

(19)



(11)

EP 4 082 222 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
20.11.2024 Bulletin 2024/47

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
H04R 1/34 (2006.01) G10K 11/28 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **20851218.6**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
H04R 1/345; G10K 11/28

(22) Date de dépôt: **21.12.2020**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2020/052576

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2021/130441 (01.07.2021 Gazette 2021/26)

(54) **ENCEINTE DE DIFFUSION DE SON PAR REVERBERATION**

GEHÄUSE ZUR SCHALLDÄMPFUNG DURCH NACHHALL

ENCLOSURE FOR DIFFUSING SOUND BY REVERBERATION

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorité: **24.12.2019 FR 1915555**

(43) Date de publication de la demande:
02.11.2022 Bulletin 2022/44

(73) Titulaire: **FOCAL JMLab
42350 La Talaudière (FR)**

(72) Inventeur: **CAZES BOUCHET, Arnaud
42510 BALBIGNY (FR)**

(74) Mandataire: **Cabinet Laurent & Charras
Le Contemporain
50 Chemin de la Bruyère
69574 Dardilly Cedex (FR)**

(56) Documents cités:
**IT-A1- RM20 120 086 US-A1- 2016 119 711
US-A1- 2017 026 750 US-A1- 2017 325 019**

EP 4 082 222 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] L'invention concerne une enceinte de diffusion de son par réverbération, c'est-à-dire une enceinte destinée à projeter des ondes sonores sur une surface de réflexion, typiquement un plafond ou un mur d'une pièce.

[0002] L'invention concerne plus particulièrement une enceinte dans laquelle la diaphonie est élevée entre les ondes sonores obtenues par réverbération et celles projetées devant l'enceinte.

[0003] L'invention trouve une application particulièrement avantageuse pour les installations de home-cinéma, les salles de cinéma, ou les salles d'écoutes musicales pour lesquelles il est recherché de spatialiser les ondes sonores dans une pièce.

ART ANTERIEUR

[0004] Pour spatialiser les ondes sonores dans une pièce, il est connu d'intégrer plusieurs enceintes à différents endroits de la pièce afin de fournir à l'auditoire des sons provenant de plusieurs directions. Cette solution est notamment utilisée pour améliorer l'immersion dans un film ou améliorer la qualité d'écoute d'une oeuvre musicale.

[0005] La publication scientifique "Poletti et al.: Sound reproduction with fixed-directivity speakers; J. Acoust. Soc. Am., Vol. 127, No. 6, June 2010" décrit les contraintes d'implantation pour former des ondes sonores correctement spatialisées dans une pièce en fonction de la position de l'auditoire. Tel qu'indiqué dans cette publication, un obstacle majeur à la généralisation de cette technologie réside dans la complexité d'intégration des enceintes nécessaires pour former les ondes sonores spatialisées. Par exemple, il est souvent complexe d'intégrer des enceintes dans un plafond ou dans un mur d'un particulier souhaitant créer une salle de home-cinéma.

[0006] Pour répondre à ce problème, il est connu des enceintes permettant de projeter les ondes sonores sur une surface de réflexion, typiquement un plafond ou un mur d'une pièce, agissant comme un miroir acoustique.

[0007] Cette solution permet de simuler le positionnement d'une enceinte sur un mur ou un plafond. Ainsi, au lieu de recevoir les ondes sonores provenant directement d'une enceinte orientée vers l'auditoire, l'auditoire peut également recevoir une ou plusieurs ondes sonores obtenues par réverbération sur une surface de réflexion au moyen d'une enceinte distante de cette surface de réflexion.

[0008] Dans l'exemple de la figure 1, une enceinte de diffusion de son par réverbération **100** est disposée sur le sol **40** devant un écran, non représenté, d'une salle de home-cinéma. L'enceinte **100** comporte un haut-parleur **110** orienté vers le plafond **41** de sorte à transmettre les ondes sonores par réverbération sur le plafond

41 de la salle de home-cinéma.

[0009] Ce type d'enceinte pose néanmoins un problème de diaphonie. Au sens de l'invention, la diaphonie correspond au rapport entre le son **S_r** capté par l'auditoire par réverbération et le son **S_d** capté en provenance directe de l'enceinte. Par exemple, cette diaphonie peut être mesurée par un microphone **42**, tel qu'illustré sur la figure 1.

[0010] Bien entendu, le temps de propagation des ondes sonores obtenues par réverbération est supérieur au temps de propagation des ondes sonores transmises directement depuis le haut-parleur de l'enceinte. La présence des ondes sonores transmises directement perturbe donc la qualité d'écoute des ondes sonores obtenues par réverbération et il est recherché de limiter la transmission directe du son pour améliorer la diaphonie.

[0011] En outre, l'énergie acoustique rayonnée par le haut-parleur s'affaiblit proportionnellement au carré de la distance parcourue. Ainsi, en utilisant un haut-parleur fonctionnant par réverbération, le haut-parleur doit fournir une énergie acoustique beaucoup plus importante que pour obtenir une propagation directe.

[0012] Pour répondre à ces exigences, il est possible d'utiliser un haut-parleur avec un fort diamètre, c'est-à-dire avec un diamètre supérieur à 20 cm.

[0013] Cependant, avec ce type de haut-parleur, il n'est pas possible d'obtenir une enceinte de faible encombrement, c'est-à-dire avec des dimensions inférieures à 14 cm de hauteur par 28 cm de longueur et 18 cm de largeur.

[0014] Pour obtenir une enceinte de faible encombrement, il est nécessaire d'utiliser un haut-parleur plus petit. Cependant, les haut-parleurs de plus petites dimensions sont moins directifs et ils posent des problèmes de diffraction et de rupture acoustique qui détériorent les performances acoustiques.

[0015] Pour remédier en partie à ces problèmes, il est possible d'utiliser un guide d'onde **120** sur le haut-parleur **110** afin de limiter la propagation des sons **S_d**, tel qu'illustré sur la figure 1 et dans le document US 2017/0026750. Cependant, même avec un guide d'onde **120**, il est nécessaire de limiter l'angle d'inclinaison α entre le haut-parleur et la longueur du caisson de l'enceinte pour obtenir un niveau de diaphonie acceptable avec un haut-parleur de faible dimension. Typiquement, l'angle d'inclinaison α d'une enceinte de faible encombrement est proche de 70°, ce qui limite la distance possible entre l'enceinte **100** et l'auditoire. Ainsi, une enceinte de faibles dimensions est classiquement placée à moins de 2m de l'auditoire pour que les ondes sonores obtenues par réverbération sur un plafond arrivent correctement jusqu'à l'auditoire.

[0016] Les mêmes problèmes se posent pour une enceinte de diffusion de son par réverbération configurée pour projeter des ondes sonores sur un mur d'une pièce.

[0017] Ainsi, le problème technique de l'invention est de trouver comment améliorer la diaphonie d'une enceinte de diffusion de son par réverbération, notamment pour

les enceintes de faibles dimensions.

EXPOSE DE L'INVENTION

[0018] Pour répondre à ce problème, l'invention propose d'utiliser au moins un mur acoustique intégré dans le guide d'onde pour améliorer les performances du guide d'onde.

[0019] L'invention est issue d'une découverte provenant du constat que les fréquences les plus hautes ne sont pas correctement captées par le guide d'onde dans le cadre d'une enceinte de diffusion de son par réverbération.

[0020] Pour remédier à ce problème, l'invention a nécessité de longues études pour déterminer comment modifier la directivité des hautes fréquences générées par le haut-parleur d'une enceinte de diffusion de son par réverbération. Notamment, des murs acoustiques de formes et de positionnements très différents ont été testés. Il ressort de ces études que la diaphonie est améliorée de manière très surprenante lorsqu'au moins un mur acoustique est fixé sur les montants latéraux du guide d'onde et que ce mur acoustique s'étend tangentielle-ment par rapport à la droite génératrice du support cylindrique du haut-parleur la plus proche d'une face avant de l'enceinte.

[0021] A cet effet, selon un premier aspect, l'invention concerne une enceinte de diffusion de son par réverbération comportant :

- un haut-parleur comprenant :
 - . un châssis fixe,
 - . un support cylindrique mobile en translation, et
 - . une membrane dont un bord extérieur annulaire est relié à une surface d'appui supérieure dudit châssis au moyen d'une suspension et un bord intérieur annulaire qui est fixé sur ledit support cylindrique ; et
- un guide d'onde monté sur ladite surface d'appui supérieure dudit châssis, ledit guide d'onde présentant sensiblement la forme d'une pyramide tronquée avec une paroi de grande longueur, une paroi de faible longueur et des montants latéraux reliant lesdites parois ;

ladite paroi de grande longueur formant une face avant de ladite enceinte de sorte que ladite paroi de grande longueur bloque la propagation du son devant ladite enceinte pour que la plus grande partie du son soit dirigée en direction d'une surface de réflexion.

[0022] L'invention se caractérise en ce que ledit guide d'onde comporte également au moins un mur acoustique fixé sur lesdits montants latéraux, ledit mur acoustique s'étendant tangentielle-ment par rapport à la droite génératrice dudit support cylindrique la plus proche de ladite face avant.

[0023] La modification réalisée sur le guide d'onde permet d'améliorer la diaphonie d'une enceinte de diffusion de son par réverbération en canalisant les hautes-fréquences générées par l'enceinte.

[0024] Cette amélioration de la diaphonie permet d'utiliser des haut-parleurs avec des faibles diamètres, typiquement des diamètres compris entre 5 et 15 cm, de sorte à obtenir une enceinte avec des dimensions réduites. Par exemple, l'enceinte peut être réalisée dans un caisson sur lequel ledit haut-parleur et ledit guide d'onde sont fixés, ledit caisson présentant une hauteur inférieure à 14cm, une longueur inférieure à 28cm et une largeur inférieure à 18cm.

[0025] Ces dimensions réduites permettent de répondre aux contraintes d'encombrement des particuliers.

[0026] L'amélioration de la diaphonie permet également de diminuer l'angle d'inclinaison du haut-parleur par rapport à la longueur du caisson. Ainsi, il est désormais possible d'incliner le haut-parleur avec un angle compris entre 30 et 50° par rapport à la hauteur du caisson.

[0027] Selon l'invention, l'inclinaison du haut-parleur par rapport à une longueur du caisson signifie que l'axe du haut-parleur passant par le centre du support cylindrique est décalé par rapport à un axe s'étendant selon la longueur du caisson, par exemple un axe dirigé vers un point d'écoute prédéterminé.

[0028] L'augmentation de l'angle d'inclinaison du haut-parleur permet d'augmenter la distance entre l'enceinte et l'auditoire. En effet, alors qu'une enceinte de faibles dimensions est nécessairement placée à moins de 2m de l'auditoire pour que les ondes sonores obtenues par réverbération sur un plafond arrivent correctement jusqu'à l'auditoire, l'invention permet de placer l'enceinte à une distance comprise entre 3 et 4.5m. De ce fait, l'enceinte peut être moins proche de l'auditoire ce qui limite également les contraintes d'implantation. Le même principe s'applique pour une enceinte projetant du son sur un mur.

[0029] Pour atteindre les performances de puissance requises pour maintenir un niveau sonore acceptable à cette distance, la surface supérieure du support cylindrique est préférentiellement pourvue d'un dôme, par exemple un dôme inversé.

[0030] Au sens de l'invention, un dôme inversé correspond à un dôme dont la courbure est orientée vers une partie intérieure du châssis fixe.

[0031] En augmentant la puissance d'une enceinte de faibles dimensions, les problèmes de diffraction et de rupture acoustique sont toutefois augmentés. Pour résoudre ces problèmes, il est possible de limiter encore la diaphonie en utilisant un second mur acoustique.

[0032] Selon un mode de réalisation, ledit guide d'onde comporte également un second mur acoustique fixé entre lesdits montants latéraux et entre ledit premier mur acoustique s'étendant tangentielle-ment par rapport à la droite génératrice et ladite face avant, ledit second mur acoustique s'étendant sensiblement parallèlement audit

premier mur acoustique avec une distance entre lesdits mur acoustiques sensiblement égale au rayon dudit support cylindrique.

[0033] Ce positionnement spécifique du second mur acoustique permet de canaliser efficacement les fréquences intermédiaires entre les hautes fréquences, captées par le premier mur acoustique, et les basses fréquences, captées par le guide d'onde.

[0034] Selon un mode de réalisation, ledit mur acoustique s'étendant tangentiellement par rapport à la droite génératrice comporte une lèvre semi-circulaire s'étendant en direction dudit support cylindrique sensiblement au centre desdits montants latéraux.

[0035] Ce mode de réalisation permet encore d'améliorer la diaphonie en canalisant les fréquences les plus hautes, générées au plus près du haut-parleur, sur le premier mur acoustique.

[0036] L'invention permet, ainsi, d'obtenir une enceinte de diffusion de son par réverbération, de faibles dimensions, et présentant une diaphonie importante.

[0037] Selon un second aspect, l'invention concerne une installation home-cinéma intégrant une enceinte selon le premier aspect de l'invention.

DESCRIPTION SOMMAIRE DES FIGURES

[0038] La manière de réaliser l'invention ainsi que les avantages qui en découlent, ressortiront bien des modes de réalisation qui suivent, donnés à titre indicatif mais non limitatif, à l'appui des figures annexées dans lesquelles :

[Fig 1] La figure 1 est une vue schématique en coupe d'une enceinte de diffusion de son par réverbération de l'état de la technique mise en oeuvre dans une installation home-cinéma ;

[Fig 2] La figure 2 est une vue schématique en coupe d'une enceinte de diffusion de son par réverbération, selon un premier mode de réalisation de l'invention, mise en oeuvre dans une installation home-cinéma ;

[Fig 3] La figure 3 est une vue schématique en coupe d'un haut-parleur et d'un guide d'onde selon un second mode de réalisation de l'invention ;

[Fig 4] La figure 4 est une vue schématique en coupe du premier mur acoustique du guide d'onde de la figure 3 ;

[Fig 5] La figure 5 est une vue schématique en coupe du second mur acoustique du guide d'onde de la figure 3 ;

[Fig 6a] Les figures 6a-6f sont des vues en coupe du haut-parleur et du guide d'onde de la figure 3 pour différentes fréquences générées par le haut-parleur : 100Hz (figure 6a) ; 1 kHz (figure 6b) ; 2kHz (figure 6c) ; 5kHz (figure 6d) ; 10kHz (figure 6e) et 16kHz (figure 6f).

[Fig 6b] Les figures 6a-6f sont des vues en coupe du haut-parleur et du guide d'onde de la figure 3 pour différentes fréquences générées par le haut-

parleur : 100Hz (figure 6a) ; 1 kHz (figure 6b) ; 2kHz (figure 6c) ; 5kHz (figure 6d) ; 10kHz (figure 6e) et 16kHz (figure 6f).

[Fig 6c] Les figures 6a-6f sont des vues en coupe du haut-parleur et du guide d'onde de la figure 3 pour différentes fréquences générées par le haut-parleur : 100Hz (figure 6a) ; 1 kHz (figure 6b) ; 2kHz (figure 6c) ; 5kHz (figure 6d) ; 10kHz (figure 6e) et 16kHz (figure 6f).

[Fig 6d] Les figures 6a-6f sont des vues en coupe du haut-parleur et du guide d'onde de la figure 3 pour différentes fréquences générées par le haut-parleur : 100Hz (figure 6a) ; 1 kHz (figure 6b) ; 2kHz (figure 6c) ; 5kHz (figure 6d) ; 10kHz (figure 6e) et 16kHz (figure 6f).

[Fig 6e] Les figures 6a-6f sont des vues en coupe du haut-parleur et du guide d'onde de la figure 3 pour différentes fréquences générées par le haut-parleur : 100Hz (figure 6a) ; 1 kHz (figure 6b) ; 2kHz (figure 6c) ; 5kHz (figure 6d) ; 10kHz (figure 6e) et 16kHz (figure 6f).

[Fig 6f] Les figures 6a-6f sont des vues en coupe du haut-parleur et du guide d'onde de la figure 3 pour différentes fréquences générées par le haut-parleur : 100Hz (figure 6a) ; 1 kHz (figure 6b) ; 2kHz (figure 6c) ; 5kHz (figure 6d) ; 10kHz (figure 6e) et 16kHz (figure 6f) ;

[Fig 7a] La figure 7a est une première vue en perspective du haut-parleur et du guide d'onde de la figure 3 ;

[Fig 7b] La figure 7b est une deuxième vue en perspective du haut-parleur et du guide d'onde de la figure 3 ;

[Fig 7c] La figure 7c est une troisième vue en perspective du haut-parleur et du guide d'onde de la figure 3 ; et

[Fig 7d] La figure 7d est une quatrième vue en perspective du haut-parleur et du guide d'onde de la figure 3

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

[0039] La figure 2 illustre une enceinte de diffusion de son par réverbération **10** intégrée dans une salle de home-cinéma. Pour ce faire, l'enceinte **10** est disposée sur le sol **40** devant un écran, non représenté. L'enceinte **10** comporte un haut-parleur **11** orienté vers le plafond **41** de la salle de cinéma de sorte à utiliser le plafond **41** comme une surface de réflexion pour les ondes sonores émises à partir du haut-parleur **11**. La nature de la surface de réflexion peut varier sans changer l'invention.

[0040] Par exemple, l'enceinte **10** peut être disposée au plafond **41** en utilisant le sol **40** comme surface de réflexion ou l'enceinte **10** peut être retournée d'un angle de 90° pour utiliser un mur de la salle de home-cinéma comme surface de réflexion.

[0041] Le haut-parleur **11** comporte un châssis **12** fixé à l'intérieur d'un caisson **30** formant les dimensions ex-

térieures de l'enceinte **10**. De préférence, le caisson **30** présente une hauteur inférieure à 14 cm, une longueur inférieure à 28 cm et une largeur inférieure à 18 cm. De préférence, la puissance du haut-parleur **11** est sensiblement de 250 Watts.

[0042] L'orientation du haut-parleur **11** par rapport au caisson **30** permet de régler l'angle d'inclinaison α_1 et, ainsi, la distance parcourue par les ondes sonores obtenues par réverbération entre l'enceinte **10** et l'auditoire. Dans l'exemple de la figure 2, l'angle α_1 entre un axe de révolution **Ar** du haut-parleur **11** et un axe s'étendant selon la longueur du caisson **30** est compris entre 40 et 60 degrés, et préférentiellement entre 50 et 52 degrés.

[0043] Le châssis **12** supporte un moteur d'entraînement d'une membrane **14**. Pour ce faire, le haut-parleur **11** comporte un support cylindrique **13** mobile en translation au moyen du champ magnétique généré par le moteur, non représenté. Ce support cylindrique **13** est relié à la membrane **14** par un bord annulaire intérieur **18** de la membrane **14** fixée sur une extrémité supérieure du support cylindrique **13**.

[0044] Dans la description, les termes relatifs « supérieurs » ou « inférieurs » font référence au positionnement classique d'un haut-parleur tel qu'illustré sur la figure 3 dans lequel le moteur est disposé en partie inférieure alors que la membrane **14** est disposée en partie supérieure du haut-parleur **11**. Bien entendu, le haut-parleur **11** peut être retourné sans changer l'invention.

[0045] Le bord extérieur annulaire **15** de la membrane est quant à lui relié à une surface d'appui supérieure **16** du châssis au moyen d'une suspension **17**. Ainsi, le châssis **12** s'étend depuis la base du haut-parleur **11** jusqu'à son extrémité supérieure en entourant le support cylindrique **13** et la membrane **14**.

[0046] Dans la partie inférieure du haut-parleur **11**, le support cylindrique **13** présente préférentiellement une surface supérieure **28** pourvue d'un dôme, par exemple un dôme inversé. Dans la partie supérieure du haut-parleur **11**, la surface d'appui supérieure **16** du châssis **12** présente préférentiellement un diamètre compris entre 5 et 15 centimètres.

[0047] Outre la fixation de la membrane **14**, cette surface d'appui supérieure **16** permet également de monter un guide d'onde **20** également fixé à l'intérieur du caisson **30**. Ce guide d'onde **20** présente une forme sensiblement pyramidale tronquée avec une paroi avant de grande longueur **21** est une paroi arrière de faible longueur **22**.

[0048] Les références aux termes relatifs « avant » et « arrière » se comprennent en relation avec la figure 2 dans laquelle la partie avant de l'enceinte **10** est la partie destinée à être positionnée proche de l'auditoire tandis que la partie arrière de l'enceinte **10** est la partie destinée à être positionnée la plus loin de l'auditoire. Bien entendu, le haut-parleur **11** peut être disposé différemment sans changer l'invention mais, dans tous les cas, la paroi avant de grande longueur **21** forme une face avant **Fa** de l'enceinte **10** en ce qui concerne la propagation des ondes

sonores.

[0049] Il est recherché de limiter la propagation des ondes sonores dans la partie avant de l'enceinte **10** pour augmenter la diaphonie de l'enceinte **10**. La diaphonie est mesurée au niveau de l'auditoire, par exemple par un microphone **42**, au moyen du rapport **Sr** sur **Sd** entre le son **Sr** capté par l'auditoire par réverbération et le son **Sd** capté par l'auditoire en provenance directe de l'enceinte **10**.

[0050] Dans le guide d'onde **20**, la paroi de grande longueur **21** limite la propagation des ondes sonores directes **Sd** pour favoriser la réception par l'auditoire des ondes sonores **Sr** obtenues par réverbération sur le plafond **41**. Les parois **21** et **22** du guide d'onde **20** sont reliées par des montants latéraux **23**. L'angle d'ouverture du guide d'onde **20**, c'est-à-dire l'angle d'inclinaison α_2 des différentes parois **21** à **23** du guide d'onde **20** depuis la surface d'appui supérieure **16** du châssis **12**, est préférentiellement compris entre 5 et 10 degrés.

[0051] Pour un haut-parleur **11** dont la surface d'appui supérieure **16** est comprise entre 5 et 15 cm, la paroi avant de grande longueur **21** peut présenter une longueur comprise entre 12 et 20 cm, préférentiellement entre 14 et 15 cm.

[0052] La paroi arrière de faible longueur **22** peut présenter une longueur comprise entre 0 et 5 cm. Autour de l'extrémité terminale des parois **21** à **23**, c'est-à-dire au niveau de l'extrémité opposée à celle fixée sur la surface d'appui supérieure **16** du châssis **12**, le guide d'onde **20** peut présenter une bavette destinée à permettre la fixation du guide d'onde **20** sur le caisson **30**.

[0053] L'invention propose d'améliorer le guide d'onde **20** en intégrant au moins un mur acoustique **25** fixé entre les montants latéraux **23**. Ainsi, dans le mode de réalisation de la figure 2, l'enceinte **10** comporte un seul mur acoustique **25** tandis que, dans le second mode de réalisation de la figure 3, le guide d'onde **20** intègre un second mur acoustique **26**. Ce mode de réalisation de la figure 3 est également représenté en perspective sur les figures 7a à 7d.

[0054] Le premier mur acoustique **25** est fixé entre les montants latéraux **23**. Il peut s'étendre sur toute la hauteur de ces montants latéraux **23** pour former une plaque sensiblement trapézoïdale. En variante, la hauteur de ce mur acoustique **25** peut s'étendre sur une partie seulement de la hauteur des montants verticaux **23**.

[0055] En outre, ce premier mur acoustique **25** s'étend sensiblement tangentiellement à une droite génératrice **Dg** du support cylindrique **13**. En effet, le support cylindrique **13** présente un axe de révolution **Ar** autour duquel un ensemble de droites génératrices forment les différents points du cylindre. Parmi l'ensemble de ces droites génératrices, la droite génératrice **Dg** la plus proche de la face avant **Fa** constitue la droite sur laquelle le premier mur acoustique est formé. Ainsi, tel qu'illustré sur la figure 4, la droite **Dg** passe sensiblement au centre de la forme trapézoïdale du premier mur acoustique **25**.

[0056] De préférence, la partie inférieure du premier

mur acoustique **25** est pourvue d'une lèvre semi-circulaire **25** s'étendant en direction du support cylindrique **13** et sensiblement au centre des montants latéraux **23**.

[0057] Dans l'exemple de la figure 3, un second mur acoustique **26** est également fixé entre les deux montants latéraux **23** sur une partie seulement de la hauteur de ces montants latéraux **23**, tel qu'illustré sur la figure 5.

[0058] Par exemple, la distance **D1** entre le premier **25** et le second **26** mur acoustique est préférentiellement sensiblement égale au rayon **R** du support cylindrique **13**. Ainsi, le second mur acoustique **26** s'étend selon un axe **A2** parallèle à l'axe de révolution **Ar** et à la droite génératrice **Dg**.

[0059] Les figures 6a à 6f présentent des simulations de propagation des ondes sonores du mode de réalisation de la figure 3. Tel qu'illustré sur la figure 6a, pour une onde sonore de 100 Hz, toute la surface de la membrane **14** est utilisée pour générer les ondes sonores et la face avant **Fa** du guide d'onde **20** suffit à guider les ondes sonores vers le plafond **41**.

[0060] Lorsque la fréquence des ondes sonores augmente, tel qu'illustré sur la figure 6b pour une fréquence de 1 kHz, les ondes sonores ont tendance à s'échapper du guide d'onde **20** par la face avant **Fa** et ces ondes sonores risquent de créer des perturbations pour l'auditoire.

[0061] À partir de la fréquence de 2 kHz, tel qu'illustré sur la figure 6c, le second mur acoustique **26** capte une partie des ondes sonores générées par le haut-parleur **11** pour les rediriger en direction du plafond **41**.

[0062] Pour des fréquences encore plus importantes, telles que la fréquence de 5 kHz illustrée sur la figure 6d, la génération des ondes sonores est très localisée au centre de la membrane **14**. Dans cette simulation, le second mur acoustique **26** devient inopérant et c'est le premier mur acoustique **25** qui permet de guider les ondes acoustiques vers le plafond **41**.

[0063] Ensuite, pour des fréquences plus importantes, telles que la fréquence de 10 kHz illustrée sur la figure 6e ou la fréquence de 16kHz illustrée sur la figure 6f, les ondes sonores sont générées du niveau du dôme inversé du haut-parleur **11**. Pour ces fréquences, la lèvre semi-circulaire **27** du premier mur acoustique **25** permet de canaliser les ondes sonores sur le premier mur acoustique **25** afin de les transmettre en direction du plafond **41**.

[0064] Pour conclure, l'invention propose de modifier un guide d'onde **20** d'une enceinte **10** de diffusion de son par réverbération pour améliorer la diaphonie.

[0065] Cette amélioration de la diaphonie permet de diminuer l'angle d'inclinaison α_1 du haut-parleur **11** et, ainsi, de disposer l'enceinte **10** plus loin de l'auditoire pour réduire les contraintes d'implantation de l'enceinte **10**. Il s'ensuit que l'invention permet de former plus facilement un home cinéma ou une salle d'écoute musicale.

Revendications

1. Enceinte de diffusion de son par réverbération (10) comportant :

- un haut-parleur (11) comprenant :

- . un châssis fixe (12),
- . un support cylindrique (13) mobile en translation, et
- . une membrane (14) dont un bord extérieur annulaire (15) est relié à une surface d'appui supérieure (16) dudit châssis (12) au moyen d'une suspension (17) et un bord intérieur annulaire (18) qui est fixé sur ledit support cylindrique (13) ; et

- un guide d'onde (20) monté sur ladite surface d'appui supérieure (16) dudit châssis (12), ledit guide d'onde présentant sensiblement la forme d'une pyramide tronquée avec une paroi de grande longueur (21), une paroi de faible longueur (22) et des montants latéraux (23) reliant lesdites parois (21-22) ;

ladite paroi de grande longueur (21) formant une face avant (Fa) de ladite enceinte (10) de sorte que ladite paroi de grande longueur (21) bloque la propagation du son devant ladite enceinte (10) pour que la plus grande partie du son soit dirigée en direction d'une surface de réflexion (41) ;

caractérisée en ce que ledit guide d'onde (20) comporte également au moins un mur acoustique (25) fixé sur lesdits montants latéraux (23), ledit mur acoustique (25) s'étendant tangentiellement par rapport à la droite génératrice (Dg) dudit support cylindrique (13) la plus proche de ladite face avant (Fa).

2. Enceinte de diffusion de son par réverbération selon la revendication 1, **dans laquelle** ledit guide d'onde (20) comporte également un second mur acoustique (26) fixé entre lesdits montants latéraux (23) et entre ledit premier mur acoustique (25) s'étendant tangentiellement par rapport à la droite génératrice (Dg) et ladite face avant (Fa), ledit second mur acoustique (26) s'étendant sensiblement parallèlement audit premier mur acoustique (25) avec une distance (D1) entre lesdits mur acoustiques (25-26) sensiblement égale au rayon (R) dudit support cylindrique (13).
3. Enceinte de diffusion de son par réverbération selon la revendication 1 ou 2, **dans laquelle** ledit mur acoustique (25) s'étendant tangentiellement par rapport à la droite génératrice (Dg) comporte une lèvre semi-circulaire (27) s'étendant en direction dudit

support cylindrique (13) sensiblement au centre desdits montants latéraux (23).

4. Enceinte de diffusion de son par réverbération selon l'une des revendications 1 à 3, **dans laquelle** ladite enceinte (10) comporte un caisson (30) sur lequel ledit haut-parleur (11) et ledit guide d'onde (20) sont intégrés, ledit caisson (30) présentant une hauteur (H) inférieure à 14cm, une longueur inférieure à 28cm et une largeur inférieure à 18cm. 5 10
5. Enceinte de diffusion de son par réverbération selon la revendication 4, **dans laquelle** ledit haut-parleur (11) est incliné d'un angle (α_1) compris entre 40 et 60° par rapport à une longueur dudit caisson (30). 15
6. Enceinte de diffusion de son par réverbération selon l'une des revendications 1 à 5, **dans laquelle** une surface supérieure (28) dudit support cylindrique (13) est pourvue d'un dôme. 20
7. Enceinte de diffusion de son par réverbération selon la revendication 6, **dans laquelle** ledit dôme est inversé. 25
8. Enceinte de diffusion de son par réverbération selon l'une des revendications 1 à 7, **dans laquelle** ledit haut-parleur (11) présente une membrane (14) dont le diamètre est compris entre 5 et 15 cm. 30
9. Installation de home-cinéma comportant une enceinte de diffusion de son par réverbération selon l'une des revendications 1 à 8. 35

Patentansprüche

1. Lautsprecherbox (10) zur Schallausbreitung durch Nachhall, die Folgendes umfasst: 40
 - einen Lautsprecher (11) mit:
 - . einem festen Rahmen (12),
 - . einem zylindrischen Träger (13), der translatorisch beweglich ist, und 45
 - . einer Membran (14), deren ringförmiger Außenrand (15) über eine Aufhängung (17) mit einer oberen Auflagefläche (16) des Rahmens (12) verbunden ist, und deren ringförmiger Innenrand (18) an dem zylindrischen Träger (13) befestigt ist; und 50
 - einen Wellenleiter (20), der an der oberen Auflagefläche (16) des Rahmens (12) angebracht ist, wobei der Wellenleiter im Wesentlichen die Form eines Pyramidenstumpfes mit einer langen Wand (21), einer kurzen Wand (22) und Seitenstützen (23), die die Wände (21-22) verbin-

den, aufweist;

wobei die lange Wand (21) eine Vorderseite (Fa) der Box (10) bildet, so dass die lange Wand (21) die Ausbreitung des Schalls vor der Box (10) blockiert, damit der größte Teil des Schalls in Richtung einer Reflexionsfläche (41) geleitet wird;

dadurch gekennzeichnet, dass der Wellenleiter (20) auch mindestens eine Akustikwand (25) aufweist, die an den seitlichen Stützen (23) befestigt ist, wobei die Akustikwand (25) tangential zur erzeugenden Geraden (Dg) des zylindrischen Trägers (13) verläuft, die der Vorderseite (Fa) am nächsten liegt.

2. Lautsprecherbox zur Schallausbreitung durch Nachhall nach Anspruch 1, **wobei** der Wellenleiter (20) auch eine zweite Akustikwand (26) umfasst, die zwischen den seitlichen Stützen (23) und der ersten Akustikwand (25), die tangential zu der erzeugenden Geraden (Dg) verläuft, und der Vorderseite (Fa) befestigt ist, wobei sich die zweite Akustikwand (26) im Wesentlichen parallel zur ersten Akustikwand (25) mit einem Abstand (D1) zwischen den akustischen Wänden (25-26) verläuft, der im Wesentlichen gleich dem Radius (R) des zylindrischen Trägers (13) ist.
3. Lautsprecherbox zur Schallausbreitung durch Nachhall nach Anspruch 1 oder 2, **wobei** die Akustikwand (25), die tangential zur erzeugenden Geraden (Dg) verläuft, eine halbkreisförmige Lippe (27) aufweist, die sich in Richtung des zylindrischen Trägers (13) im Wesentlichen in der Mitte der seitlichen Stützen (23) erstreckt.
4. Lautsprecherbox zur Schallausbreitung durch Nachhall nach Anspruch 1 bis 3, **wobei** die Box (10) ein Gehäuse (30) aufweist, in das der Lautsprecher (11) und der Wellenleiter (20) integriert sind, wobei das Gehäuse (30) eine Höhe (H) von weniger als 14 cm, eine Länge von weniger als 28 cm und eine Breite von weniger als 18 cm aufweist.
5. Lautsprecherbox zur Schallausbreitung durch Nachhall nach Anspruch 4, **wobei** der Lautsprecher (11) in einem Winkel (α_1) zwischen 40 und 60° in Bezug auf eine Länge des Gehäuses (30) geneigt ist.
6. Lautsprecherbox zur Schallausbreitung durch Nachhall nach Anspruch 1 bis 5, wobei eine obere Fläche (28) des zylindrischen Trägers (13) mit einer Kuppel versehen ist.
7. Lautsprecherbox zur Schallausbreitung durch Nachhall nach Anspruch 6, wobei die Kuppel invertiert ist.
8. Lautsprecherbox zur Schallausbreitung durch Nachhall nach Anspruch 1 bis 7, **wobei** der Lautsprecher

(11) eine Membran (14) mit einem Durchmesser zwischen 5 und 15 cm aufweist.

9. Heimkinoanlage mit einer Lautsprecherbox zur Schallausbreitung durch Nachhall nach einem der Ansprüche 1 bis 8.

Claims

1. An enclosure for diffusing sound by reverberation (10) comprising:

- a loudspeaker (11) comprising:

- . a fixed frame (12),
- . a cylindrical support (13) movable in translation, and
- . a membrane (14) whose annular outer edge (15) is connected to an upper bearing surface (16) of said frame (12) by means of a suspension (17) and an annular inner edge (18) which is fastened onto said cylindrical support (13); and

- a wave guide (20) mounted on said upper bearing surface (16) of said frame (12), said wave guide being substantially in the shape of a truncated pyramid with a long wall (21), a short wall (22) and lateral uprights (23) connecting said walls (21-22);

wherein said long wall (21) forms a front face (Fa) of said enclosure (10) such that said long wall (21) blocks the propagation of sound in front of said enclosure (10) so that the greater part of the sound is directed towards a reflective surface (41);

characterized in that said wave guide (20) also comprises at least one acoustic wall (25) fastened onto said lateral uprights (23), said acoustic wall (25) extending tangentially relative to the generatrix line (Dg) of said cylindrical support (13) closest to said front face (Fa).

2. The enclosure for diffusing sound by reverberation according to claim 1, **wherein** said wave guide (20) also comprises a second acoustic wall (26) fastened between said lateral uprights (23) and between said first acoustic wall (25) extending tangentially relative to the generatrix line (Dg) and said front face (Fa), said second acoustic wall (26) extending substantially parallel to said first acoustic wall (25), a distance (D1) between said acoustic walls (25-26) being substantially equal to the radius (R) of said cylindrical support (13).
3. The enclosure for diffusing sound by reverberation according to claim 1 or 2, **wherein** said acoustic wall

(25) extending tangentially relative to the generatrix line (Dg) comprises a semi-circular lip (27) extending in direction of said cylindrical support (13) substantially at the center of said lateral uprights (23).

4. The enclosure for diffusing sound by reverberation according to one of claims 1 to 3, **wherein** said enclosure (10) comprises a box (30) onto which said loudspeaker (11) and said wave guide (20) are integrated, said box (30) having a height (H) less than 14 cm, a length less than 28 cm and a width less than 18 cm.
5. The enclosure for diffusing sound by reverberation according to claim 4, **wherein** said loudspeaker (11) is inclined at an angle (α 1) of between 40° and 60° relative to a length of said box (30).
6. The enclosure for diffusing sound by reverberation according to one of claims 1 to 5, **wherein** an upper surface (28) of said cylindrical support (13) is provided with a dome.
7. The enclosure for diffusing sound by reverberation according to claim 6, **wherein** said dome is inverted.
8. The enclosure for diffusing sound by reverberation according to one of claims 1 to 7, **wherein** said loudspeaker (11) has a membrane (14) whose diameter is between 5 and 15 cm.
9. A home cinema installation comprising an enclosure for diffusing sound by reverberation according to one of claims 1 to 8.

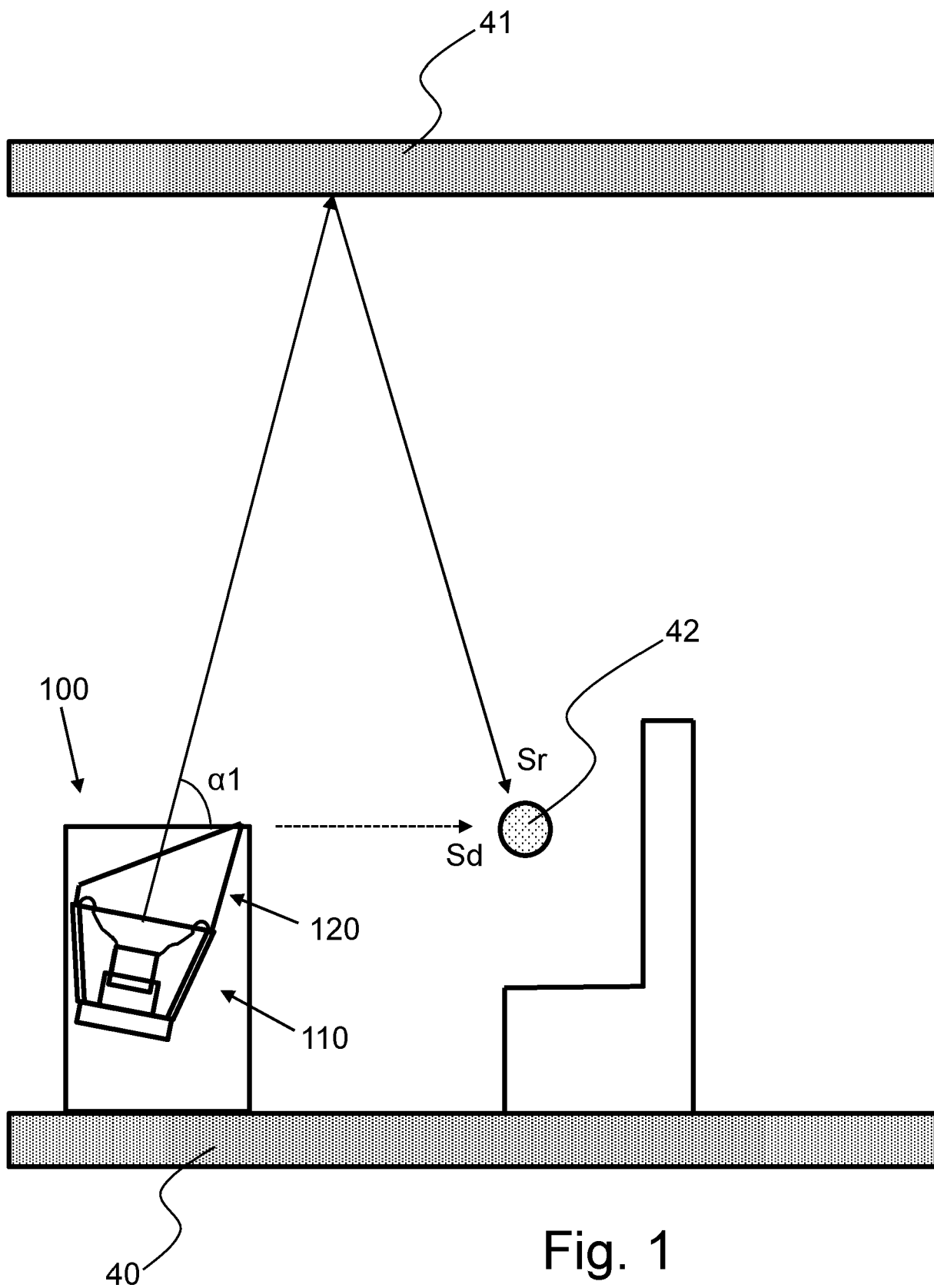


Fig. 1
Etat de la technique

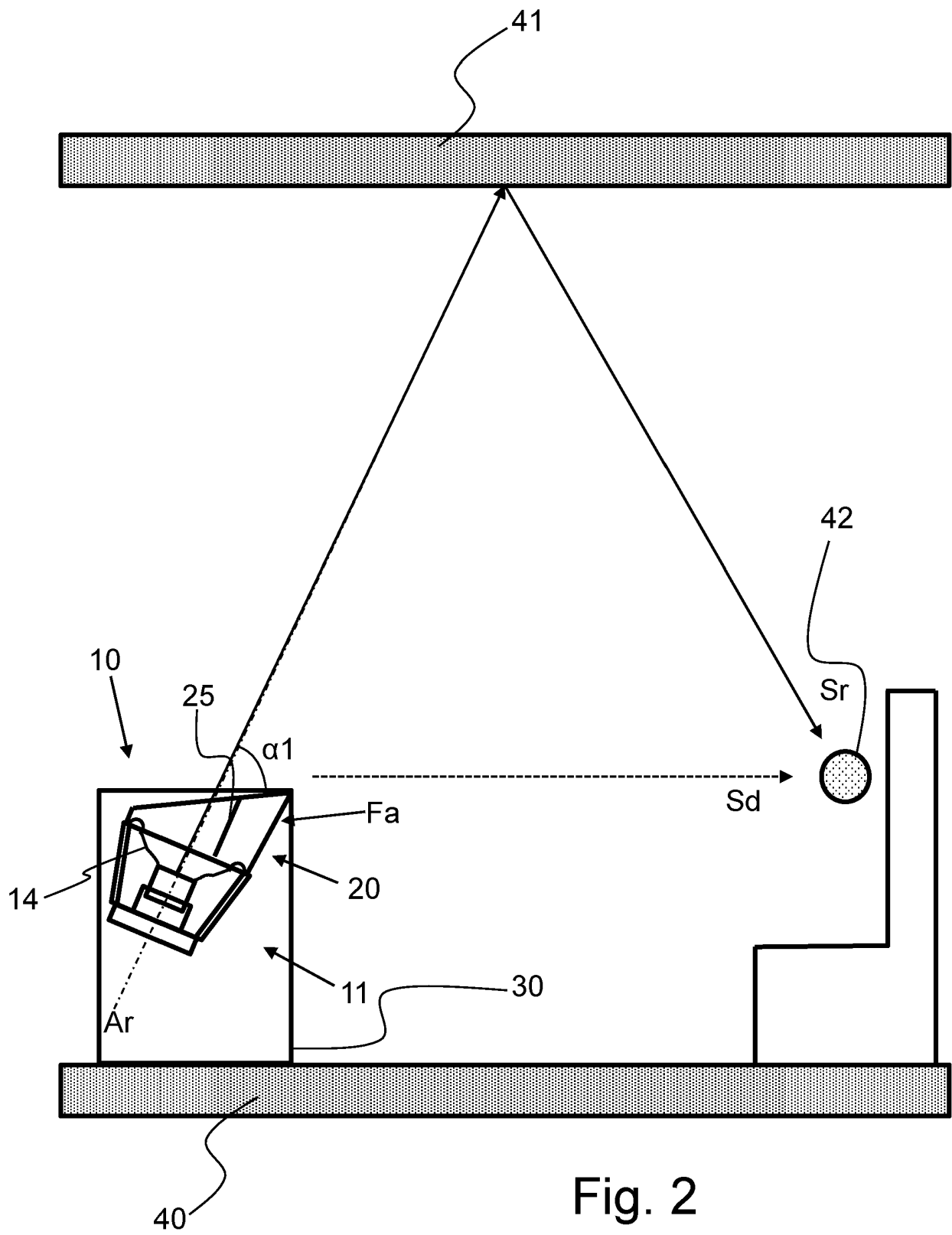


Fig. 2

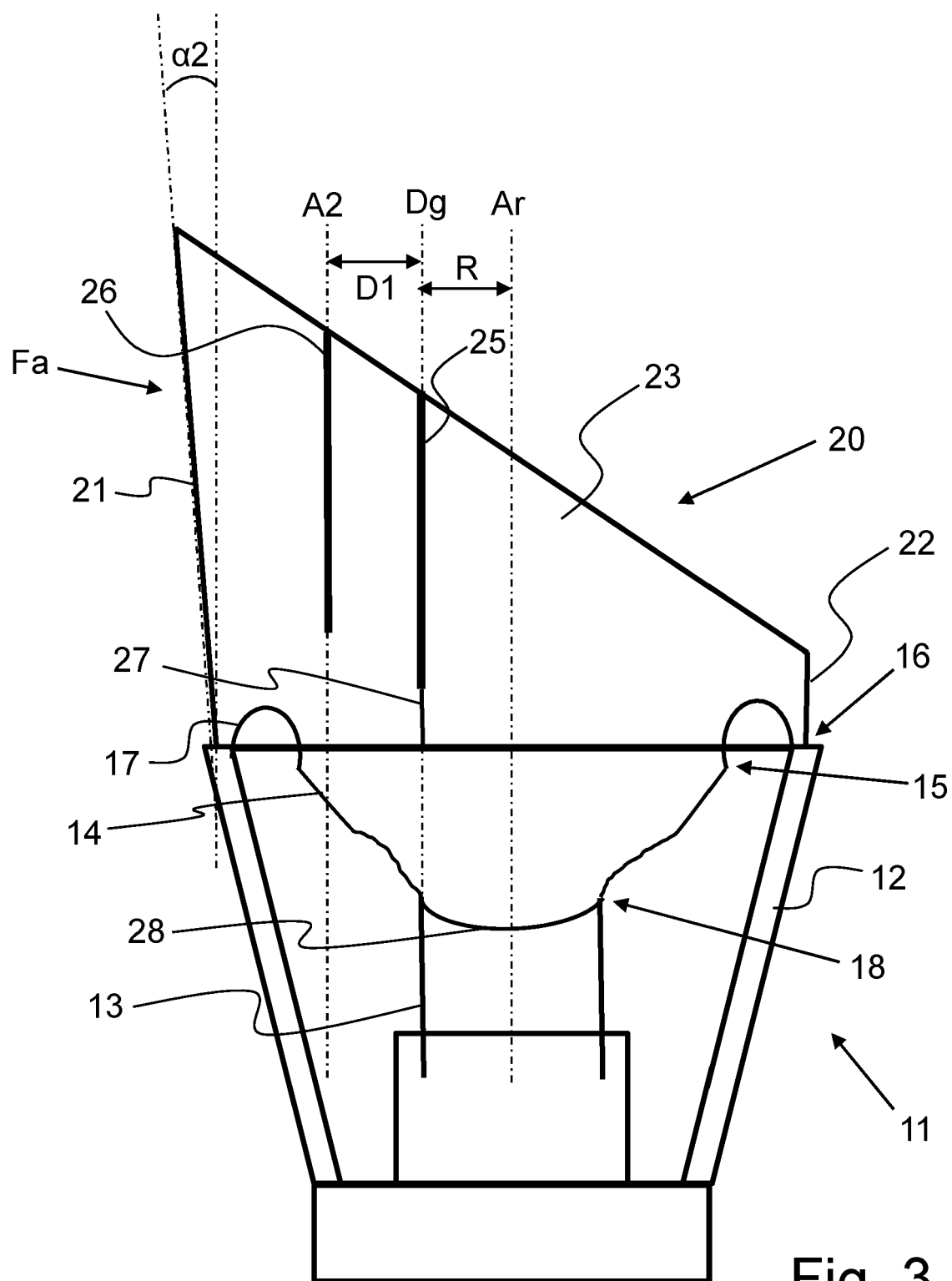
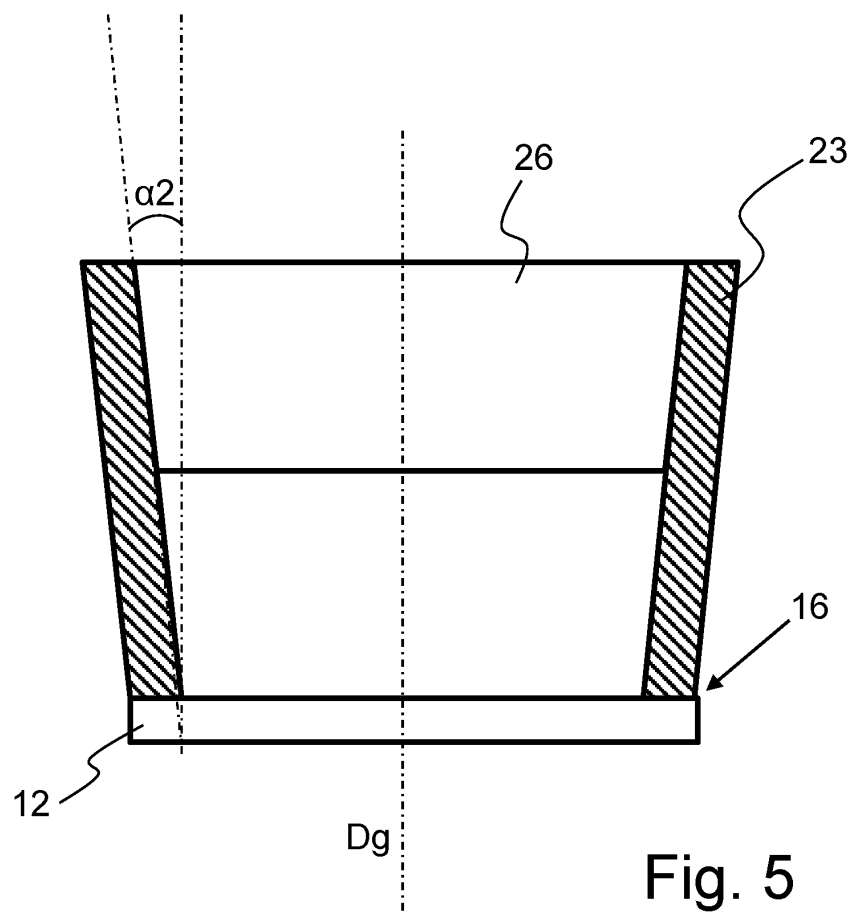
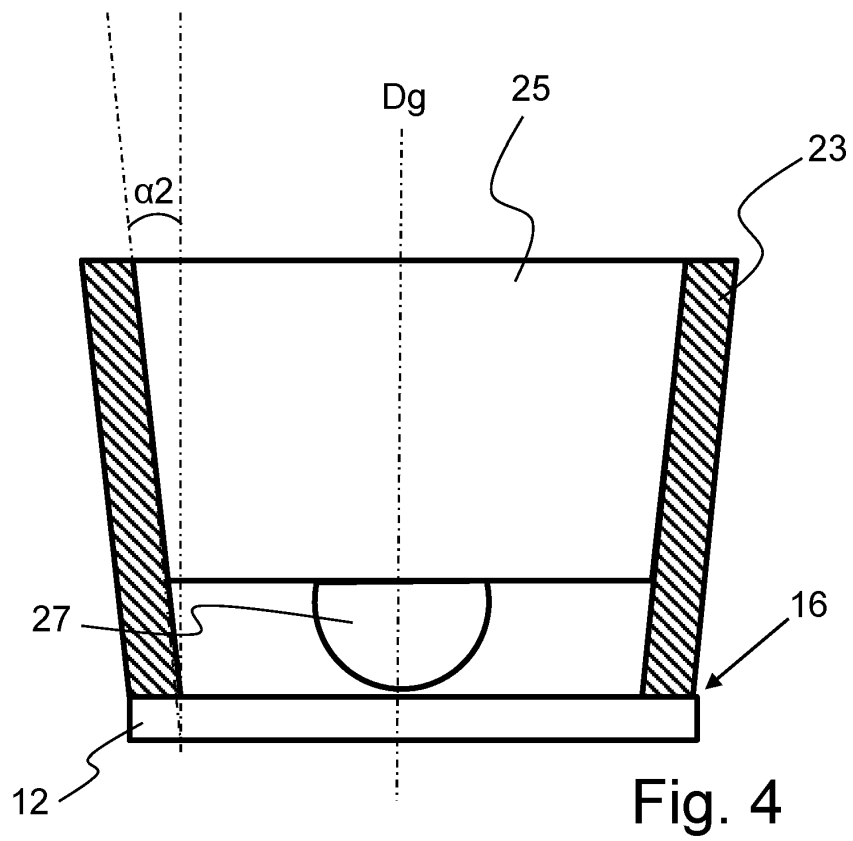


Fig. 3



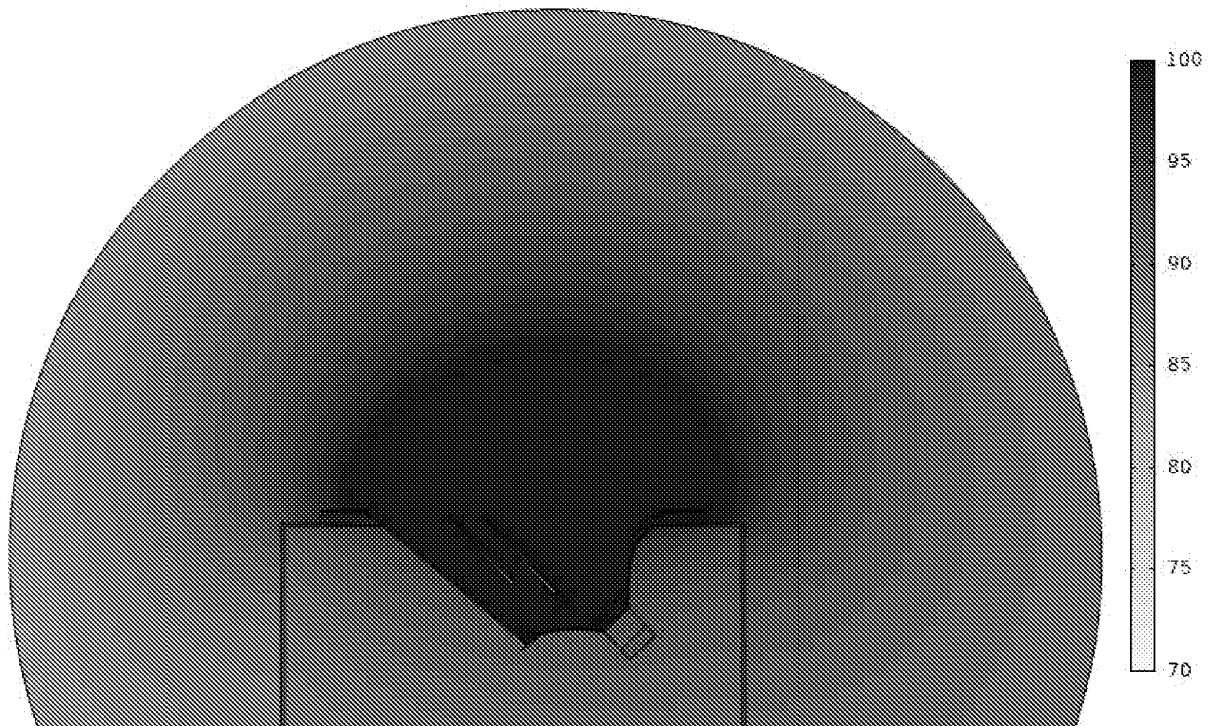


Fig. 6a

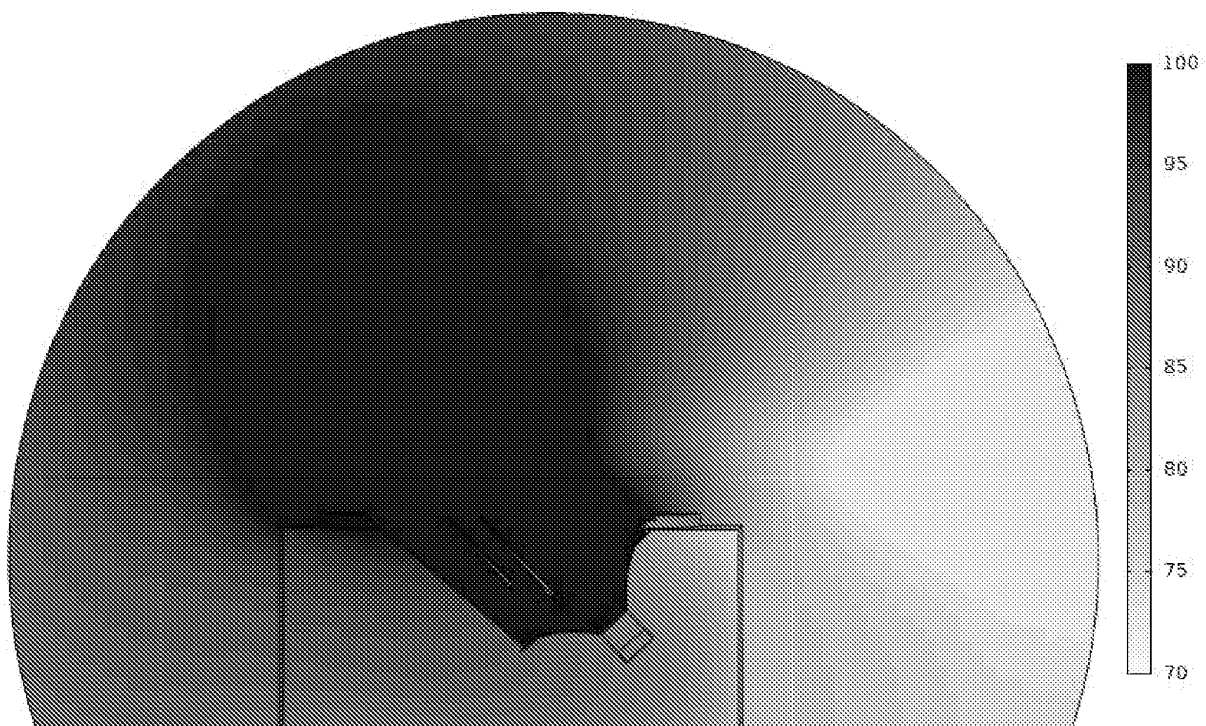


Fig. 6b

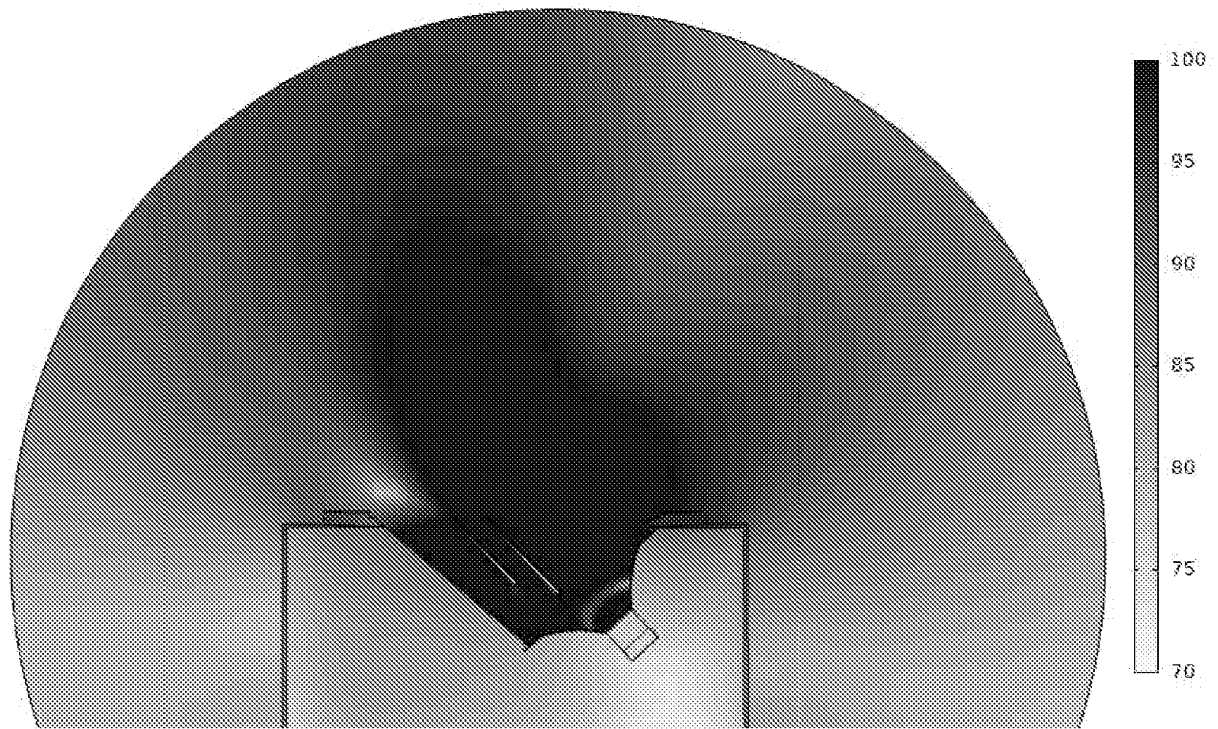


Fig. 6c

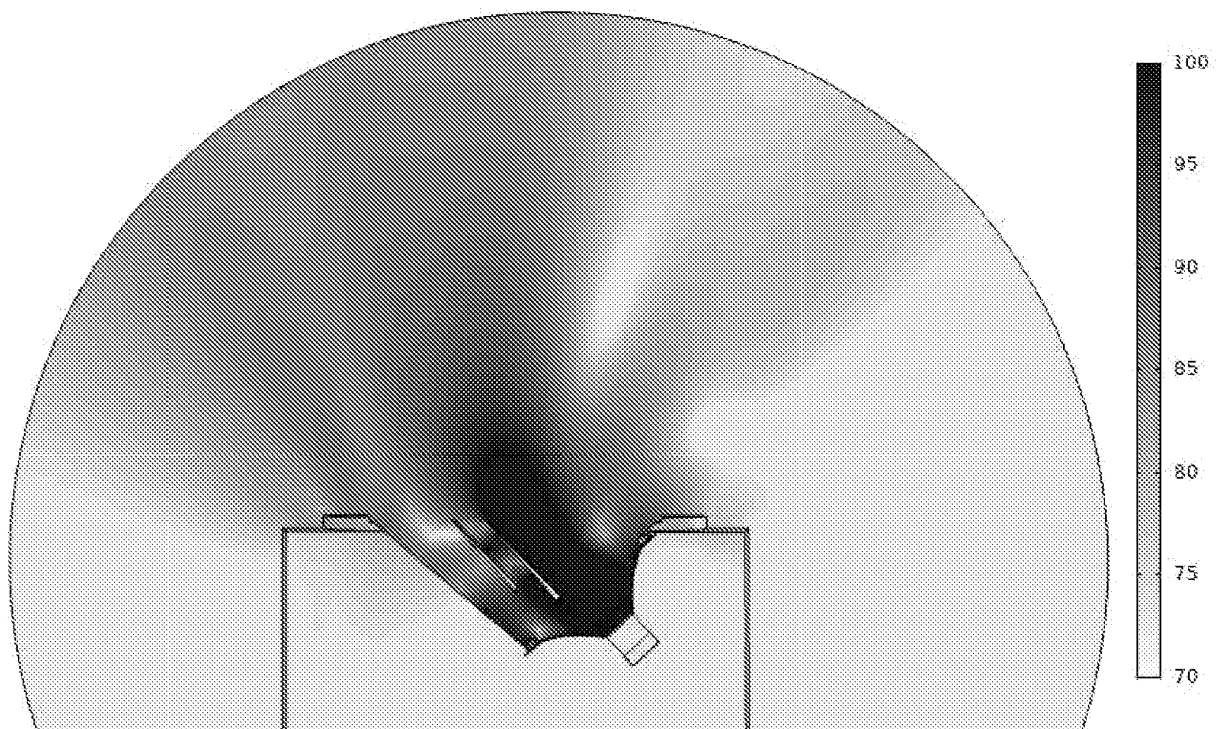


Fig. 6d

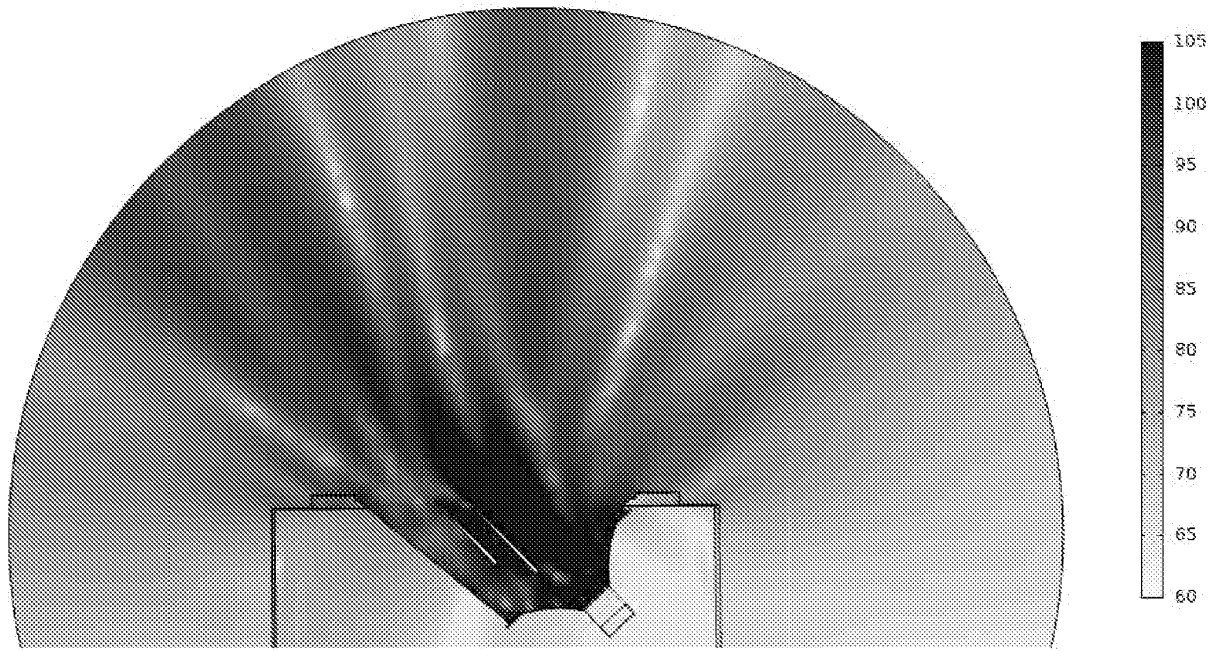


Fig. 6e

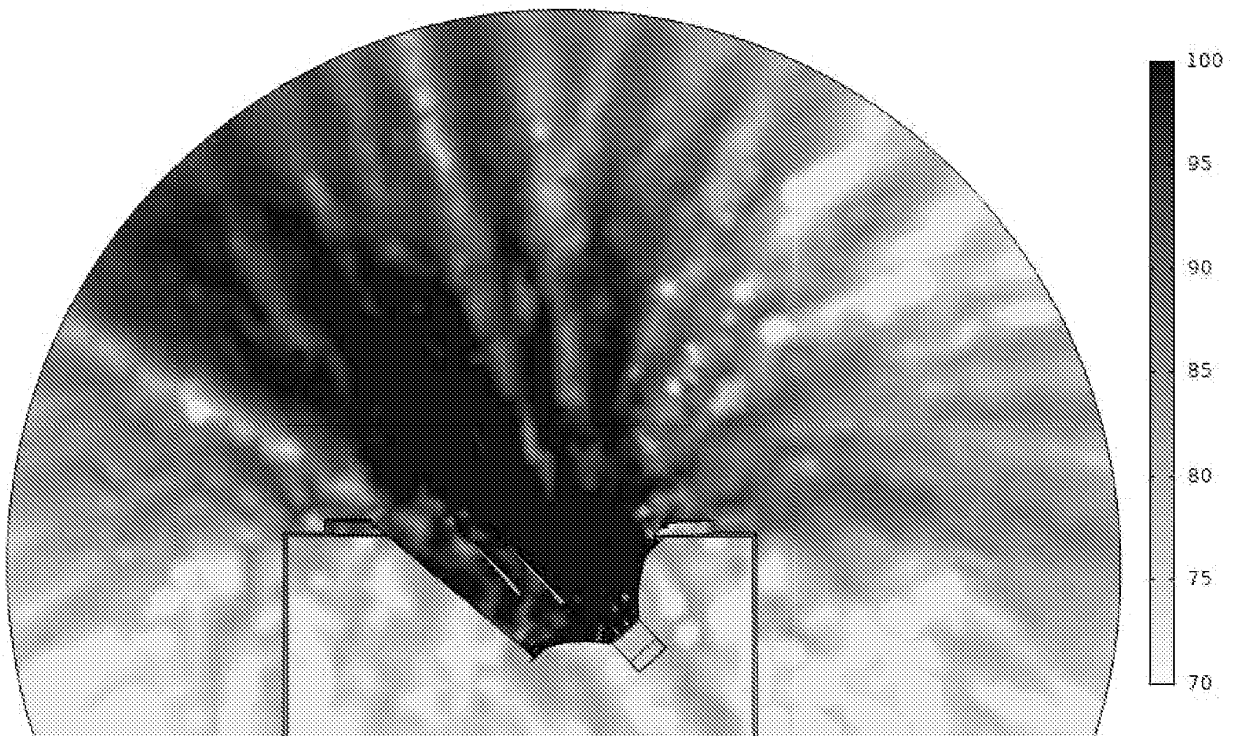


Fig. 6f

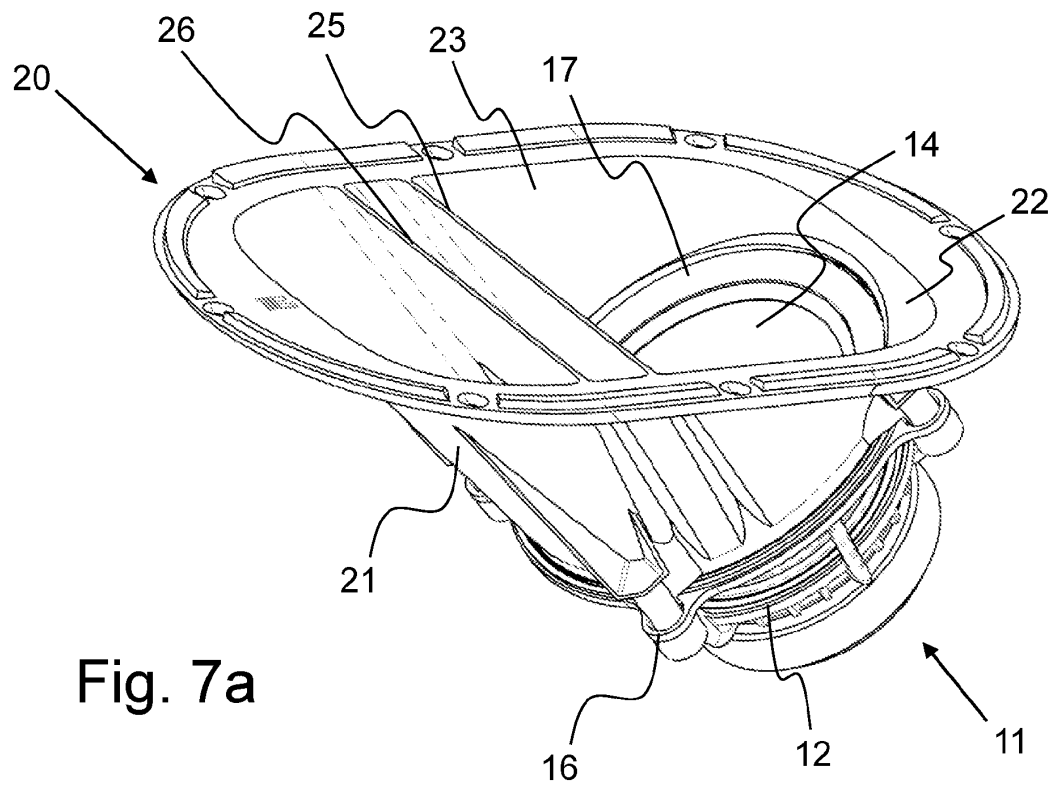


Fig. 7a

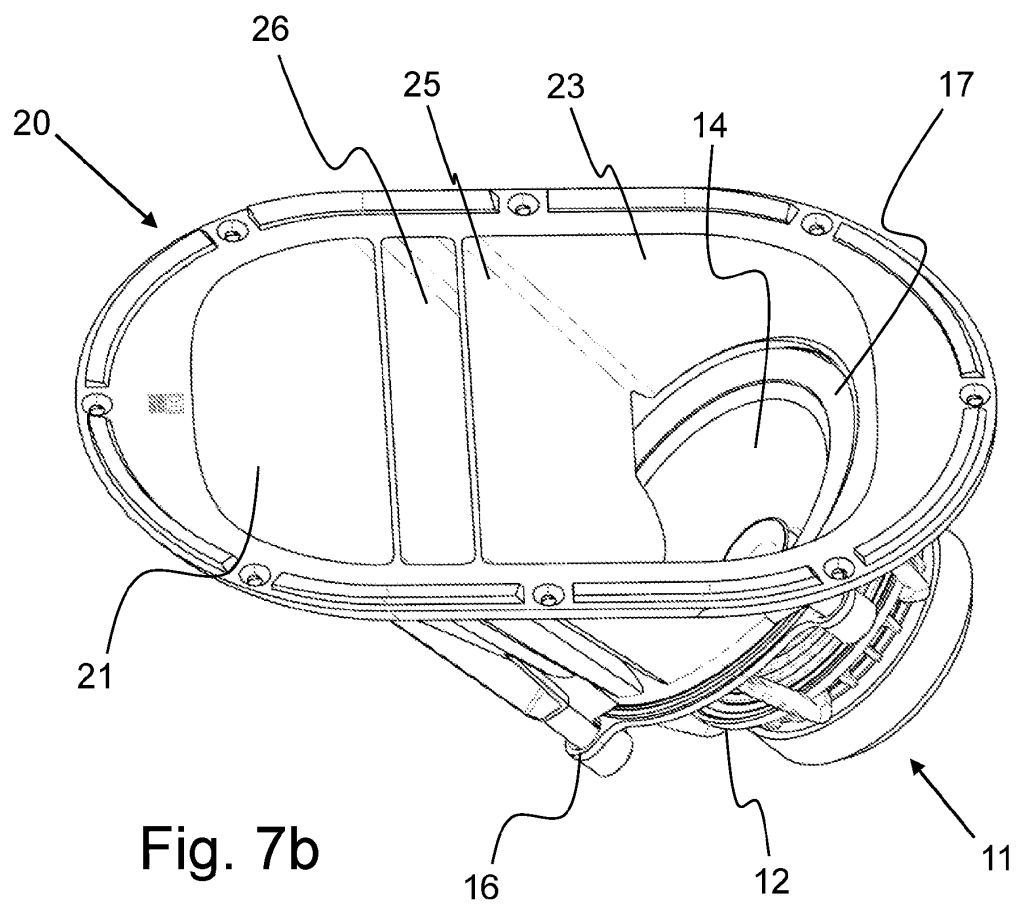
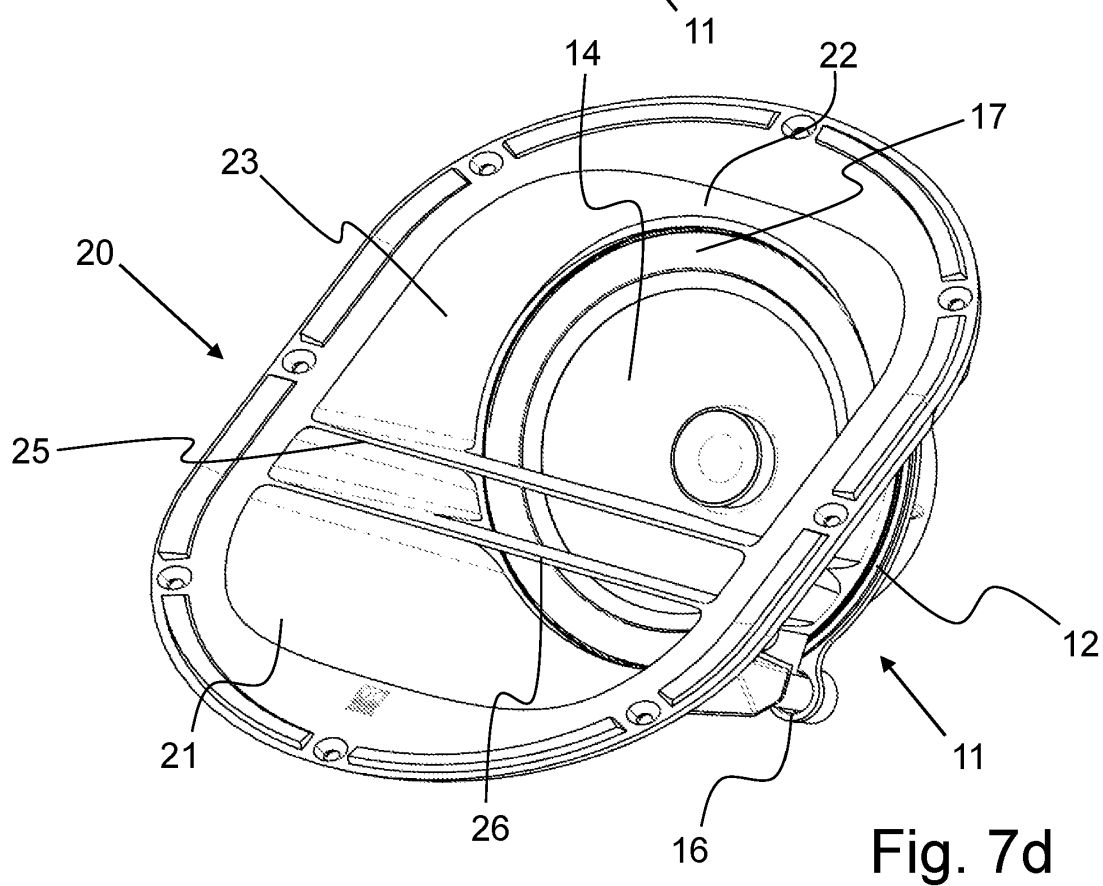
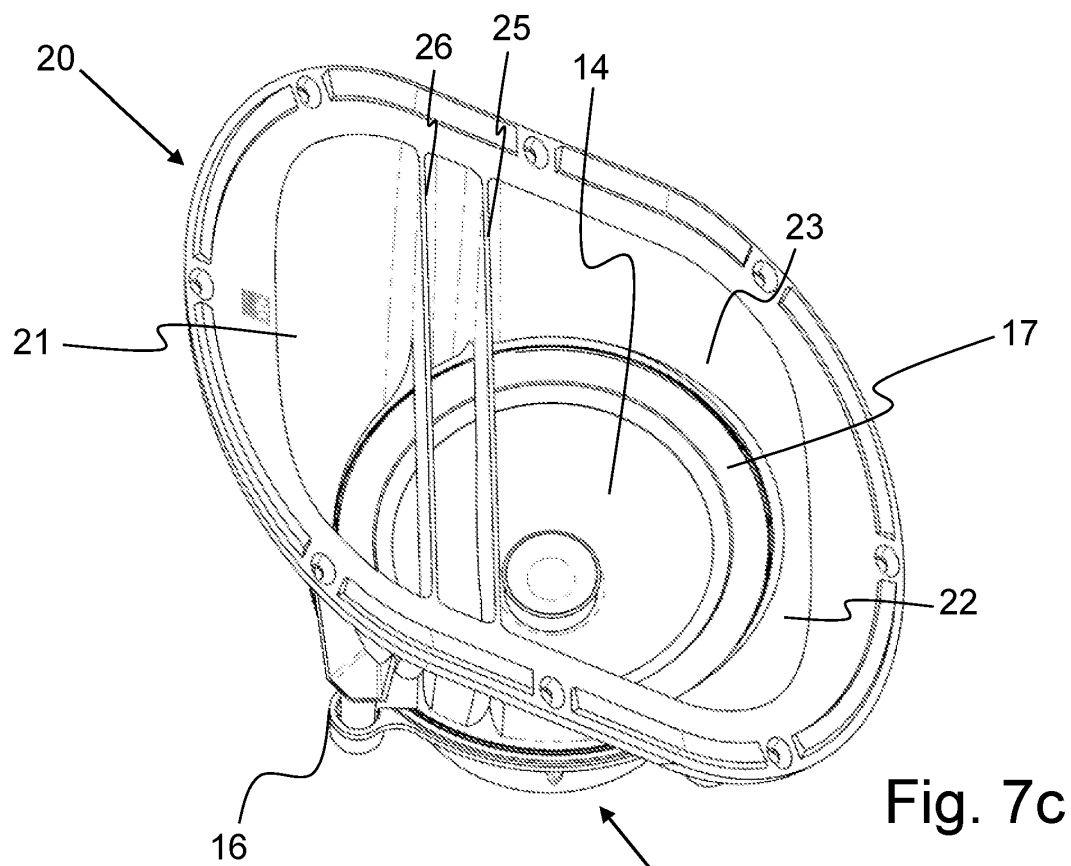


Fig. 7b



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 20170026750 A [0015]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **POLETTI et al.** Sound reproduction with fixed-directivity speakers. *J. Acoust. Soc. Am.*, Juin 2010, vol. 127 (6 [0005])