

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 997 357**

51 Int. Cl.:

**H04R 1/28** (2006.01)

**H04R 1/02** (2006.01)

**H04R 1/24** (2006.01)

**H04R 1/26** (2006.01)

**H04R 1/34** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.08.2020 PCT/FI2020/050543**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.03.2021 WO21044078**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.08.2020 E 20860947 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.10.2024 EP 4026348**

54 Título: **Altavoz directivo multidireccional con una guía de ondas**

30 Prioridad:

**03.09.2019 FI 20195727**

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

**17.02.2025**

73 Titular/es:

**GENELEC OY (100.00%)**

**Olvitie 5**

**74100 Iisalmi, FI**

72 Inventor/es:

**VÄISÄNEN, JUSSI y**

**HOLM, JUHA**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 997 357 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**

Altavoz directivo multidireccional con una guía de ondas

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a altavoces. En particular, la presente invención se refiere a altavoces equipados con una guía de ondas.

Para ser exactos, la presente invención se refiere a la parte de preámbulo de la reivindicación 1.

**Técnica anterior**

10 En la técnica anterior, especialmente los altavoces con dos o más actuadores (altavoces multidireccionales) han mostrado problemas con las difracciones de sonido creadas por discontinuidades en la superficie deflectora delantera (cara) del altavoz. En la práctica, el actuador de alta frecuencia (tweeter) ha sido la parte más crítica en este sentido. El solicitante de la presente solicitud ha creado soluciones en las que los alrededores del tweeter se han conformado como una guía de ondas continua para señales de audio de frecuencia alta y de rango medio, ya sea simplemente para un tweeter y/o actuador de rango medio, o alternativamente para un actuador tweeter-de rango medio coaxial.

15 En esta solicitud, estos tipos de fuentes de sonido se denominan actuadores de guía de ondas e incluyen cualquier actuador ubicado en el centro de esta estructura de guía de ondas tridimensional. Mediante estas soluciones se puede conseguir una buena calidad de sonido y una dirección precisa de la energía sonora. Sin embargo, el rango de frecuencia y la eficacia de la guía de ondas para controlar la directividad de la radiación dependen del tamaño de la guía de ondas, determinado en gran medida por el área superficial cubierta por la guía de ondas, y por lo tanto del tamaño del deflector delantero (cara) del altavoz. Un área de guía de ondas pequeña limita el control de directividad a altas frecuencias, tal como al rango de tweeter solamente. Un área de guía de ondas grande permite extender el rango de frecuencia del control de directividad a frecuencias más bajas, tal como al rango de frecuencia de actuador de rango medio.

20 Cuando se diseña un altavoz de tamaño más pequeño, normalmente no todos los actuadores pueden situarse en el centro de la guía de ondas (tal como el radiador de baja frecuencia, el woofer), el área superficial tomada por estos otros actuadores y los actuadores en sí mismos limitará el área de deflector disponible para la guía de ondas, o adicionalmente creará difracciones perjudiciales de energía de audio, provocando el deterioro de la calidad de la señal de audio audible para el oyente.

25 En la técnica anterior se han realizado intentos de crear un altavoz con una o más guías de onda en el lado delantero del altavoz. El solicitante de la presente solicitud ha creado anteriormente diversas soluciones como ésta, por ejemplo, en el documento de solicitud de patente europea nº EP2814262A1, y en las solicitudes internacionales de patente PCT nº WO2016055687A1 y nº WO2018193154A1. En estas solicitudes se presentaron soluciones en las que se posicionaban actuadores no coaxiales de forma que no perturbaban la forma de guía de ondas creada en la superficie delantera (cara) del baffle, y si se posicionaban en la misma superficie (el lado delantero (cara) del baffle) se cubrieron con un material que se comporta ventajosamente como una superficie sólida en las frecuencias seleccionadas y que restringe la penetración de las frecuencias emitidas por la(s) fuente(s) de sonido para las que se ha diseñado la guía de ondas, y que por otro lado es permeable a otras frecuencias emitidas, más específicamente a las frecuencias radiadas por el(los) actuador(es) no coaxial(es), normalmente woofer(s).

30 Además, es conocido un altavoz esférico a partir del documento de patente de Alemania nº DE 19908631 A1, cuya sección delantera ha sido rebajada para formar una guía de ondas, en el que se ha añadido un receptáculo actuador externo al hueco formado por dicho rebaje.

35 Cubrir el actuador de baja frecuencia puede causar algunos problemas con el rendimiento dinámico del actuador porque el desplazamiento de volumen de aire por parte del actuador requiere suficientes aberturas para permitir el flujo de aire. Además, el subvolumen de delante del woofer puede provocar resonancias no deseadas.

**Objeto de la invención**

45 Según la invención, al menos algunos de los problemas descritos anteriormente se resuelven conectando acústicamente resonadores resistivos o reactivos, que son elementos independientes del baffle moldeado, al subvolumen del woofer, de manera que el volumen total del altavoz permanezca lo más pequeño posible. Ventajosamente, estos resonadores están situados, al menos parcialmente, alrededor del elemento coaxial. Además, la invención tiene por objeto mejorar el rendimiento dinámico del o de los woofer(s).

50 Más específicamente, un altavoz según la invención se caracteriza por lo que está especificado en la parte caracterizadora de la reivindicación 1.

Según una realización de la invención, el altavoz incluye al menos un resonador conectado acústicamente al subvolumen, estando el resonador sintonizado a al menos una de las resonancias no deseadas del subvolumen.

Ventajas obtenidas con la invención

Con la ayuda de la presente invención se obtienen ventajas considerables.

5 Con la ayuda de una realización de la invención, el actuador de baja frecuencia puede cubrirse y además se pueden suprimir los problemas de las resonancias causadas por el subvolumen del woofer. En algunas realizaciones, la supresión puede tener lugar en múltiples frecuencias por medio de múltiples resonadores sintonizados a diferentes frecuencias.

10 Con la ayuda de la invención, toda la superficie delantera (cara) del altavoz puede estar conformada como una guía de ondas continua para frecuencias medias y altas sin ninguna resonancia perturbadora en el subvolumen del actuador de graves, manteniendo además el volumen total del altavoz lo más pequeño posible. Con esta medida, todo el rango de audio de 18 - 20000 Hz puede dirigirse con precisión a una "zona de sonido óptimo" y además el resto de la energía sonora se divide hacia la sala de escucha debido a la forma completa de guía de onda del altavoz, de manera que el propio baffle de altavoz no afecta esencialmente a la respuesta en frecuencia en otras direcciones distintas de la dirección principal.

15 Dicho de otro modo, en los altavoces tradicionales en los que la placa deflectora completa es plana o sólo parcialmente curvada como una guía de ondas, la señal formada en otras direcciones distintas de la "zona de sonido óptimo" se reflejará desde las paredes de la sala de escucha de una manera no controlada. Sin embargo, la invención proporciona un baffle en el que la presión sonora se distribuye óptimamente en todas las direcciones, por lo que también las reflexiones de pared suenan de forma natural para el oído humano.

20 Debido a que el resonador es una parte independiente, puede ser procesado a partir de un material diferente, con un procedimiento de fabricación diferente al del baffle moldeado. Esto facilita la fabricación de componentes más detallados, como cavidades de resonancia curvadas o en forma de espiral. Además, esto hace posible producir diferentes tipos de resonadores para actuadores alternativos para el mismo baffle moldeado de altavoz. El material del resonador también puede seleccionarse libremente desde plásticos hasta materiales a base de madera, e incluso puede usarse metal.

25 **Breve descripción de los dibujos**

A continuación, se describen ciertas realizaciones preferidas de la invención haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 presenta una vista frontal de un altavoz según la técnica anterior.

La figura 2 presenta una sección transversal de un altavoz según la figura 1.

30 La figura 3 presenta una sección transversal detallada de un altavoz según la figura 1.

La figura 4 presenta un gráfico de respuestas en frecuencia de una cavidad de woofer y resonadores correspondientes según la técnica anterior.

La figura 5 presenta una sección transversal de un subvolumen de woofer según la técnica anterior.

La figura 6 presenta una sección transversal de un segundo subvolumen de woofer según la técnica anterior.

35 La figura 7 presenta una sección transversal de un tercer subvolumen según la técnica anterior.

La figura 8a presenta una vista frontal de un woofer según la técnica anterior.

La figura 8b presenta una sección transversal A-A de un woofer de la figura 7a.

La figura 9 presenta una sección transversal de un tercer subvolumen de woofer según la técnica anterior.

La figura 10 presenta una vista frontal de un altavoz según una realización alternativa de la técnica anterior.

40 La figura 11 presenta una sección transversal de un altavoz según la figura 9.

La figura 12 presenta una vista frontal de un altavoz según la técnica anterior.

La figura 13 presenta una vista de un sistema de altavoz según una realización preferida de la técnica anterior.

La figura 14 presenta una vista en sección transversal de un altavoz según una realización preferida de la técnica anterior.

45 La figura 15 presenta una unidad de resonador según la invención.

La figura 16 presenta una unidad de resonador según la invención conectada a la parte delantera del baffle en el

interior del altavoz.

La figura 17 presenta en una vista frontal el altavoz según la invención, de manera que la unidad de resonador se presenta en línea discontinua.

5 La figura 18 presenta en una vista frontal otro altavoz según la invención, de manera que la unidad de resonador se presenta en línea discontinua.

### Descripción de realizaciones preferidas

Lista de términos usados:

- |    |    |  |
|----|----|--|
|    | 1  | altavoz  |
|    | 2  | bafle  |
| 10 | 3  | actuador de guía de ondas, también actuador coaxial o solo tweeter   |
|    | 4  | woofer, actuador de baja frecuencia, actuador adicional  |
|    | 5  | puerto delantero (abertura) para el woofer, teniendo el actuador de baja frecuencia un borde exterior en la superficie del bafle 2, definiendo el borde un plano del borde del puerto delantero  |
|    | 6  | capa acústicamente transparente de forma selectiva   |
| 15 | 7  | estructura de soporte para la capa acústicamente transparente  |
|    | 8  | superficie de guía de ondas tridimensional, también una superficie delantera (cara) del bafle 2 que radia la potencia acústica principal que tiene una superficie continua lisa con características axialmente simétricas alrededor del centro del actuador de guía de ondas 3                           |
|    | 9  | zona de sonido óptimo para múltiples altavoces   |
| 20 | 10 | primer eje acústico  |
|    | 11 | segundo eje acústico   |
|    | 12 | tweeter  |
|    | 13 | actuador de rango medio  |
| 25 | 15 | parte delantera (pared) del bafle, (también puede ser una superficie de guía de ondas 8), una parte deflectora delantera, la parte delantera que radia la potencia acústica principal e incluye la superficie de guía de ondas 8 y que tiene un plano 28 perpendicular al primer eje acústico 10         |
|    | B1 | banda de frecuencia del actuador de guía de ondas 3  |
|    | B2 | banda de frecuencia del actuador no coaxial 4  |
|    | C  | cruce de banda de frecuencia entre las bandas B1 y B2  |
| 30 | d  | profundidad de cavidad del resonador de panel  |
|    | 20 | primer puerto, también abertura lateral que tiene un borde exterior que define un plano de primer puerto en la superficie de bafle.  |
|    | 21 | parte lateral (pared) del bafle  |
|    | 22 | subvolumen, también espacio delantero de woofer, actuador de baja frecuencia, parte del volumen interior 27  |
| 35 | W  | anchura de subvolumen  |
|    | L  | longitud de subvolumen   |
|    | 23 | pared lateral del subvolumen (espacio delantero) que forma un separador situado entre el actuador 4 y el bafle 2, teniendo la tangente en el medio de la pared lateral 23 un ángulo diferente de cero con respecto al plano 28 de la parte delantera 15, típicamente un ángulo de alrededor de 90 grados |
| 40 | 25 | parte trasera del bafle, que tiene un plano definido por una tangente formada en el medio de la parte trasera 25 que es típicamente paralelo al plano de la parte delantera 15. El plano de la parte trasera 25 puede tener varios ángulos diferentes según la invención                                 |

	26	volumen ambiente
	27	volumen interior del bafle 2
	28	plano de la parte delantera
	29	plano de la parte lateral 21, determinado por la tangente del centro de esta parte
5	30	plano de la parte trasera, determinado por la tangente del centro de esta parte
	31	plano del puerto delantero 5
	32	plano del primer puerto 20, el plano 31 del puerto delantero 5 y un plano 32 de cualquiera de los primeros puertos 20 forman un ángulo $\alpha$ mayor que 0 grados, preferiblemente mayor que 45 grados cuando el primer puerto 20 no está situado en la parte trasera 25
10	33	separador, una parte entre el woofer y la parte delantera 15, ya sea una parte integral del bafle 2 o un elemento independiente
	34	puerto de reflexión
	$\alpha$	ángulo entre el plano 31 del puerto delantero 5 y el plano 32 del primer puerto 20
	40	resonador
15	40'	subresonador
	41	material supresor del resonador
	43	respuesta en frecuencia del subvolumen
	44	respuesta en frecuencia del resonador
	$f_0$	frecuencia de resonancia
20	45	abertura o cuello del resonador de Helmholtz
	46	cavidad del resonador o del resonador de Helmholtz
	47	cubierta de woofer
	48	tubos de cubierta
	50	panel del resonador de panel
25	51	unidad de resonador
	52	orejeta de fijación

Según la figura 1, el altavoz 1 de la técnica anterior, que puede usarse al menos parcialmente en conexión con la invención, incluye un actuador de guía de ondas coaxial 3 que comprende un tweeter 12 y un actuador de rango medio 13 alrededor del mismo. El actuador coaxial 3 está situado en el centro de la superficie de guía de ondas tridimensional 8, también una superficie delantera (cara) del bafle 2. El bafle está hecho típicamente de metal fundido, ventajosamente de aluminio. También se pueden usar otros materiales moldeables o de fundición, tales como una combinación de  $\lambda$ tic como material del bafle.

La superficie de guía de ondas 8 radia la potencia acústica principal del actuador 3. La guía de ondas 8 tiene una superficie continua lisa con características axialmente simétricas alrededor del centro del actuador de guía de ondas 3. Dos actuadores woofer 4 están situados simétricamente a ambos lados del actuador de guía de ondas 3 dentro del bafle 2 y de los puertos estrechos (aberturas) 20, unos primeros puertos están formados justo detrás de la superficie de guía de ondas para los woofers 4, al objeto de dejar salir la energía acústica hacia fuera del bafle 2. Estos primeros puertos 20 están en esta realización en los extremos delanteros estrechos del bafle 2 y estos puertos son parcialmente visibles desde la dirección de escucha. Dicho de otro modo, el primer puerto 20 es una ranura en forma de U.

Con línea discontinua se presentan los woofers 4 y los contornos de los subvolúmenes de woofer 22 y los resonadores 40 conectados al subvolumen de woofer 22. La función de los resonadores 40 es suprimir las resonancias del subvolumen de woofer 22. Estos resonadores 40 están situados parcialmente detrás del actuador coaxial 3, y cada subvolumen 22 tiene dos resonadores a ambos lados del actuador coaxial 3. El subvolumen 22 tiene una anchura W y una altura H tal que la relación W/H es de aproximadamente 1,8 y típicamente está en el rango de 1,0 - 5. Los resonadores 40 son típicamente una parte integral del bafle.

- Los resonadores están dimensionados de manera que la dimensión más larga, en este caso la longitud  $L$ , es  $\lambda/4$  o alternativamente  $\lambda/2$  de la longitud de onda a suprimir. Dicho de otro modo, si el subvolumen 22 tiene una resonancia no deseada a la longitud de onda  $\lambda$ , el resonador debe ser de longitud  $\lambda/4$ . En el dominio de la frecuencia esto significa que en la resonancia  $f_0$ ,  $\lambda = v/f_0$ , donde  $v$  es la velocidad del sonido. Ventajosamente, el resonador 40 se llena con un material supresor 41 como lana PES, material de espuma de celda abierta, fibra de vidrio, lana mineral, fieltro u otros materiales fibrosos o de celda abierta o porosos, o alternativamente de cualquier material sólido que se fabrique en el lugar del volumen de manera que el material sea una estructura de celda abierta o fibrosa en la que el tamaño de celda o el tamaño de fibra sea de un área dimensional de  $1 \mu\text{m}$  (micrómetro) a  $1 \text{mm}$  (milímetro).
- Haciendo referencia a la figura 2, los resonadores 40 también pueden estar ubicados al menos parcialmente detrás del actuador coaxial 3.
- Haciendo referencia a las figuras 2 y 3, los dos woofers 4 situados simétricamente alrededor del actuador coaxial forman un woofer grande equivalente que radia esencialmente a lo largo del mismo eje acústico 10 a través de los puertos 20 que el actuador de guía de ondas 3, aunque los woofers tienen su propio eje acústico 11.
- Dicho de otro modo, el altavoz 1 incluye un primer actuador 3, que está configurado para producir una primera banda de frecuencia B1 y un primer eje acústico 10 correspondiente, y un segundo actuador 4, que está configurado para producir una segunda banda de frecuencia B2, que es diferente de la primera banda de frecuencia B1 pero que puede superponerse en una región de cruce, y cuya segunda banda de frecuencia B2 tiene un segundo eje acústico 11. El baffle 2 encierra dichos actuadores 3, 4 y comprende una guía de ondas tridimensional 8 situada en una superficie delantera del baffle 2 y alrededor del primer actuador 3.
- Como se ha descrito anteriormente, el segundo eje acústico 11 de los actuadores woofer individuales no es coaxial con el primer eje acústico 10, sin embargo, el eje resultante de los múltiples woofers simétricos que trabajan juntos (actuador woofer equivalente) tiene el mismo eje acústico que el actuador coaxial, el actuador de guía de ondas 3. Sin embargo, esta simetría no es necesaria en todas las realizaciones de la invención. Los ejes 10 y 11 pueden ser paralelos o no paralelos.
- Haciendo referencia a las figuras 2 y 3, el woofer 4 está situado dentro del baffle 2 de tal manera que se forma un subvolumen 22 delante del woofer 4 y queda limitado por el propio woofer 4 y unas paredes laterales 23. El resonador 40 está conectado acústicamente al subvolumen 22. Se puede usar un material de supresión 41 adecuado dentro del resonador 40 con el fin de atenuar adicionalmente las frecuencias no deseadas.
- Las paredes laterales 33 del subvolumen (espacio delantero) 22 forman un separador entre el actuador 4 y el baffle 2, aislando el subvolumen 22 del resto del volumen interior 27 del baffle 2. Con más detalle, el volumen interior 27 está limitado por las paredes del baffle 2, es decir, la parte delantera 15, las partes laterales 21 y la parte trasera 25.
- Típicamente, los primeros puertos 20 están dirigidos substancialmente en ortogonal con respecto a los ejes primero 10 y segundo 11, más preferiblemente en el rango de 60-120 grados con respecto a estos ejes. Sin embargo, cuando los primeros puertos 20 se dirigen hacia la parte trasera 25 del baffle 2, por ejemplo, mediante canales, la diferencia entre la dirección de los primeros puertos 20 y los ejes 10 y 11 puede ser de incluso 180 grados.
- El área total de los primeros puertos 20 es la característica crítica, por tanto los primeros puertos 20 pueden ser sólo un único primer puerto 20 para cada woofer 4, como se presenta en las figuras, o pueden estar formados por múltiples primeros puertos 20, como una rejilla, con un área correspondiente al de un único puerto.
- Los primeros puertos 20 no deben perturbar la superficie de guía de ondas tridimensional 8, por lo que se sitúan ventajosamente en las partes laterales 21 del baffle 2. Por supuesto, estos primeros puertos 20 pueden dirigirse hacia la parte trasera 25 del baffle 2 mediante unos adecuados tubos o canales (no mostrados). Dicho de otro modo, los primeros puertos 20 forman conductos de paso de aire hacia áreas por fuera de la guía de ondas tridimensional 8 de la parte delantera 15 del baffle 2.
- El gráfico de la figura 4 muestra la respuesta en frecuencia del subvolumen 22 del woofer 4 (línea continua) con una resonancia en  $f_0$ , y la correspondiente respuesta en frecuencia de un resonador 40 conectado acústicamente al subvolumen 22 (línea discontinua), en la que el resonador 40 compensa la resonancia no deseada del subvolumen 22.
- La figura 5 muestra una realización alternativa con dos resonadores resistivos 40 con diferentes longitudes  $L$  para dos frecuencias no deseadas del subvolumen. También se pueden usar uno o dos resonadores resistivos de banda ancha, ventajosamente llenos de material supresor. En este caso, las dimensiones mecánicas (longitud, anchura y profundidad) de la cavidad de resonador definen la frecuencia o frecuencias de sintonización del resonador.
- La figura 6 muestra una realización alternativa con un resonador de Helmholtz reactivo 40. En general, los resonadores reactivos tienen un elevado factor de calidad y son resonadores de banda estrecha muy efectivos. También se pueden instalar varios de este tipo de resonadores en un subvolumen 22 si hay varias resonancias no deseadas agudas. Este tipo de resonador también se sintoniza a la frecuencia o frecuencias  $f_0$  no deseadas. A continuación se explica el dimensionamiento del resonador de Helmholtz.

La resonancia surge del efecto del cuello de masa de aire acústico del resonador 40 y del circuito de resonancia en serie creado por la adaptabilidad acústica del volumen de aire de la cámara del resonador. Cerca de la frecuencia de resonancia, el resonador de Helmholtz atenúa la resonancia no deseada del subvolumen 22. El sistema cuello-cavidad del resonador 40 puede derivarse del volumen de aire de la cavidad del resonador y del diámetro del cuello y su longitud.

$$f_0 = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{A}{LV}}$$

en donde  $f_0$  es la frecuencia de resonancia,  $c$  es la velocidad del sonido,  $A$  es el área de sección transversal del cuello,  $L$  es la longitud del cuello y  $V$  es el volumen de la cámara.

La figura 7 muestra una realización alternativa con un resonador de panel reactivo como resonador. Esta realización se dimensiona de la siguiente forma en base a la masa de panel 50 por unidad y a la profundidad de cavidad  $d$ .

La frecuencia resonante  $f$  del resonador de panel/absorbedor de membrana se define de la siguiente forma:

$$f = 60\sqrt{md}$$

en donde

$m$  = masa acústica por unidad de área de panel 50 ( $\text{kg/m}^2$ )

$d$  = profundidad de cavidad

Se supone que la rigidez de la fijación de la membrana es despreciable.

La figura 8a muestra una vista superior de un woofer 4 que tiene una cubierta plana 47 y unos tubos cortos 48 que forman también un resonador de Helmholtz, en donde los tubos son los cuellos y el volumen entre la cubierta y el cono de woofer forma el volumen del resonador. En la figura 8b esta solución se presenta en una sección transversal A-A. El principio de sintonización es el mismo que en las figuras 5 y 6.

La figura 9 muestra otra solución alternativa, en la que el resonador 40 está formado entre la parte deflectora delantera 15 y el subvolumen 22 del woofer. El resonador puede ser de tipo resistivo sin ninguna parte de cuello, o de tipo reactivo si la abertura al subvolumen 22 está hecha como un tubo. El principio de sintonización es el mismo que en las figuras anteriores.

Típicamente, el altavoz según la invención funciona según el bien conocido principio de reflexión de los graves, en el que el actuador de baja frecuencia 4 se sintoniza en resonancia con la ayuda de la adaptabilidad del volumen de aire contenido dentro del baffle 27 y el volumen de aire contenido dentro del puerto de reflexión 34 de la figura 2.

Una realización de la técnica anterior que se puede usar al menos parcialmente con la invención (figuras 10-11) también se puede describir de la siguiente forma.

El altavoz 1 comprende un baffle 2 que define un volumen interior 27 y que incluye una parte deflectora delantera 15 (parte delantera), que tiene un puerto delantero 5 para proporcionar un conducto de paso de fluido entre el volumen interior 27 y el volumen ambiente 26 del baffle 2, y una parte lateral 21 que se extiende hacia atrás desde la periferia de la parte deflectora 15. La parte lateral 21 conforma las paredes laterales del baffle 2. El baffle incluye además una parte trasera 25, que es típicamente esencialmente paralela a la parte deflectora delantera 15 y que conforma el lado trasero del baffle 2. El altavoz 1 comprende además un actuador 4 fijado al baffle 2, de manera que el actuador 4 está dispuesto a una distancia de la parte deflectora 15, formando un subvolumen 22 dentro del baffle 2 de manera que se forma un subvolumen 22 entre el actuador 4 y la parte deflectora 15 por medio de un separador 33, en el que dicho puerto delantero 5 se comporta como puerto delantero entre el subvolumen 22 y el volumen ambiente 28 del baffle 2. Según esta realización, se forma un primer puerto 20 en el baffle 2, ya sea en la parte lateral 21 o en la parte trasera 25, al objeto de conectar el subvolumen 22 y el volumen ambiente 26 entre sí.

Según la figura 10, en una realización de la invención dos actuadores woofer 4 están situados a ambos lados del actuador de guía de ondas 3 dentro del baffle 2, y se forman unos puertos adecuados (aberturas) 5 para los woofers 4 al objeto de dejar salir la energía acústica del baffle 2.

Haciendo referencia a la figura 11, las aberturas 5 están cubiertas con una capa acústicamente transparente 6 que forma parte de la superficie de guía de ondas 8. Si es necesario, la capa acústicamente transparente 6 puede soportarse desde abajo con unas barras de soporte 7. El actuador woofer 4 está típicamente separado de la capa acústicamente transparente 6.

Haciendo referencia a la figura 10, los dos woofers 4 forman un woofer grande equivalente que radia esencialmente a lo largo del mismo eje acústico 10 que el actuador de guía de ondas 3, incluso aunque los woofers tengan su propio eje acústico 11.

Dicho de otro modo, el altavoz 1 incluye un primer actuador 3, que está configurado para producir una primera banda de frecuencia B1 y un primer eje acústico 10 correspondiente, y un segundo actuador 4, que está configurado para producir una segunda banda de frecuencia B2, que es diferente de la primera banda de frecuencia B1 pero que puede superponerse en una región de cruce, teniendo la segunda banda de frecuencia B2 un segundo eje acústico 11. El baffle 2 encierra dichos actuadores 3, 4 y comprende una guía de ondas tridimensional 8 situada en una superficie delantera del baffle 2 y alrededor del primer actuador 3. La guía de ondas tridimensional 8 comprende una parte acústicamente transparente de forma selectiva 6, que esencialmente refleja acústicamente las ondas sonoras de la primera banda de frecuencia B1 que se propagan en una dirección en ángulo con respecto al primer eje acústico 10, la parte de guía de ondas 6 es esencialmente transparente a las ondas sonoras de la segunda banda de frecuencia B2 que se propagan en la dirección del segundo eje acústico a través de la parte de guía de ondas 6, y el segundo actuador 4 está situado dentro del baffle 2, detrás de la parte acústicamente transparente de forma selectiva 6.

Como se ha descrito anteriormente, el segundo eje acústico 11 de los actuadores woofer individuales no es coaxial con el primer eje acústico 10, sin embargo, el eje resultante de los múltiples woofers que trabajan juntos (actuador woofer equivalente) tiene el mismo eje acústico que el actuador coaxial, el actuador de guía de ondas 3. Sin embargo, esta simetría no es necesaria en todas las realizaciones de la invención. Los ejes 10 y 11 pueden ser paralelos o no paralelos.

Haciendo referencia a las figuras 10 y 11, el woofer 4 está situado dentro del baffle 2 de tal manera que se forma un subvolumen 22 delante del woofer 4 y queda limitado por el propio woofer 4, las paredes laterales 23 y la capa acústicamente transparente de forma selectiva 6. Al subvolumen 22 está conectado un resonador 40, que está sintonizado a frecuencias no deseadas creadas por el subvolumen 22. El resonador 40 puede ser resistivo o reactivo. Con el resonador resistivo, las características supresoras son del tipo de banda ancha. Dicho de otro modo, el escalón alrededor de la frecuencia central  $f_0$  creado por el resonador resistivo no es tan pronunciado como en los resonadores reactivos. Las paredes laterales 33 del subvolumen 22 (espacio delantero) forman un separador entre el actuador 4 y el baffle 2, aislando el subvolumen 22 del resto del volumen interior 27 del baffle 2. Con más detalle, el volumen interior 27 está limitado por las paredes del baffle 2, es decir, la parte delantera 15, las partes laterales 21 y la parte trasera 25.

En algunas realizaciones de la invención, la capa acústicamente transparente de forma selectiva 6 puede reemplazarse por una rejilla mecánicamente protectora, limitando la rejilla en este caso el subvolumen, así como el volumen interior 27. Ventajosamente, los primeros puertos 20 están formados en las paredes laterales 23 del subvolumen 22 y en las partes laterales 21 del baffle 2 al objeto de optimizar el funcionamiento del woofer 4. Sin estos primeros puertos 20 el rendimiento del woofer 4 puede verse comprometido. Los primeros puertos 20 pueden estar situados en cualquiera de las partes laterales 21, por ejemplo, en las partes laterales cortas 21, tal y como se muestra en las figuras, o alternativamente en las partes laterales largas 21.

Típicamente, los primeros puertos 20 están dirigidos substancialmente en ortogonal con respecto a los ejes primero 10 y segundo 11, más preferiblemente en el rango de 60-120 grados con respecto a estos ejes. Sin embargo, cuando los primeros puertos 20 están dirigidos hacia la parte trasera 25 del baffle 2, por ejemplo, mediante unos canales, la diferencia entre la dirección de los primeros puertos 20 y los ejes 10 y 11 puede ser de incluso 180 grados.

El área de estos primeros puertos 20 es típicamente del 5-50 % del área de las aberturas 5 para el woofer 4, más ventajosamente está en el rango del 10-20 % del área de las aberturas 5 para el woofer 4. El área total de los primeros puertos 20 es la característica crítica, por tanto los primeros puertos 20 pueden ser sólo un único primer puerto 20 para cada woofer 4, como se presenta en las figuras, o pueden estar formados por múltiples primeros puertos 20, como una rejilla, con un área correspondiente al de un único puerto.

Los primeros puertos 20 no deben perturbar la superficie de guía de ondas tridimensional 8, por lo que se sitúan ventajosamente en las partes laterales 21 del baffle 2. Por supuesto, estos primeros puertos 20 pueden dirigirse hacia la parte trasera 25 del baffle 2 mediante unos tubos o canales adecuados (no mostrados). Dicho de otro modo, los primeros puertos 20 forman unos conductos de paso de aire hacia áreas por fuera de la guía de ondas tridimensional 8 de la parte delantera 15 del baffle 2.

Típicamente, el segundo actuador 4 está situado dentro del baffle 2 detrás de la parte acústicamente transparente de forma selectiva 6 y separado de ella, de tal manera que se forma un subvolumen 22 dentro del baffle 2 separado del volumen interior 27 por el actuador 4 y las paredes laterales 23, conformadas como un separador entre el actuador 4 y la parte delantera 15 del baffle 2.

En relación con la capa acústicamente transparente de forma selectiva 6, esencialmente reflectante significa reflexión o absorción de al menos el 50-100 % de la energía acústica, preferiblemente en el rango del 80-100 %.

De la misma manera, esencialmente transparente significa una transparencia de al menos el 50-100 % de la energía acústica, preferiblemente en el rango del 80-100 %.

A continuación, se indican otras propiedades ventajosas de la capa acústicamente transparente de forma selectiva 6.

El espesor de la capa 6 es ventajosamente:

## ES 2 997 357 T3

- fieltro, de aproximadamente 1... 5 mm de espesor,
  - espuma plástica de celda abierta de aproximadamente 1-20 mm de espesor, diámetro de poro menor de 1 mm,
- 5
- tejidos delgados en sí mismos, o como parte de la capa 6.

La capa 6 debe atenuar la radiación acústica del actuador de guía de ondas 3, lo que significa típicamente frecuencias por encima de 600 Hz.

Dicho de otro modo, la capa 6 debe tener una impedancia acústica (o absorción) que sea una función de la frecuencia, que funciona por tanto como un filtro acústico de la siguiente forma:

- 10
- filtro paso-bajo cuando el sonido procedente del actuador de woofer 4 pasa a su través
  - atenuación (por ejemplo causada por turbulencia o absorción con altas pérdidas) de las altas frecuencias del actuador de guía de ondas 3, causando una fuerte reflexión de las ondas acústicas a frecuencias medias y altas
- 15
- alta reflectancia de las altas frecuencias del actuador 3.

Ventajosamente, la capa 6 está formada por orificios o poros, o por su combinación, de la siguiente manera:

- 20
- si se usa una sola capa 6, los orificios deben tener un diámetro menor que 1 mm
  - si se usan múltiples capas 6, pueden funcionar orificios con un diámetro menor que 1 mm
  - además, si se usan múltiples capas 6, pueden funcionar orificios con un diámetro mayor que 1 mm (aunque no se ha probado todavía)
  - una microestructura de fieltro y plástico de celda abierta funciona.

25 Las propiedades del material ideal para la capa 6 son las siguientes:

- permeable a gas (= poroso)
  - pérdidas acústicas bajas hasta la frecuencia de cruce C (woofer 4)
- 30
- alta reflectancia acústica ligeramente por encima de la frecuencia de cruce C
  - materiales conocidos que cumplen los criterios anteriores:
- 35
- fieltro de aproximadamente 1... 5 mm de espesor
  - espuma plástica de celda abierta de aproximadamente 1-20 mm de espesor, diámetro de poro menor que 1 mm.

La capa 6 puede cubrir la parte delantera del altavoz (con exclusión del tweeter 12) o sólo los orificios 5.

40 La capa 6 también puede estar formada como una estructura metálica, como una malla o rejilla sobre una o varias capas, de acuerdo con los requisitos anteriores para las propiedades de porosidad y frecuencia. Este tipo de estructura podría estar formada, por ejemplo, por una pila de láminas o placas metálicas perforadas de un espesor de aproximadamente 0,2-2 mm. Las propiedades de este tipo de pila se podrían ajustar por medio de la disposición (distribución) de los orificios o poros, el porcentaje (apertura) de los orificios o poros, y la separación de las placas entre sí. El diámetro de orificio o abertura puede variar típicamente alrededor de 0,3-3 mm. La separación entre las láminas o placas es típicamente de alrededor de 0,2-2 mm.

45 Una estructura metálica como la descrita anteriormente es ventajosa, porque sus propiedades pueden ajustarse libremente y las propiedades externas, como el color, pueden seleccionarse también sin limitaciones.

La frecuencia de cruce C es típicamente la siguiente:

- baja frecuencia  $f < 600$  Hz (rango de salida de woofer)
- 50
- alta frecuencia  $f > 600$  Hz (rango medio y/o rango de salida de tweeter).

Según la invención, en combinación con la guía de ondas grande 8:

- el woofer 4 de guía de ondas está situado detrás de la superficie de guía de ondas 8
- dos o más (por ejemplo 4) woofers 4 pueden usarse al objeto de obtener directividad, los woofers pueden situarse

simétricamente con respecto al actuador coaxial.

También es posible una realización con un solo woofer, sin embargo, no se obtendrá directividad para bajas frecuencias más allá de lo proporcionado por el tamaño de la superficie de desplazamiento de aire del woofer en combinación con el tamaño del deflector delantero del baffle del altavoz.

- 5 En realizaciones alternativas de la invención, la parte transparente de forma selectiva 6 puede ser reemplazada por una rejilla mecánicamente protectora que no tiene propiedades completas de transparencia selectiva.

Según la figura 12, el resonador puede estar dividido en múltiples subresonadores independientes 40', teniendo cada uno su propia frecuencia de resonancia.

- 10 La figura 13 muestra el posicionamiento típico de los altavoces 1 según la invención, en donde los altavoces se dirigen hacia la posición de escucha, la zona de sonido óptimo 9. Debido al hecho de que toda la superficie delantera del baffle 2 está formada como una guía de ondas 8, se consigue una muy buena directividad. Adicionalmente, la forma de guía de ondas 8 da lugar a una distribución uniforme de todas las frecuencias en todas las direcciones de la sala de escucha y, por lo tanto, las reflexiones desde las paredes, techo y suelo no causan coloración del sonido. La figura 13 indica además la parte delantera 15, las partes laterales 21 y la parte trasera 25 del baffle 2 del altavoz 1.

- 15 En la figura 14 se presenta un altavoz en el que un material supresor 41 está dispuesto en la cavidad de resonador 40. En la figura, sólo las cavidades superiores 40 están llenas del material, pero en realidad tanto las cavidades superiores como las inferiores 40 se llenarán con material supresor.

- 20 Según la figura 15, la unidad de resonador 51 está hecha típicamente de plástico. También se pueden usar otros materiales como madera moldeable o metal. La figura 15 muestra el lado del resonador 51 que estará fijado a la placa delantera 15 del baffle moldeado. La fijación se realiza típicamente mediante tornillos en las orejetas de fijación 52. La unidad de resonador es típicamente cónica, de tal manera que la parte más alta de la unidad está en el centro cerca de las aberturas de resonador 45, y los bordes de la unidad 51 son correspondientemente bajos. Debido a que la unidad de resonador 51 es independiente del baffle grande de metal fundido, también se pueden hacer estructuras detalladas. En este caso, la cavidad de resonador está hecha con forma fuertemente curvada al objeto de obtener la longitud deseada L para la cavidad de resonador en una dimensión total tan pequeña como sea posible para la unidad de resonador 51.

- 25 La figura 16 muestra la unidad de resonador 51 conectada al baffle de metal fundido, especialmente a la parte delantera 15 del baffle de tal manera que las aberturas de resonador 45 quedan dirigidas hacia el actuador coaxial que incluye el tweeter 12 y el actuador de rango medio 13. De esta forma, las aberturas 45 de la unidad de resonador 51 están dirigidas separándose del primer puerto 20 del altavoz. En la figura 16 también se puede observar el material supresor 41 dispuesto en las cavidades y extendiéndose hacia las aberturas 45 de las cavidades.

- 30 Las figuras 17 y 18 muestran realizaciones de las unidades de resonador como líneas discontinuas. Sólo se presenta una unidad de resonador 51 para cada altavoz, pero, por supuesto, también una segunda unidad de resonador está situada en la parte inferior de cada altavoz.

- 35 El dimensionamiento de las cavidades de resonador 46 se realiza en relación con las figuras 15-18, con los mismos principios que se han descrito con respecto a otras figuras, especialmente las figuras 4-9.

Típicamente, el baffle 2 de altavoz uniforme se fabrica por fundición o moldeo de metal, plástico o material a base de madera.

**REIVINDICACIONES**

1. Un altavoz (1) que incluye
  - un baffle uniforme (2) que tiene parte delantera (15), partes laterales (21) y parte trasera (25) que definen un volumen interior (27),
- 5
  - la parte delantera (15) está formada como una superficie de guía de ondas (8) e incluye al menos un actuador (12, 13) en la superficie de guía de ondas (8) y es capaz de radiar la potencia acústica principal del altavoz (1) en la dirección de un primer eje acústico (10), y
  - al menos un actuador adicional (4) fijado al baffle (2),
- 10
  - el actuador adicional (4) está fijado en el interior del baffle (2) de manera que se forma un subvolumen (22) dentro del volumen interior (27), estando el subvolumen (22) limitado por el actuador (4), unos separadores (33) entre el actuador (4) y la parte delantera (15), y la parte delantera (15) del baffle (2),
  - al menos un primer puerto (20) que está adaptado para abrir desde el subvolumen (22) hasta el volumen ambiente (26), ya sea por la parte lateral (21) o por la parte trasera (25) del baffle (2), y
- 15
  - al menos un resonador (40) que incluye al menos una cavidad de resonador (46) conectada acústicamente al subvolumen (22), estando el resonador (40) sintonizado a al menos una de las resonancias no deseadas del subvolumen (22), caracterizado por que
  - el resonador (40) está formado como una unidad independiente (51) conectada al baffle uniforme (2), y por que
  - la unidad de resonador (51) está conectada a la superficie interior de la parte delantera (15) del baffle (2).
- 20
  2. Un altavoz según la reivindicación 1, caracterizado por que la unidad de resonador (51) está hecha de plástico, material a base de madera o metal.
  3. Un altavoz según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la unidad de resonador (51) comprende una o más cavidades curvadas (46) con aberturas (45).
  4. Un altavoz según cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que el resonador (40) es un resonador resistivo con características de banda ancha.
- 25
  5. Un altavoz según cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que el resonador (40) incluye un material atenuador (41) tal como lana PES, un material de espuma de celda abierta, fibra de vidrio, lana mineral, fieltro u otros materiales fibrosos o de celda abierta o porosos, o alternativamente cualquier material sólido fabricado en el lugar del volumen, de manera que el material sea una estructura de celda abierta o fibrosa en el que el tamaño de celda o el tamaño de fibra sea de un área dimensional de 1  $\mu\text{m}$  (micrómetro) a 1 mm (milímetro).
- 30
  6. Un altavoz según cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que el resonador (40) es un resonador reactivo, como un resonador de panel o un resonador de Helmholtz.
  7. Un altavoz (1) según cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que un segundo eje acústico (11) no es coaxial con el primer eje acústico (10).
- 35
  8. Un altavoz (1) según cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que un segundo eje acústico (11) no es paralelo al primer eje acústico (10).
  9. Un altavoz (1) según cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que el primer actuador (3) incluye dos actuadores (12, 13) coaxiales entre sí.
  10. Un altavoz (1) según cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que el primer actuador (3) incluye un solo actuador (12, 13).
- 40
  11. Un altavoz (1) según cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que el altavoz (1) es un altavoz de reflexión de los graves.
  12. Un altavoz (1) según cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que el baffle uniforme (2) se fabrica por fundición o moldeo de metal, plástico o material a base de madera.
- 45
  13. Un altavoz (1) según cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que el baffle uniforme (2) se fabrica por mecanizado de metal, plástico o material a base de madera.
  14. Un altavoz (1) según cualquier reivindicación anterior, caracterizado por que el al menos un actuador (12, 13) está en el centro de la superficie de guía de ondas (8).

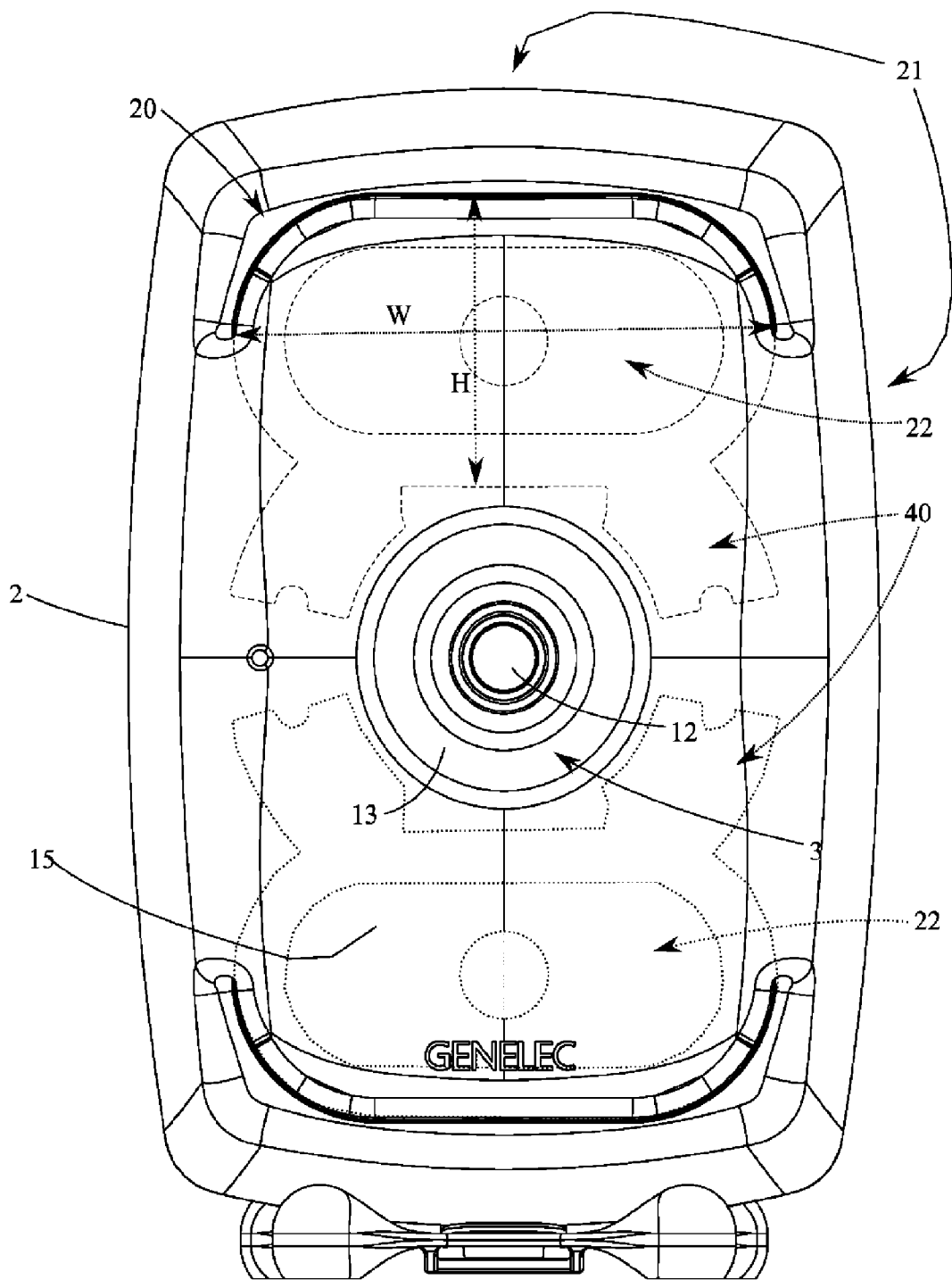


Fig. 1

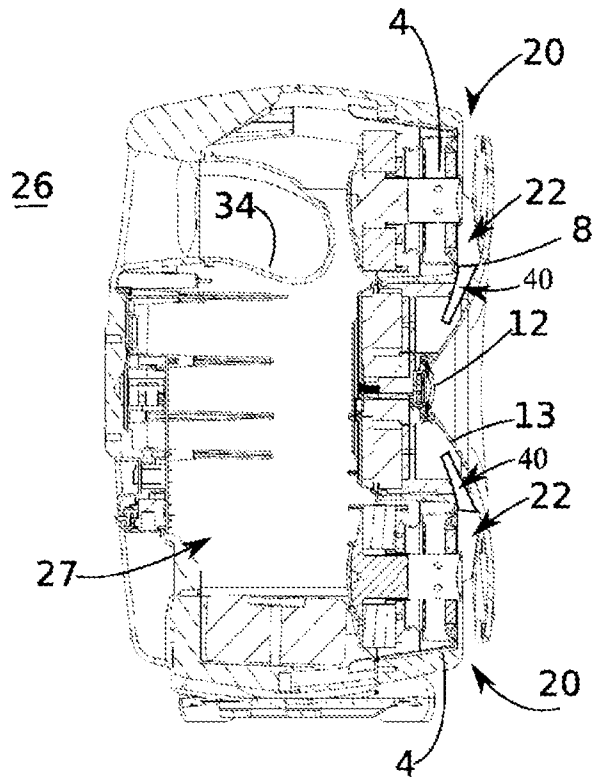


Fig. 2

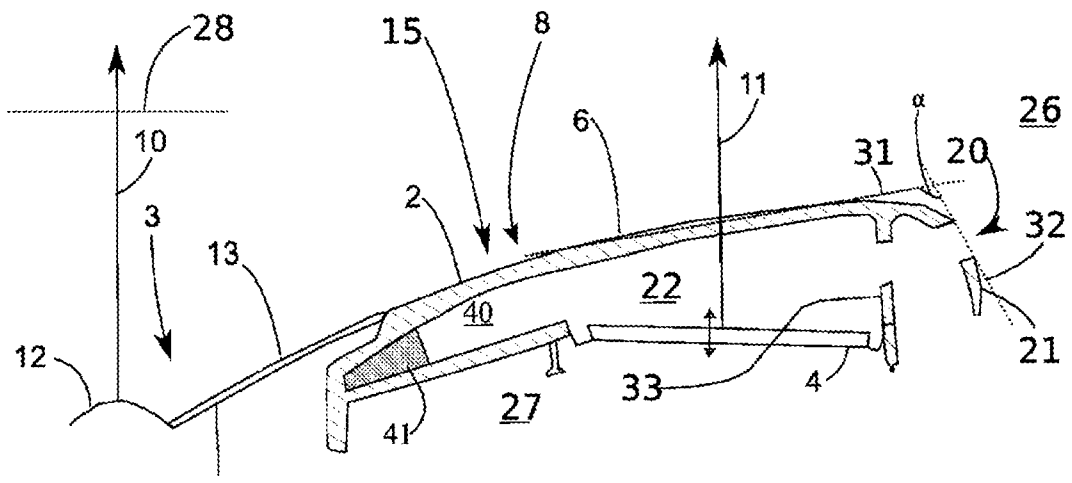
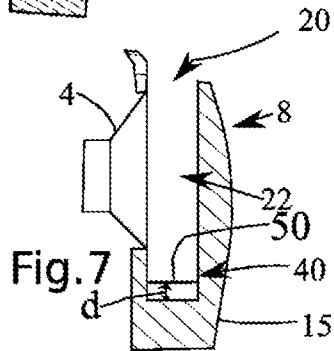
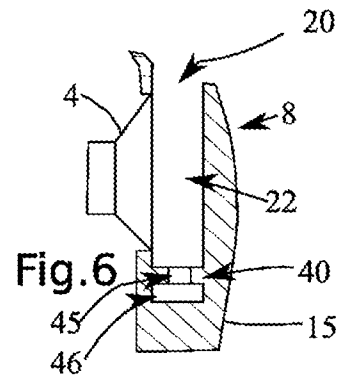
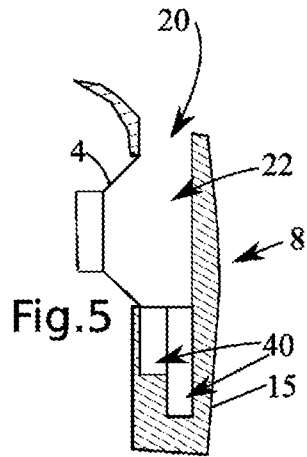
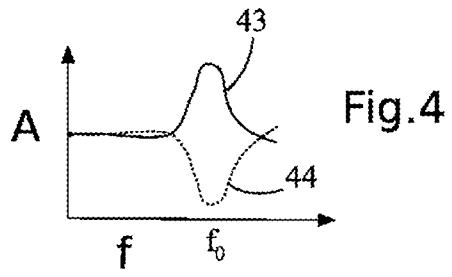
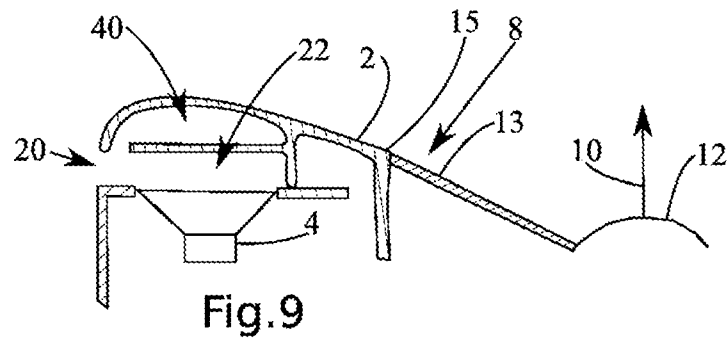
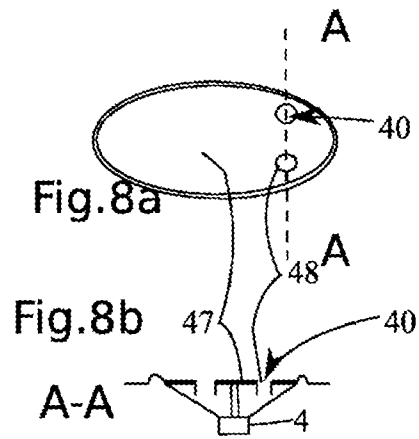


Fig. 3





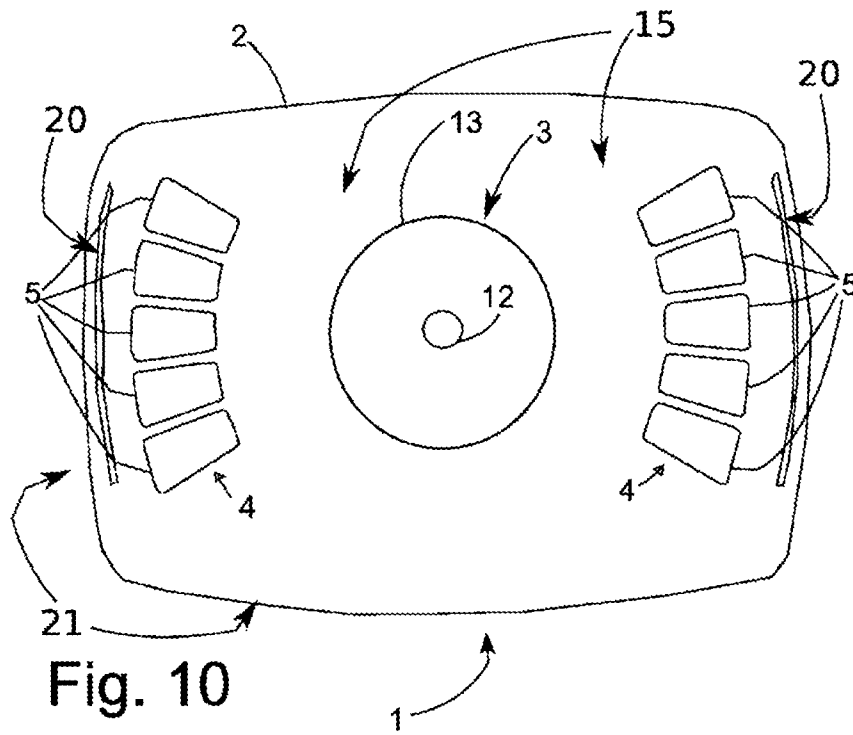


Fig. 10

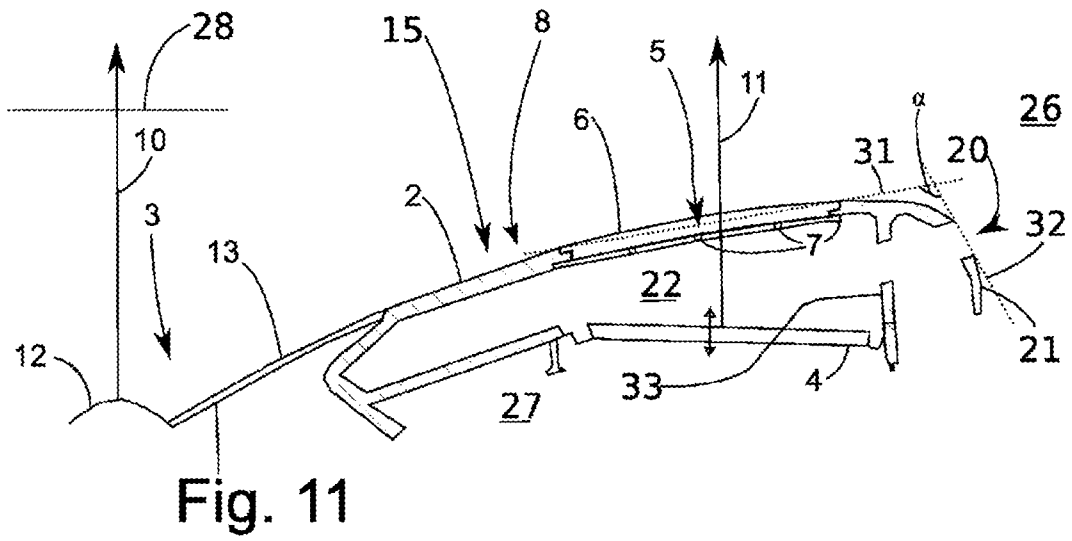


Fig. 11

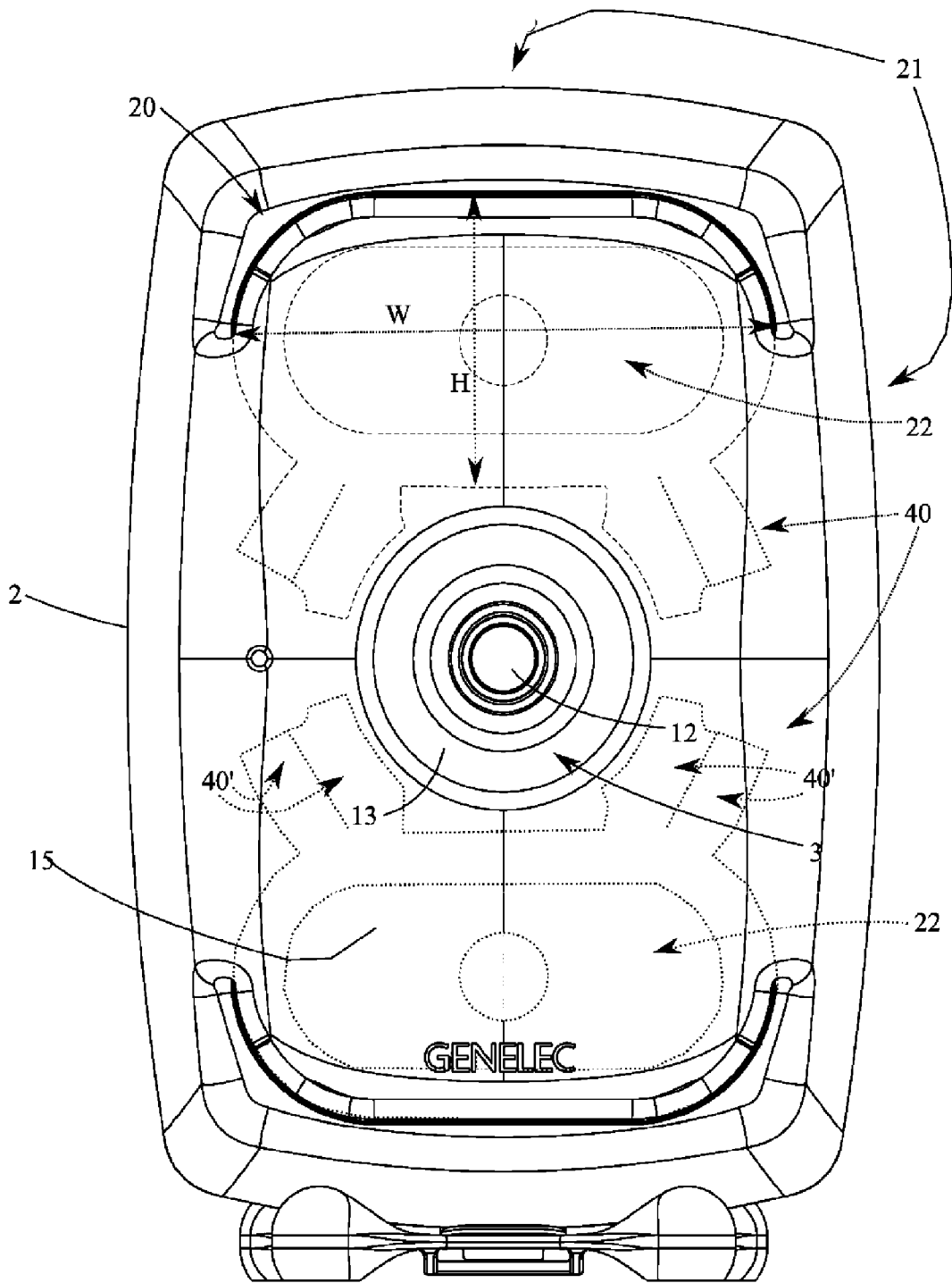


Fig. 12

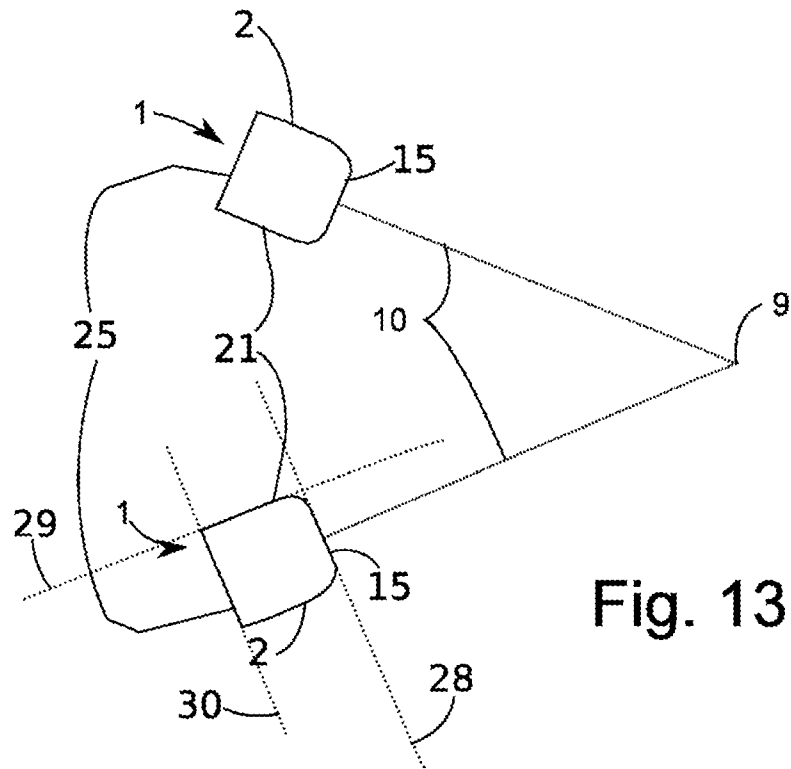


Fig. 13

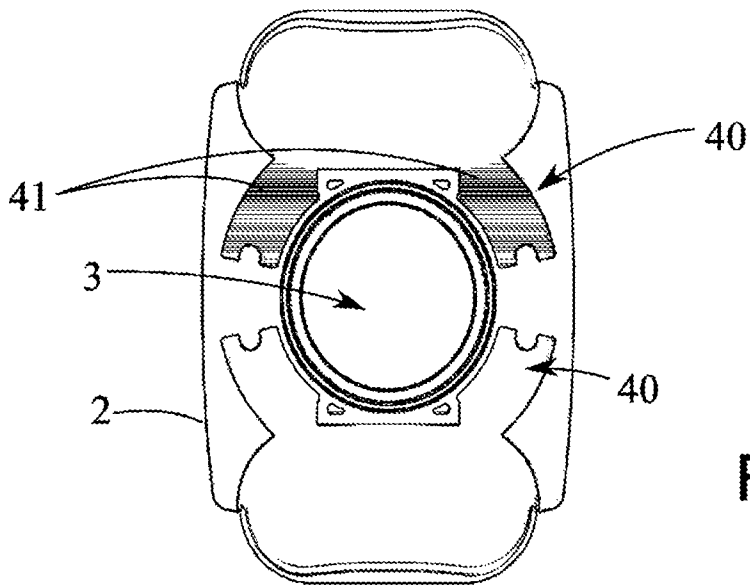


Fig. 14

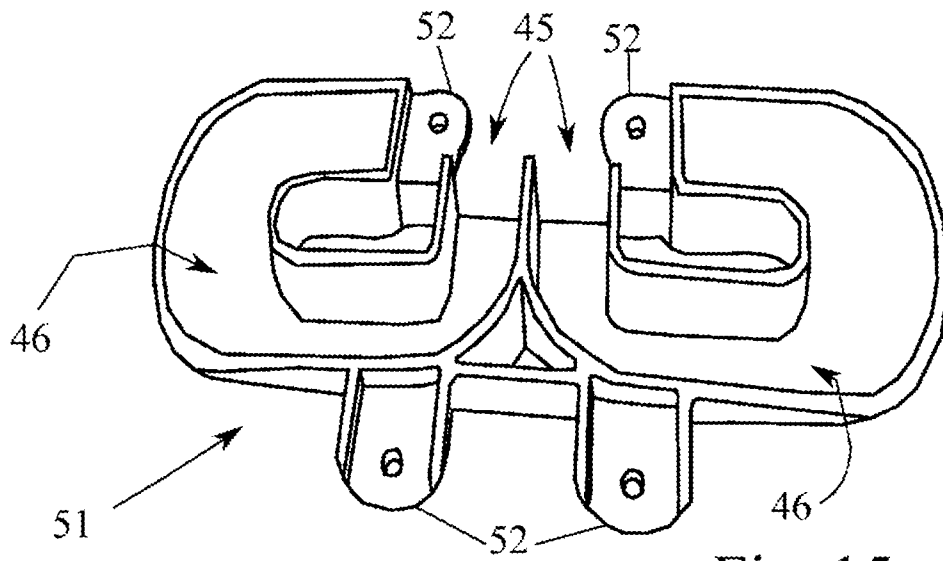


Fig. 15

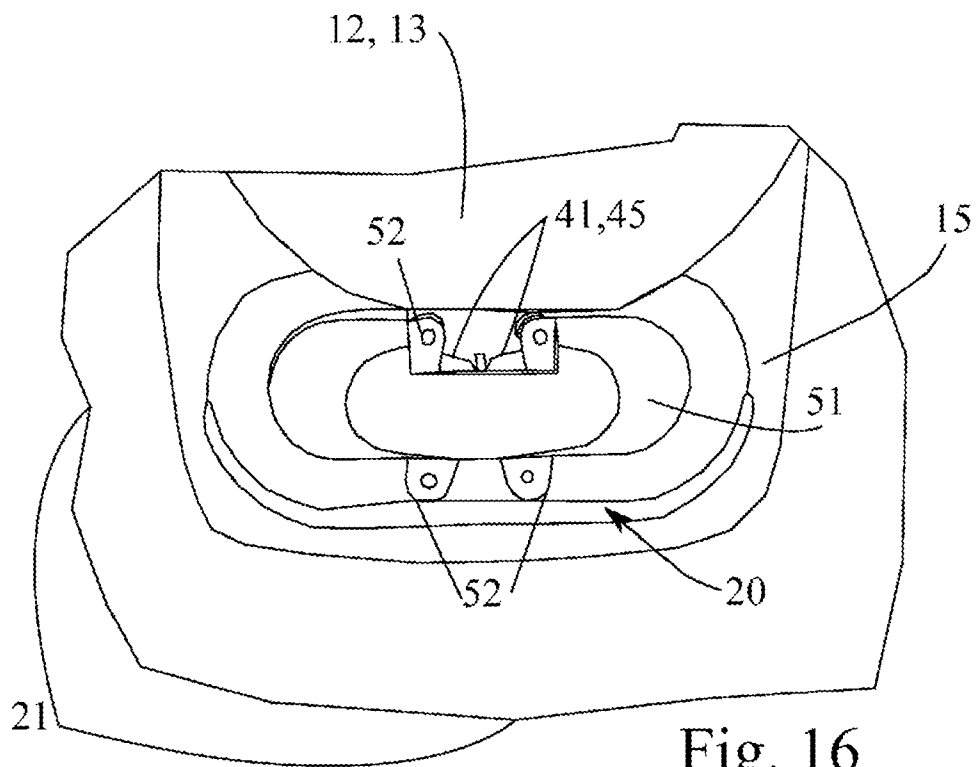


Fig. 16

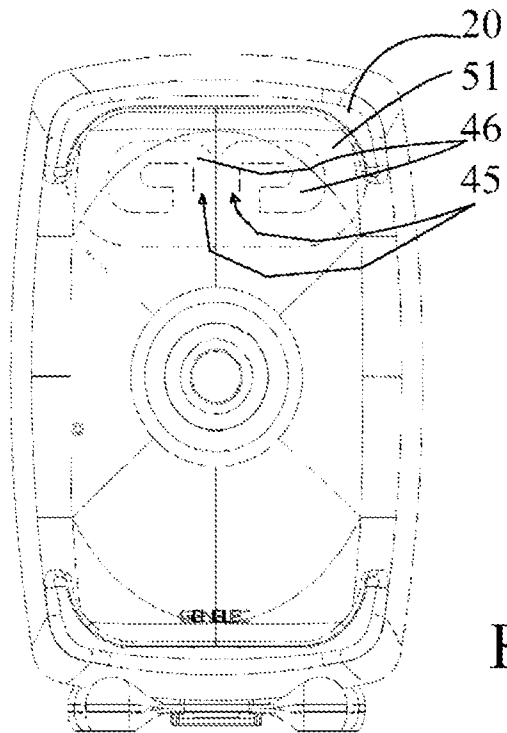


Fig. 17

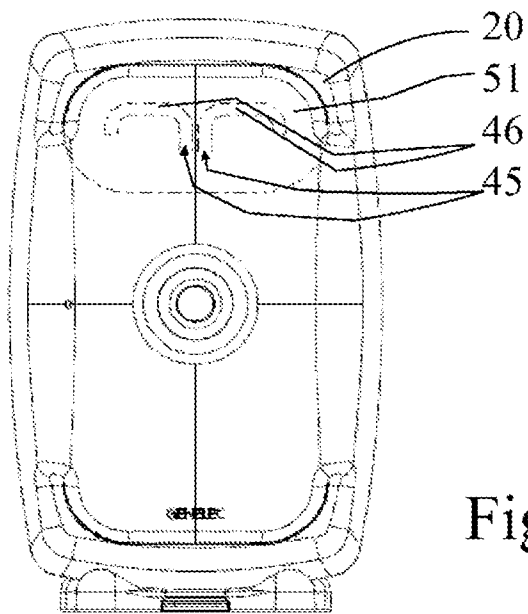


Fig. 18