presión de sonido por dichos micrófonos de sonda y de referencia.

Preferiblemente, la unidad de ordenador contiene factores de corrección predeterminados y un coeficiente de transferencia, determinando dicho aparato un valor de pérdida de inserción estimado proporcionado por dicho dispositivo para el interior del oído a partir de dicho valor calculado de dicha diferencia de

nivel de sonido, de dichos factores de corrección predeterminados y de dicho coeficiente de transferencia.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un procedimiento para determinar *in situ* el aislamiento acústico proporcionado por un dispositivo para el interior del oído introducido en un conducto auditivo de un individuo, teniendo dicho dispositivo para el interior del oído un orificio de sonido con una abertura al entorno y con una abertura al oído (14) en el exterior y en el interior de dicho conducto auditivo, respectivamente, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:

- a) proporcionar un dispositivo de medición de sonido que incluye un micrófono de sonda y un micrófono de referencia aislados el uno del otro y una unidad de procesamiento de datos que tiene una caja de control y una fuente de sonido de referencia, estando conectadas ambas a una unidad de ordenador;
- b) conectar dicho dispositivo de medición de sonido a dicha unidad de procesamiento de datos;
- c) comprobar la conexión de dicho dispositivo de medición de sonido a dicha unidad de procesamiento de datos midiendo una señal de ruido conocida desde dicha fuente de sonido de referencia con dichos micrófonos de sonda y de referencia;
- d) acoplar dicho dispositivo de medición de sonido a dicha abertura al entorno de dicho orificio de sonido, midiendo dichos micrófonos de sonda y de referencia un nivel de presión de sonido en el interior de dicho conducto auditivo de dicho individuo y un nivel de presión de sonido de dicho entorno en estrecha proximidad a dicho dispositivo para el interior del oído, respectivamente;
- e) enviar una señal de ruido conocida desde dicha fuente de sonido de referencia (51);
- f) registrar niveles de presión de sonido (P3', P2') leídos por dichos micrófonos de sonda (42) y de referencia (44) correspondientes a dicha señal de fuente de ruido conocida;
- g) procesar dichos niveles de presión de sonido medidos (P3', P2') para alimentar dicha unidad de ordenador (54); y
- h) obtener un valor calculado de una diferencia de nivel de sonido inducida por dicho dispositivo para el interior del oído (10).

Preferiblemente, el procedimiento comprende, después de la etapa a), la etapa de:

- a1) llevar a cabo la calibración de dicha unidad de procesamiento de datos para comprobar una conexión correcta de dicha caja de control a dicha unidad de ordenador.

Preferiblemente, el dispositivo para el interior del oído es expansible y también tiene un conducto de inyección con un extremo abierto en el exterior de dicho canal auditivo para alojar un dispositivo de inyección

lleno de un material compuesto endurecible en el mismo, y con un extremo cerrado en el interior de dicho dispositivo para el interior del oído para alojar dicho material compuesto endurecible en el mismo, a fin de permitir que dicho dispositivo para el interior del oído se adapte de forma adecuada a dicho conducto auditivo de dicho individuo, comprendiendo dicho procedimiento, después de las etapas e) y h), respectivamente, las etapas de:

- e1) iniciar una inyección lenta de dicho material compuesto desde dicho dispositivo de inyección en dicho dispositivo expansible para el interior del oído a través de dicho conducto de inyección;
- h1) repetir las etapas e) a h) para controlar continuamente dicho valor calculado de dicho nivel de sonido a la vez que se sigue inyectando simultáneamente dicho material compuesto;
- h2) indicar la detención de dicha inyección al obtener un valor calculado de una diferencia de nivel de presión de sonido de dicho dispositivo para el interior del oído que se corresponde con una primera incidencia en la que es sustancialmente igual a una diferencia de nivel de presión de sonido predefinida o a una condición de diferencia de nivel de sonido sustancialmente estable en el tiempo.

Preferiblemente, dicha diferencia de nivel de presión de sonido predefinida o dicha diferencia de nivel de sonido estable en el tiempo se determinan en un intervalo de frecuencias preseleccionado, comprendiendo dicho procedimiento, después de la etapa b), la etapa de:

- b1) llevar a cabo la selección de dicho intervalo de frecuencias preseleccionado para obtener un valor calculado correspondiente de una diferencia de nivel de presión de sonido;

Preferiblemente, la unidad de ordenador incluye un miembro de visualización, comprendiendo dicho procedimiento, entre las etapas h) y h1), la etapa de:

- h') mostrar dicho valor calculado de dicha diferencia de nivel de sonido inducida por dicho dispositivo para el interior del oído en dicho miembro de visualización.

Preferiblemente, el procedimiento comprende, después de la etapa h2), las etapas de:

- i) desacoplar dicho dispositivo de medición de sonido de dicho dispositivo para el interior del oído; y
- j) esperar a que dicho material compuesto endurecible se endurezca de forma adecuada antes de llevar a cabo cualquier etapa posterior.

Alternativamente, el dispositivo para el interior del oído tiene un segundo orificio de sonido con una abertura al entorno y una abertura al oído en el exterior y en el interior de dicho conducto auditivo, respectivamente, comprendiendo dicho procedimiento, después de la etapa a), la etapa de:

- a') acoplar un dispositivo remoto que tiene una ventana de frecuencia preseleccionada a dicha abertura al entorno de dicho segundo orificio de sonido.

5 Alternativamente, las etapas a) a h) se llevan a cabo simultáneamente para un segundo dispositivo para el interior del oído introducido en un segundo conducto auditivo de dicho individuo, y se utiliza un segundo dispositivo de medición de sonido correspondiente para su acoplamiento de forma amovible a una abertura al entorno de un orificio de sonido de dicho segundo dispositivo para el interior del oído.

10 Preferiblemente, la unidad de ordenador contiene factores de corrección predeterminados y un coeficiente de transferencia, comprendiendo dicho procedimiento, después de la etapa h), la etapa de:

- h') estimar un valor de pérdida de inserción inducida por dicho dispositivo para el interior del oído a partir de dicho valor calculado de dicha diferencia de nivel de sonido, de dichos factores de corrección predeterminados y de dicho coeficiente de transferencia.

25 Breve descripción de los dibujos

En los dibujos anexos, los mismos caracteres de referencia indican los mismos elementos representados.

30 La figura 1 muestra una realización de un aparato para determinar *in situ* el aislamiento acústico proporcionado por un dispositivo para el interior del oído según la presente invención, introducido en un conducto auditivo de un individuo;

35 La figura 2 es una vista en perspectiva de un dispositivo expansible para el interior del oído utilizado en la realización de la figura 1, que muestra su forma antes (i) y después (ii) de la expansión;

40 La figura 3 es una vista en sección de un dispositivo de medición de sonido de la realización de la figura 1;

La figura 4 muestra un diagrama de bloques del procedimiento de utilización de la realización de la figura 1; y

45 Las figuras 5a y 5b muestran representaciones pictóricas de las diferentes ubicaciones de la medición del nivel de presión de sonido en el interior del conducto auditivo de un individuo, sin y con un dispositivo para el interior del oído, respectivamente, a fin de determinar una estimación de pérdida de inserción desde el aislamiento acústico proporcionada por el dispositivo para el interior del oído, y determinada mediante la realización de la figura 1.

50 Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Haciendo referencia a los dibujos anexos, las realizaciones preferidas de la presente invención serán descritas con propósitos indicativos y de ningún modo como una limitación.

60 Haciendo referencia a la figura 1, se muestra una realización 100 de un aparato para determinar *in situ* el aislamiento acústico, preferiblemente para una atenuación o una amplificación del nivel de sonido, provisto por un dispositivo para el interior del oído 10, preferiblemente un tapón para oídos expansible parcialmente moldeado a medida, introducido en un conducto auditivo 20 de un individuo.

65 Tal y como se muestra en la figura 2, el dispositivo

para el interior del oído 10 tiene un orificio de sonido 12 con una abertura al entorno 13 y una abertura al oído 14, en el exterior y en el interior del conducto auditivo 20, respectivamente. La abertura al entorno 13 está adaptada para acoplarse de forma amovible a un dispositivo remoto 40, tal como un dispositivo de medición de sonido, un dispositivo de filtro, un dispositivo de ayuda de audición (o amplificador), un dispositivo de tapón o similares.

El aparato 100 comprende un dispositivo de medición de sonido 41 como dispositivo remoto 40 (ver figura 3), que tiene un micrófono de sonda 42 y un micrófono de referencia 44 conectados a una unidad de procesamiento de datos 50, y aislados el uno del otro mediante una barrera aislante 46 situada entre los micrófonos de sonda 42 y de referencia 44 para anular totalmente cualquier interferencia mutua. Los micrófonos 42, 44 son micrófonos normales conocidos en la industria, tales como del tipo EA-1954 o FG-3329, de la empresa Knowles Electronics, Inc. Evidentemente, ambos micrófonos 42, 44 están precalibrados respecto a su posición en relación a su abertura respectiva 43, 45 del dispositivo de medición de sonido 41. La barrera 46 está hecha preferiblemente de un material compuesto o de tipo epoxi que sea aislante acústicamente y que mantenga cada micrófono 42, 44 fijado en su ubicación.

Haciendo referencia a la figura 4, la unidad de procesamiento de datos 50 tiene una caja de control 52 y una fuente de sonido de referencia o altavoz 51, ambas conectadas a una unidad de ordenador 54. Los micrófonos de sonda 42 y de referencia 44 están adaptados para medir un nivel de presión de sonido en el interior del conducto auditivo 20 de un individuo y un nivel de presión de sonido del entorno en estrecha proximidad al dispositivo para el interior del oído 10, respectivamente (ver figuras 1 y 5). Los niveles de presión de sonido corresponden a una señal de presión de ruido conocida, creada por la fuente de sonido de referencia 51 en una entrada del oído del individuo en estrecha proximidad al dispositivo para el interior del oído 10, y el interior del conducto auditivo 20 del individuo, cerca de la membrana timpánica 22, al lado del tímpano. Los niveles de presión de sonido corresponden a una señal de fuente de ruido conocida, preferiblemente con una amplitud de banda en un intervalo de veinte Hercios (20 Hz) a 20.000 Hercios (20.000 Hz) para mediciones mejoradas, que proviene de la unidad de ordenador 54 a través de un amplificador de audio 58 de la caja de control 52 y del altavoz 52. La caja de control 52 es preferiblemente un controlador electrónico adaptado para recoger los niveles de presión de sonido medidos por ambos micrófonos 42, 44 antes de transmitirlos a la unidad de ordenador 54, a fin de ser registrados y procesados por el mismo. Aunque es preferible la utilización de un microordenador estándar o de un ordenador "laptop", la unidad de ordenador 54 podría ser cualquier otro sistema electrónico, tal como un sistema dedicado u ordenadores más grandes.

La unidad de procesamiento de datos 50 está adaptada para registrar y procesar los niveles de presión de sonido leídos por los micrófonos de sonda 42 y de referencia 44 que corresponden a la señal de presión de ruido conocida, a fin de proporcionar un valor calculado correspondiente de una diferencia de nivel de sonido proporcionada, o inducida, por el dispositivo para el interior del oído 10. La unidad de ordenador

54 incluye preferiblemente un miembro de visualización 56 para mostrar el valor de la diferencia de nivel de ruido calculado inducida por el dispositivo para el interior del oído 10, siendo una atenuación o una amplificación dependiendo del tipo de dispositivo para el interior del oído 10.

Opcionalmente, el aparato 100 también comprende un segundo dispositivo de medición 41a adaptado para acoplarse a una abertura al entorno 13 de un orificio de sonido 12 de un segundo dispositivo para el interior del oído 10, introducido en un segundo conducto auditivo 20 del individuo. El segundo dispositivo de medición 41a también está conectado a la caja de control 52 de la unidad de procesamiento de datos 50, para proporcionar simultáneamente un segundo valor calculado correspondiente de una segunda diferencia de nivel de sonido inducida por dicho segundo dispositivo para el interior del oído 10. En consecuencia, el miembro de visualización 56 muestra los valores calculados de diferencia de nivel de sonido inducida por los dispositivos para el interior del oído 10 respectivos.

En consecuencia, la caja de control 52 también está adaptada para filtrar de manera adecuada los niveles de presión de sonido leídos por los micrófonos de sonda 42, 42a y de referencia 44, 44a de dichos dispositivos para el interior del oído 10, utilizando un circuito de filtro 57, y tiene un circuito multiplexor 53 para enviar secuencialmente los niveles de presión de sonido medidos y filtrados de los micrófonos 42, 42a, 44, 44a de ambos dispositivos de medición de sonido 41, 41a conectados a ambos dispositivos para el interior del oído 10 a la unidad de ordenador 54, utilizando un reloj interno y una señal de activación de referencia de tono proporcionada por un circuito de referencia de tono 55, tal y como se muestra en la figura 4.

Preferiblemente, el dispositivo para el interior del oído 10b es expansible desde una primera forma original (i) hasta una segunda forma final (ii), tal y como se muestra en la figura 2, y también tiene un conducto de inyección 16 con un extremo abierto 17 en el exterior del conducto auditivo 20 y un extremo cerrado 18 en el interior del dispositivo para el interior del oído 10b, adaptados para alojar un material compuesto endurecible (C), y permitiendo que el dispositivo para el interior del oído 10b se adapte de forma adecuada al canal auditivo 20 del individuo. Preferiblemente, el material compuesto C, una vez endurecido, tiene un valor de dureza Shore A entre cinco (5) y cuarenta (40).

En consecuencia, el aparato 100 está adaptado para controlar de forma continua el valor calculado de la diferencia de nivel de sonido mientras un operario inyecta lentamente y de forma simultánea el material compuesto C en el conducto de llenado 16 del dispositivo expansible para el interior del oído 10b. El material compuesto endurecible C se inyecta preferiblemente utilizando una jeringa 30 que tiene dos compartimientos adyacentes 32, 34, conteniendo cada uno de ellos sus dos constituyentes A, B, que se mezclan durante la inyección ($A + B = C$). La unidad de procesamiento de datos 50 está adaptada para indicar la detención de la inyección de material compuesto C en el dispositivo expansible para el interior del oído 10b al obtener un valor calculado de una diferencia de nivel de presión del dispositivo para el interior del oído que se corresponde con una primera incidencia en la que

es sustancialmente igual a una diferencia de nivel de presión de sonido predeterminada o a una condición de diferencia de nivel de sonido sustancialmente estable en el tiempo. Estas condiciones podrán aplicarse a cualquier intervalo de frecuencia seleccionado por el operario antes de iniciar la inyección. Evidentemente, el miembro de visualización 56 muestra continuamente el valor calculado de la diferencia de nivel de presión de sonido inducida por el dispositivo para el interior del oído 10b en tiempo real.

Opcionalmente, el dispositivo para el interior del oído 10 tiene un segundo orificio de sonido 60 con una abertura al entorno 62 y una abertura al oído 64 en el exterior y en el interior del conducto auditivo 20, respectivamente. La abertura al entorno 62 está adaptada para acoplarse de forma amovible a un segundo dispositivo remoto 40. Este segundo dispositivo remoto 40 es preferiblemente un dispositivo amplificador o un dispositivo de filtro, adaptado para una ventana de frecuencia preseleccionada, o similar. El segundo dispositivo remoto 40 se acopla a la abertura al entorno 62 del segundo orificio de sonido 60 durante la medición de los niveles de presión de sonido por parte de los micrófonos de sonda 42 y de referencia 44. Cuando el segundo dispositivo remoto 40 es un dispositivo amplificador, los niveles de presión de sonido mostrarán el valor de amplificación de la señal, y podrán servir para determinar la ausencia de una señal de retroalimentación, debida a un buen aislamiento acústico entre el dispositivo para dentro del oído 10 y el conducto auditivo 20 del individuo. En el caso de un dispositivo de filtro o un tapón, los niveles de presión de sonido medidos mostrarán el valor de atenuación de la señal, debida a un buen aislamiento acústico entre el dispositivo para dentro del oído 10 y el conducto auditivo 20 del individuo. Se utiliza preferiblemente un tapón 41 para cerrar acústicamente y físicamente la abertura para la inyección 62 durante la inyección, o la oclusión, del dispositivo para dentro del oído 10, mientras que la abertura al entorno 13 se utiliza para la medición.

Obviamente, el procesamiento de datos de cualquiera de las mediciones de nivel de presión de sonido anteriores podría proporcionar un valor calculado de la diferencia para cualquier intervalo de frecuencias preseleccionable (incluido cualquier nivel de frecuencia simple), que es un valor medio o una variación dependiente de la frecuencia del intervalo seleccionado (por ejemplo, valores discretos para cada octava en el intervalo de frecuencias).

La presente invención también se refiere a un procedimiento para determinar *in situ* el aislamiento acústico proporcionado por un dispositivo para el interior del oído 10 introducido en un conducto auditivo 20 de un individuo. El dispositivo para el interior del oído 10 tiene un orificio de sonido 12 con una abertura al entorno 13 y con una abertura al oído 14 en el exterior y en el interior del conducto auditivo 20, respectivamente. La abertura al entorno 13 está adaptada para acoplarse de forma amovible a un dispositivo remoto 40, tal como un dispositivo de medición de sonido 41, un dispositivo de filtro, un dispositivo de ayuda a la audición, un dispositivo de tapón y similares.

El procedimiento comprende preferiblemente las etapas de:

- a) proporcionar un dispositivo de medición de presión de sonido 41 que incluye un mi-

crófono de sonda 42 y un micrófono de referencia 44 aislados el uno del otro y una unidad de procesamiento de datos 50 que tiene una caja de control 52 y un altavoz 51, estando conectados ambos a una unidad de ordenador 54;

- a') llevar a cabo la calibración de la unidad de procesamiento de datos 50 para comprobar una conexión correcta de la caja de control 52 a la unidad de ordenador 54;
- b) conectar el dispositivo de medición de sonido 41 a la unidad de procesamiento de datos 50;
- c) comprobar la conexión del dispositivo de medición de sonido 41 a la unidad de procesamiento de datos 50 midiendo una señal de presión de ruido conocida desde el altavoz 51 con los micrófonos de sonda 42 y de referencia 44;
- d) acoplar el dispositivo de medición de sonido 41 a la abertura al entorno 13 del orificio de sonido 12, midiendo los micrófonos de sonda 42 y de referencia 44 un nivel de presión de sonido en el interior del conducto auditivo 20 del individuo y un nivel de presión de sonido del entorno en estrecha proximidad al dispositivo para el interior del oído 10, respectivamente;
- e) enviar una señal de presión de ruido conocida desde el altavoz 51;
- f) registrar niveles de presión de sonido leídos por los micrófonos de sonda 42 y de referencia 44 correspondientes a la señal de fuente de presión de ruido conocida 51;
- g) procesar los niveles de presión de sonido medidos;
- h) obtener un valor calculado de una diferencia de nivel de sonido inducida por el dispositivo para el interior del oído 10.

Adicionalmente, las etapas a) a h) del procedimiento podrían llevarse a cabo simultáneamente para un segundo dispositivo para el interior del oído 10 introducido en un segundo conducto auditivo 20 del individuo, y utilizando un segundo dispositivo de medición de sonido 41 correspondiente adaptado para acoplarse a una abertura al entorno 13 de un orificio de sonido 12 del segundo dispositivo para el interior del oído 10.

Preferiblemente, el dispositivo para el interior del oído 10b es expansible y también tiene un conducto de inyección 16 con un extremo abierto 17 en el exterior del canal auditivo 20, adaptado para acoplarse de forma amovible a un dispositivo de inyección de material compuesto endurecible, tal como una jeringa 30, y un extremo cerrado 18 en el interior del dispositivo para el interior del oído, adaptado para alojar un material compuesto endurecible C, a fin de permitir que el dispositivo para el interior del oído 10b se adapte de forma adecuada al conducto auditivo 20 del individuo. El procedimiento también comprende, después de las etapas e) y h), las etapas de:

- e1) iniciar una inyección lenta del material compuesto c en el dispositivo expansible para el interior del oído 10b a través del conducto de inyección 16
- h1) repetir las etapas e) a h) para controlar continuamente el valor calculado del nivel de sonido a la vez que se sigue inyectando simultáneamente el material compuesto C;
- h2) detener la inyección al obtener un valor calculado de una diferencia de nivel de presión de sonido del dispositivo para el interior del oído 10b que se corresponde con una primera incidencia en la que es sustancialmente igual a una diferencia de nivel de presión de sonido predeterminada o a una condición de diferencia de nivel de sonido sustancialmente estable en el tiempo;
- i) desacoplar el dispositivo de medición de sonido 41 del dispositivo para el interior del oído 10;
- j) esperar a que el material compuesto endurecible C se endurezca de forma adecuada antes de extraer el dispositivo expansible para el interior del oído 10b de dicho canal auditivo 20 o de llevar a cabo cualquier etapa posterior.

Opcionalmente, la diferencia de nivel de presión de sonido predeterminada o la diferencia de nivel de sonido estable en el tiempo se determinan en un intervalo de frecuencias preseleccionado. El procedimiento también comprende, después de la etapa b), la etapa de:

- b1) llevar a cabo la selección del intervalo de frecuencias preseleccionado para obtener un valor calculado correspondiente de una diferencia de valor de nivel de presión de sonido.

Además, la unidad de ordenador 54 incluye un miembro de visualización 56, y el procedimiento también comprende, entre las etapas h) y h1), la etapa de:

- h') mostrar el valor calculado de la diferencia de nivel de sonido inducida por el dispositivo para el interior del oído 10a en el miembro de visualización 56.

Evidentemente, el procedimiento descrito anteriormente podría llevarse a cabo con un dispositivo para dentro del oído 10 que tenga un segundo orificio de sonido 60, con una abertura al entorno 62 y una abertura al oído 64 en el exterior y en el interior del conducto auditivo 20, respectivamente. La abertura al entorno 62 está adaptada para acoplarse de forma amovible a un segundo dispositivo remoto 40. Este segundo dispositivo remoto 40 es preferiblemente un dispositivo amplificador o un dispositivo de filtro

adaptado para una ventana de frecuencia preseleccionada, o similar, durante la medición; o bien un tapón durante la inyección del dispositivo para dentro del oído 10.

Haciendo referencia a las figuras 5a y 5b, se muestran representaciones pictóricas de las diferentes ubicaciones para una medición del nivel de presión de sonido en el interior y en el exterior de un conducto auditivo 20 de un individuo, sin y con un dispositivo para dentro del oído 10, respectivamente. Todos los estándares, como por ejemplo ANSI, ISO, CSA y similares, requieren una estimación subjetiva de la pérdida de inserción (IL), expresada generalmente en dB (decibelios), del aislamiento acústico proporcionado por el dispositivo para el interior del oído, basada en una relación de valores de umbral de atenuación acústica real (REAT), determinados en la membrana timpánica o tímpano por el propio individuo (subjetivos, por lo tanto), con y sin el dispositivo para el interior del oído 10, es decir, $IL = 20 \log_{10}(P_4/P_4')$ en notación logarítmica.

Utilizando el aparato 100, puede determinarse de forma objetiva la IL mediante $IL = NR + TFOE$, donde la relación de ruido (NR), que equivale a $20 \log_{10}(P_1/P_4')$, se determina mediante los niveles de presión de sonido medidos en las extremidades exterior (P_2') e interior (P_3') del dispositivo para el interior del oído, y transformadas en P_1 y P_4' , respectivamente, utilizando factores de corrección predeterminados correspondientes contenidos en la unidad de ordenador 54, y siendo además la función de transferencia del oído externo (TFOE) un coeficiente de transferencia que se corresponde con $20 \log_{10}(P_4/P_1)$, contenido en la unidad de ordenador 54. El coeficiente de transferencia del TFOE es preferiblemente un valor medio de diferentes valores ya medidos en oídos de distintos tamaños y formas, disponibles en numerosas publicaciones ampliamente conocidas por cualquier persona familiarizada con la materia. Dado que la variación de estos valores TFOE conocidos distintos es relativamente reducida por debajo de mil Hercios (1000 Hz), la determinación de un valor medio TFOE es adecuada para estimar objetivamente la IL en este caso.

En consecuencia, la unidad de ordenador 54 que contiene los factores de corrección predeterminados y el coeficiente de transferencia permite que el aparato 100 determine un valor de pérdida de inserción IL estimado del aislamiento acústico proporcionado por el dispositivo para el interior del oído 10, a partir del valor calculado de la diferencia de nivel de sonido que conduce a la NR, utilizando los factores de corrección predeterminados y el coeficiente de transferencia predeterminado.

Finalmente, a partir de este valor IL, se pueden extraer otros parámetros o indicadores estándar distintos, tales como el índice de reducción de ruido (NRR), la clase, el índice de número simple (SNR) o similares, dependiendo del estándar aplicable.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (100) para determinar *in situ* un aislamiento acústico proporcionado por un dispositivo para el interior del oído (10) introducido en un conducto auditivo (20) de un individuo, teniendo dicho dispositivo para el interior del oído (10) un orificio de sonido (12) con una abertura al entorno (13) y con una abertura al oído (14) en el exterior y en el interior de dicho conducto auditivo (20), respectivamente, comprendiendo dicho aparato (100) un dispositivo de medición de sonido (41) para acoplarse de forma amovible a dicha abertura al entorno (13) de dicho orificio de sonido (12) de dicho dispositivo para el interior del oído (10), e incluyendo un micrófono de sonda (42) y un micrófono de referencia (44) aislados el uno del otro y conectados a una unidad de procesamiento de datos (50) que tiene una caja de control (52) y una fuente de sonido de referencia (51), estando conectadas ambas (52, 51) a una unidad de ordenador (54), midiendo dichos micrófonos de sonda (42) y de referencia (44) un nivel de presión de sonido (P3') en el interior de dicho conducto auditivo (20) de dicho individuo y un nivel de presión de sonido (P2') de dicho entorno en estrecha proximidad a dicho dispositivo para el interior del oído (10), respectivamente, correspondiendo dichos niveles de presión de sonido (P3', P2') a una señal de ruido conocida creada por dicha fuente de sonido de referencia (51) en una entrada al oído del individuo en estrecha proximidad a dicho dispositivo para el interior del oído (10), registrando y procesando dicha unidad de procesamiento de datos (50) dichos niveles de presión de sonido (P3', P2') leídos por dichos micrófonos de sonda (42) y de referencia (44) para alimentar dicha unidad de ordenador (54), proporcionando la unidad de ordenador (54) un valor calculado correspondiente de una diferencia de nivel de sonido inducida por dicho dispositivo para el interior del oído (10).

2. Aparato (100) según la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo para el interior del oído (10b) es expansible y también tiene un conducto de inyección (16) con un extremo abierto (17) en el exterior de dicho conducto auditivo (20), y un extremo cerrado (18) en el interior de dicho dispositivo para el interior del oído (10b), para alojar un material compuesto endurecible (C) en el mismo a fin de permitir que dicho dispositivo para el interior del oído (10b) se adapte de forma adecuada a dicho conducto auditivo (20) de dicho individuo, controlando dicho aparato (100) continuamente dicho valor calculado de dicha diferencia de nivel de sonido durante una inyección lenta de dicho material compuesto (C) en dicho dispositivo expansible para el interior del oído (10b) a través de dicho conducto de inyección (16), indicando dicha unidad de procesamiento de datos (50) la detención de la inyección de dicho material compuesto (C) en dicho dispositivo expansible para el interior del oído (10b) al obtener un valor calculado de una diferencia de nivel de presión de sonido de dicho dispositivo para el interior del oído (10b) que se corresponde con una primera incidencia en la que es sustancialmente igual a una diferencia de nivel de presión de sonido predeterminada o a una condición de diferencia de nivel de sonido sustancialmente estable en el tiempo.

3. Aparato (100) según la reivindicación 2, en el que dicha diferencia de nivel de presión de sonido predeterminada o dicha diferencia de nivel de soni-

do estable en el tiempo se determinan en un intervalo de frecuencias preseleccionado.

4. Aparato (100) según la reivindicación 1, que comprende un segundo dispositivo de medición (41a) para acoplarse de forma amovible a una abertura al entorno (13) de un orificio de sonido (12) de un segundo dispositivo para el interior del oído (10) introducido en un segundo conducto auditivo (20) de dicho individuo, estando conectado dicho segundo dispositivo de medición (41a) simultáneamente a dicha caja de control (52) de dicha unidad de procesamiento de datos (50), registrando y procesando la unidad de procesamiento de datos (50) segundos niveles de presión leídos por unos segundos micrófonos de sonda (42a) y de referencia (44a) de dicho segundo dispositivo de medición de sonido (41a), respectivamente, para alimentar simultáneamente dicha unidad de ordenador (54), proporcionando la unidad de ordenador (54) un segundo valor calculado correspondiente de una segunda diferencia de nivel de sonido inducida por dicho segundo dispositivo para el interior del oído (10).

5. Aparato (100) según la reivindicación 1, en el que dicha unidad de ordenador (54) incluye un miembro de visualización (56) que muestra dicho valor calculado de dicha diferencia de nivel de sonido inducida por dicho dispositivo para el interior del oído (10).

6. Aparato (100) según la reivindicación 4, en el que dicha unidad de ordenador (54) incluye un miembro de visualización (56) que muestra dichos valores calculados de dichas diferencias de nivel de sonido inducidas por dichos dispositivos para el interior del oído (10) respectivos.

7. Aparato (100) según la reivindicación 3, en el que dicha unidad de ordenador (54) incluye un miembro de visualización (56) que muestra continuamente dicho valor calculado de dicha diferencia de nivel de sonido inducida por dicho dispositivo para el interior del oído (10b).

8. Aparato (100) según la reivindicación 5, en el que dicha caja de control (52) filtra y envía secuencialmente dichos niveles de presión de sonido (P3', P2') leídos por dichos micrófonos de sonda (42) y de referencia (44) de dicho dispositivo de medición de sonido (41) a dicha unidad de ordenador (54).

9. Aparato (100) según la reivindicación 6, en el que dicha caja de control (52) filtra dichos niveles de presión de sonido (P3', P2') leídos por dichos micrófonos de sonda (42, 42a) y de referencia (44, 44a) de dicho primer (41) y dicho segundo (41a) dispositivos de medición de sonido, y tiene un multiplexor (53) para enviar secuencialmente los niveles de presión de sonido (P3', P2') a dicha unidad de ordenador (54).

10. Aparato (100) según la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo para el interior del oído (10) tiene un segundo orificio de sonido (60) con una abertura al entorno (62) y una abertura al oído (64) en el exterior y en el interior de dicho conducto auditivo (20), respectivamente, incluyendo dicho aparato (100) un dispositivo remoto (40) que se acopla de forma amovible a dicha abertura al entorno (62) de dicho segundo orificio de sonido (60) durante la medición de dichos niveles de presión de sonido (P3', P2') por dichos micrófonos de sonda (42) y de referencia (44).

11. Aparato (100) según la reivindicación 1, en el que dicha unidad de ordenador (54) contiene factores de corrección predeterminados y un coeficiente de transferencia, determinando dicho aparato (100)

un valor de pérdida de inserción estimado (IL) proporcionado por dicho dispositivo para el interior del oído (10) a partir de dicho valor calculado de dicha diferencia de nivel de sonido, de dichos factores de corrección predeterminados y de dicho coeficiente de transferencia.

12. Procedimiento para determinar *in situ* el aislamiento acústico proporcionado por un dispositivo para el interior del oído (10) introducido en un conducto auditivo (20) de un individuo, teniendo dicho dispositivo para el interior del oído (10) un orificio de sonido (12) con una abertura al entorno (13) y con una abertura al oído (14) en el exterior y en el interior de dicho conducto auditivo (20), respectivamente, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:

- a) proporcionar un dispositivo de medición de sonido (41) que incluye un micrófono de sonda (42) y un micrófono de referencia (44) aislados el uno del otro y una unidad de procesamiento de datos (50) que tiene una caja de control (52) y una fuente de sonido de referencia (51), estando conectadas ambas (52, 51) a una unidad de ordenador (54);
- b) conectar dicho dispositivo de medición de sonido (41) a dicha unidad de procesamiento de datos (50);
- c) comprobar la conexión de dicho dispositivo de medición de sonido (41) a dicha unidad de procesamiento de datos (50) midiendo una señal de ruido conocida desde dicha fuente de sonido de referencia (51) con dichos micrófonos de sonda (42) y de referencia (44);
- d) acoplar dicho dispositivo de medición de sonido (41) a dicha abertura al entorno (13) de dicho orificio de sonido (12), midiendo dichos micrófonos de sonda (42) y de referencia (44) un nivel de presión de sonido (P3') en el interior de dicho conducto auditivo (20) de dicho individuo y un nivel de presión de sonido (P2') de dicho entorno en estrecha proximidad a dicho dispositivo para el interior del oído (10), respectivamente;
- e) enviar una señal de ruido conocida desde dicha fuente de sonido de referencia (51);
- f) registrar niveles de presión de sonido (P3', P2') leídos por dichos micrófonos de sonda (42) y de referencia (44) correspondientes a dicha señal de fuente de ruido conocida;
- g) procesar dichos niveles de presión de sonido medidos (P3', P2') para alimentar dicha unidad de ordenador (54); y
- h) obtener un valor calculado de una diferencia de nivel de sonido inducida por dicho dispositivo para el interior del oído (10).

13. Procedimiento, según la reivindicación 12, que comprende, después de la etapa a), la etapa de:

- a1) llevar a cabo la calibración de dicha unidad de procesamiento de datos (50) para comprobar una conexión correcta de dicha

caja de control (52) a dicha unidad de ordenador (54).

14. Procedimiento, según la reivindicación 13, en el que dicho dispositivo para el interior del oído (10b) es expansible y también tiene un conducto de inyección (16) con un extremo abierto (17) en el exterior de dicho conducto auditivo (20) para alojar un dispositivo de inyección (30) lleno de un material compuesto endurecible (C) a través del mismo, y con un extremo cerrado (18) en el interior de dicho dispositivo para el interior del oído (10b) para alojar dicho material compuesto endurecible (C) en el mismo, a fin de permitir que dicho dispositivo para el interior del oído (10b) se adapte de forma adecuada a dicho conducto auditivo (20) de dicho individuo, comprendiendo dicho procedimiento, después de las etapas e) y h), respectivamente, las etapas de:

- e1) iniciar una inyección lenta de dicho material compuesto (C) desde dicho dispositivo de inyección (30) en dicho dispositivo expansible para el interior del oído (10b) a través de dicho conducto de inyección (16);
- h1) repetir las etapas e) a h) para controlar continuamente dicho valor calculado de dicho nivel de sonido a la vez que se sigue inyectando simultáneamente dicho material compuesto (C);
- h2) indicar la detención de dicha inyección al obtener un valor calculado de una diferencia de nivel de presión de sonido de dicho dispositivo para el interior del oído (10b) que se corresponde con una primera incidencia en la que es sustancialmente igual a una diferencia de nivel de presión de sonido predeterminada o a una condición de diferencia de nivel de sonido sustancialmente estable en el tiempo.

15. Procedimiento, según la reivindicación 14, en el que dicha diferencia de nivel de presión de sonido predeterminada o dicha diferencia de nivel de sonido estable en el tiempo se determinan en un intervalo de frecuencias preseleccionado, comprendiendo dicho procedimiento, después de la etapa b), la etapa de:

- b1) llevar a cabo la selección de dicho intervalo de frecuencias preseleccionado para obtener un valor calculado correspondiente de una diferencia de nivel de presión de sonido.

16. Procedimiento, según la reivindicación 15, en el que la unidad de ordenador (54) incluye un miembro de visualización (56), comprendiendo dicho procedimiento, entre las etapas h) y h1), la etapa de:

- h') mostrar dicho valor calculado de dicha diferencia de nivel de sonido inducida por dicho dispositivo para el interior del oído (10b) en dicho miembro de visualización (56).

17. Procedimiento, según la reivindicación 16, que comprende, después de la etapa h2), las etapas de:

- i) desacoplar dicho dispositivo de medición

de sonido (41) de dicho dispositivo para el interior del oído (10); y

- j) esperar a que dicho material compuesto endurecible (C) se endurezca de forma adecuada antes de llevar a cabo cualquier etapa posterior.

18. Procedimiento, según la reivindicación 12, en el que dicho dispositivo para el interior del oído (10) tiene un segundo orificio de sonido (60) con una abertura al entorno (62) y una abertura al oído (64) en el exterior y en el interior de dicho conducto auditivo (20), respectivamente, comprendiendo dicho procedimiento, después de la etapa a), la etapa de:

- a') acoplar un dispositivo remoto (40) que tiene una ventana de frecuencia preseleccionada a dicha abertura al entorno (62) de dicho segundo orificio de sonido (60).

19. Procedimiento, según la reivindicación 12, en el que las etapas a) a h) se llevan a cabo simultánea-

mente para un segundo dispositivo para el interior del oído (10) introducido en un segundo conducto auditivo (20) de dicho individuo, y se utiliza un segundo dispositivo de medición de sonido (41a) correspondiente para su acoplamiento de forma amovible a una abertura al entorno (13) de un orificio de sonido (12) de dicho segundo dispositivo para el interior del oído (10).

20. Procedimiento, según la reivindicación 12, en el que dicha unidad de ordenador (54) contiene factores de corrección predeterminados y un coeficiente de transferencia, comprendiendo dicho procedimiento, después de la etapa h), la etapa de:

- h') estimar un valor de pérdida de inserción (IL) inducida por dicho dispositivo para el interior del oído (10) a partir de dicho valor calculado de dicha diferencia de nivel de sonido, de dichos factores de corrección predeterminados y de dicho coeficiente de transferencia.

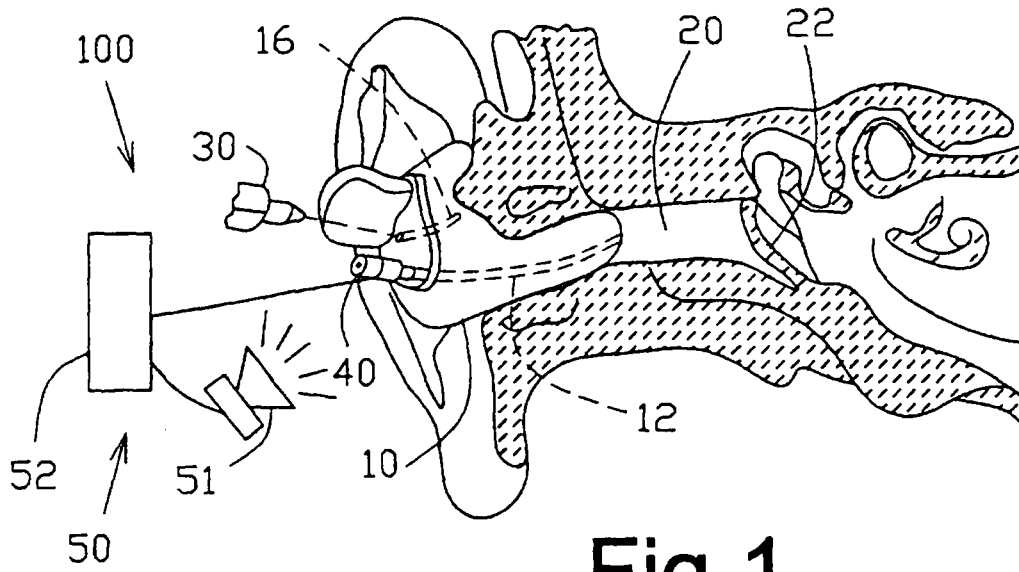


Fig. 1

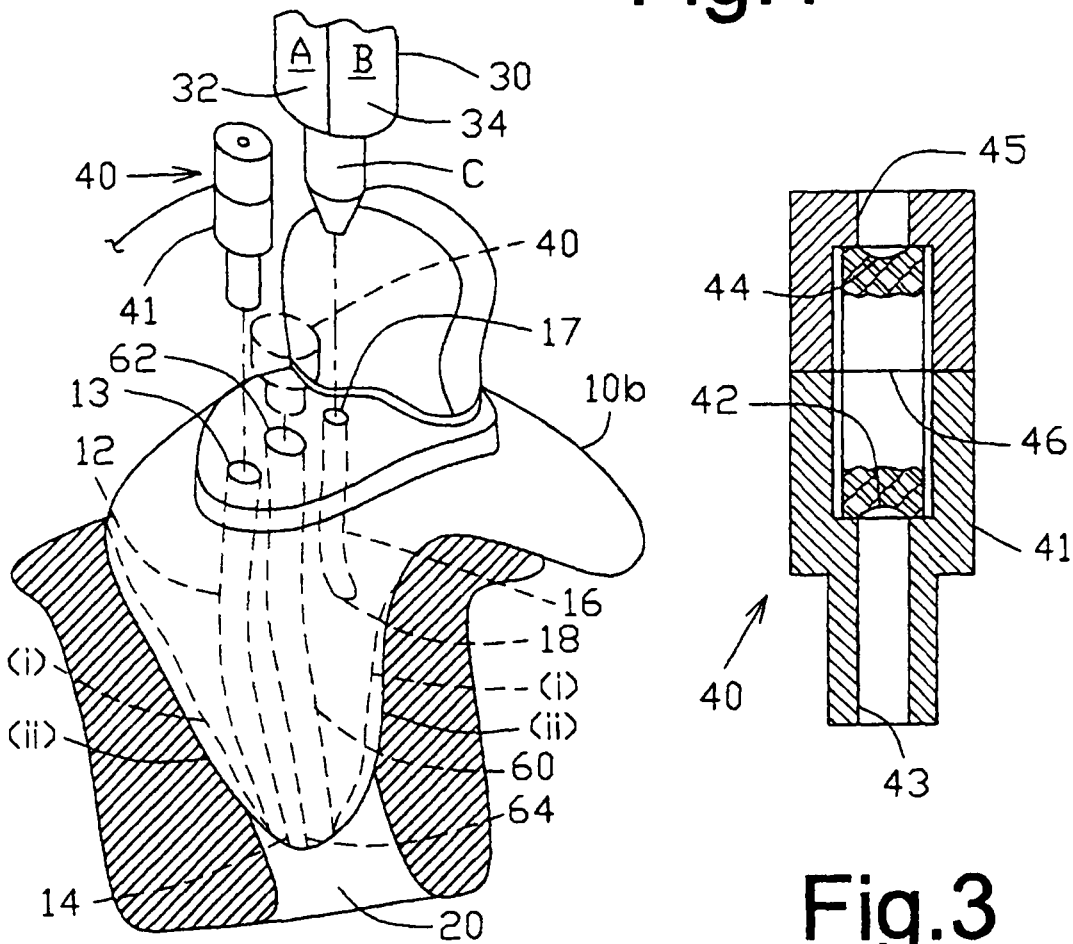


Fig. 2

Fig. 3

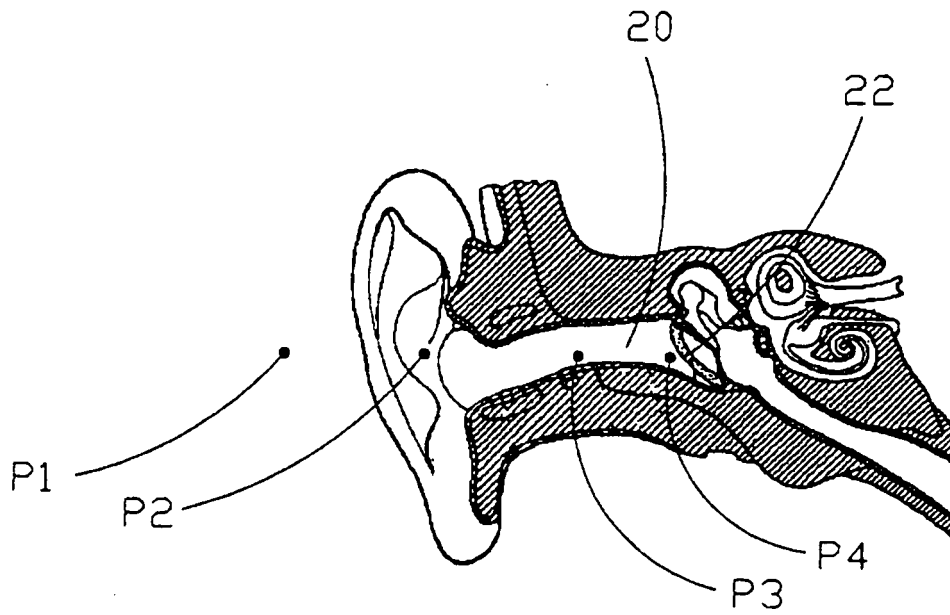


Fig.5a

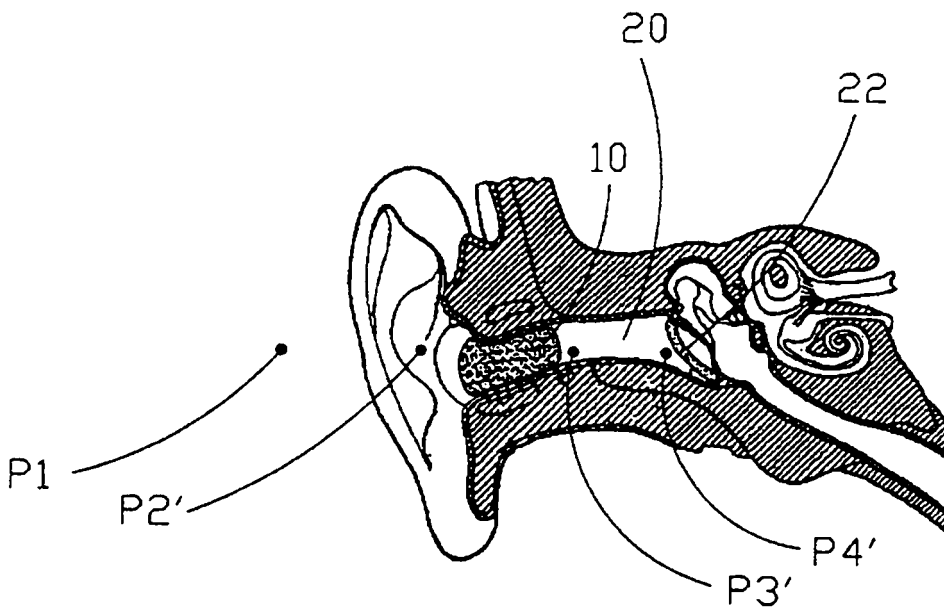


Fig.5b