

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 17.10.18.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 24.04.20 Bulletin 20/17.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

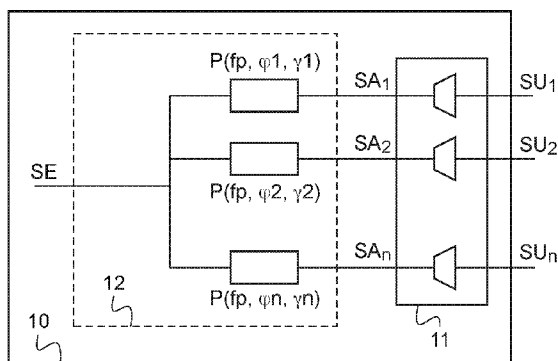
71 Demandeur(s) : AKOUSTIC ARTS Société par actions
simplifiée — FR.

72 Inventeur(s) : NOWAKOWSKI THIBAUT et KAD-
DOUCH ILAN.

73 Titulaire(s) : AKOUSTIC ARTS Société par actions
simplifiée.

74 Mandataire(s) : JACOBACCI CORALIS HARLE
Société par actions simplifiée.

54 ENCEINTE ACOUSTIQUE ET PROCEDE DE MODULATION POUR UNE ENCEINTE ACOUSTIQUE.



Description

Titre de l'invention : Enceinte acoustique et procédé de modulation pour une enceinte acoustique

[0001] La présente invention concerne de manière générale le domaine des enceintes acoustiques directionnelles, et notamment celles qui utilisent les propriétés de non-linéarités acoustiques de l'air pour recréer du son audible à partir d'ultrasons.

[0002] Elle concerne en particulier une enceinte acoustique comprenant au moins deux sources aptes à produire des signaux ultrasonores, et des moyens d'alimentation adaptés pour traiter et amplifier un signal d'entrée de manière à produire pour lesdites sources des signaux d'alimentation de même fréquence et de phases différentes.

[0003] L'invention trouve une application particulièrement avantageuse lorsqu'un son doit être diffusé à destination d'un seul auditeur ou d'un nombre réduit d'auditeurs, dans un volume limité, à distance des enceintes.

[0004] Les propriétés de non linéarité acoustiques de l'air permettent de recréer du son audible à partir d'ultrasons uniquement. En effet, lorsque deux ondes ultrasonores, émises à un fort niveau sonore (typiquement au-dessus de 100 dB), se propagent dans l'air, elles interagissent en convertissant une partie de leur énergie pour former deux nouvelles ondes dont les fréquences sont, d'une part, la différence entre les deux fréquences ultrasonores et, d'autre part, la somme entre les deux fréquences ultrasonores. Si l'onde « somme » se situe dans le domaine ultrasonore et se trouve donc inaudible, l'onde « différence » se situe dans le domaine audible dès lors que l'écart fréquentiel entre les deux ondes ultrasonores est inférieur à 20 kHz. Ce phénomène non-linéaire, survenant dans l'air, est appelé « l'auto-démodulation ». Cet effet acoustique survient en chaque point du faisceau ultrasonore émis par le haut-parleur tant que l'énergie résiduelle des ondes ultrasonores est suffisamment élevée pour le générer. Toutes les ondes audibles démodulées en un point du faisceau se propagent le long de ce dernier et interagissent de façon constructive avec les ondes audibles démodulées au point suivant (leurs amplitudes s'additionnent, on parle d'antenne virtuelle). De ce fait, un nouveau faisceau, appelé faisceau secondaire, apparaît. Sa directivité est semblable à celle du faisceau ultrasonore, car les ondes audibles démodulées interagissent peu en dehors du faisceau ultrasonore.

[0005] Afin de mettre en place un système d'émission ultra-directionnel pour diffuser des signaux audio, la première étape à effectuer est de traduire les signaux audio, compris entre 20

Hz et 20 kHz, dans le domaine ultrasonore. Pour cela, la modulation en amplitude, méthode issue du domaine des télécommunications, est mise en œuvre. Une porteuse ultrasonore (ou signal ultrasonore porteur) est modulée par le signal audio d'entrée. En résulte un signal modulé dont la bande passante, d'environ 20kHz, se situe exclusivement dans le domaine ultrasonore. Ce signal modulé est transmis à des transducteurs piézoélectriques qui entrent en vibration et émettent dans l'air les ondes ultrasonores correspondantes selon un cône de diffusion (centré sur) dont l'axe ... la direction le faisceau émis par l'enceinte.

[0006] On connaît plusieurs études théoriques et expérimentales à travers le document « Parametric audible sounds by phase cancellation excitation of primary waves », de T. Kamakura, S. Sakai, H. Nomura et M. Akiyama, présenté lors de la conférence Acoustics'08 Paris en 2008. Ces études menées en laboratoires ont proposé des méthodes afin de réduire considérablement le niveau de la porteuse ultrasonore au centre du faisceau ultrasonore. La méthode la plus simple est de considérer une surface d'émission circulaire. En ajoutant une seconde surface d'émission indépendante en forme d'anneau autour de la surface circulaire, de sorte que les deux surfaces aient la même aire, il est possible de moduler les signaux à transmettre avec deux porteuses de même fréquence mais de phases différentes sur chaque surface. Ainsi, en choisissant convenablement la phase de la porteuse émise sur la surface annulaire, les deux porteuses interagissent de façon destructive à une certaine distance de propagation et s'annulent donc. Le dimensionnement de l'antenne émettrice permet alors de varier la distance à laquelle les faisceaux émis par chaque surface s'annulent. Les études ont montré que les niveaux audibles démodulés ne sont que peu impactés par l'annulation de la porteuse.

[0007] Cette méthode présente des inconvénients. D'une part, la réduction d'amplitude de la porteuse n'est valable qu'au centre du faisceau ultrasonore total, ce qui est inconfortable et peu pratique pour l'auditeur. D'autre part, les lobes secondaires du faisceau se trouvent augmentés, ce qui peut modifier la directivité de l'enceinte et occasionner une exposition de l'auditeur à des niveaux d'ultrasons non souhaités.

[0008] L'invention vise à remédier à ces inconvénients de manière à garantir la qualité et le niveau du signal sonore perçu par l'auditeur en réduisant les niveaux de puissance des ondes ultrasonores émises.

[0009] Afin d'atteindre cet objectif, l'invention concerne une enceinte acoustique dont l'un au moins desdits signaux d'alimentation a un niveau d'amplification différent des autres signaux d'alimentation.

[0010] Ainsi l'invention concerne une enceinte acoustique comprenant :

- au moins deux sources aptes à produire des signaux ultrasonores (SU), et
 - des moyens d'alimentation adaptés pour traiter et amplifier au moins un signal d'entrée (SE) de manière à produire pour lesdites sources des signaux d'alimentation de même fréquence et de phases différentes,
- caractérisé en ce que l'un au moins desdits signaux d'alimentation a un niveau d'amplification différent des autres signaux d'alimentation .

[0011] Ainsi grâce à l'invention, on obtient notamment un meilleur contrôle sur le faisceau ultrasonore et la réduction du niveau de la porteuse ultrasonore sur une zone plus large que celles obtenues jusqu'alors, élargissant alors la zone d'écoute. Avantageusement, ce contrôle amélioré empêche l'émergence de lobes secondaires de niveaux trop élevés. Un autre avantage notable est l'encadrement des effets sanitaires dus à l'exposition prolongée aux ondes ultrasonores. En effet, bien qu'aucune norme ne soit établie en France concernant l'exposition prolongée aux ondes ultrasonores, différents organismes et pays proposent des tables de niveaux d'exposition suivant les bandes fréquentielles et les durées d'écoute, l'invention permet de respecter ces tables.

[0012] Selon une caractéristique de l'invention les sources ultrasonores sont concentriques. Cette caractéristique permet lors de la mise en œuvre d'une alimentation différenciée selon l'invention, d'obtenir un meilleur rendement que les enceintes selon l'art antérieur. Par rendement il est entendu le rapport entre le niveau moyen du signal audible résultant de la démodulation constructive des ondes ultrasonores et le niveau moyens des ondes ultrasonore. Selon une variante de cette caractéristique, laquelle lesdites sources comprennent une source ultrasonore centrale et au moins un anneau entourant la source centrale.

[0013] Selon une autre caractéristique de l'invention, lesdites au moins deux sources sont des ensembles d'au moins deux transducteurs piézoélectriques adjacents deux à deux pour définir une surface sensiblement continue. Les transducteurs sont juxtaposés et, puisqu'ils sont généralement de forme cylindrique, ils ne peuvent pas couvrir une surface totalement continue, ils forment une surface sensiblement continue. L'utilisation de transducteurs piézoélectriques pour émettre des signaux ultrasonores est simple et peu onéreuse, et connue pour ce type d'enceinte. Le choix du modèle de transducteurs piézoélectriques peut se faire en fonction du dimensionnement de l'enceinte, ainsi que de la zone d'écoute voulue.

[0014] Selon une caractéristique de l'invention, les moyens d'alimentation comprennent un processeur de signal adapté pour générer, à partir d'un signal électrique d'entrée audio, des signaux d'alimentation résultant de la modulation d'une porteuse d'une fréquence sensiblement supérieure à 20 kHz par ledit signal d'entrée. La porteuse, dont les caractéristiques sont sa fréquence f_p , sa phase φ_n et son niveau d'amplification γ_n , correspond à la modulation du signal d'entrée à destination de la n ème source. Un processeur de signal peut comporter différents éléments et outils de modulation, connus de l'homme de métier et facile à installer.

[0015] Selon une autre caractéristique de l'invention les moyens d'alimentation sont adaptés pour générer un signal d'alimentation différencié pour chacun des transducteurs ultrasonores de l'enceinte et constitutifs des sources ultrasonores.

[0016] Selon une autre caractéristique de l'invention, l'enceinte comprend des moyens de localisation en temps réels d'un auditeur, et les signaux d'alimentation sont traités et amplifiés en fonction de la position dudit auditeur. Ainsi il est possible de définir une zone d'écoute qui change selon la position de l'auditeur. Ces moyens de localisation peuvent comprendre un capteur de position de type caméra infrarouge qui détecte en temps réel la position de l'auditeur. L'auditeur a une liberté de mouvement, tout en gardant le même niveau sonore. De plus, cette adaptabilité permet de garantir que l'auditeur ne puisse jamais être exposé sur une longue durée à des niveaux ultrasonores trop importants dans la zone proche de l'enceinte. Un autre avantage est que si un tiers vient se placer entre l'auditeur et l'enceinte, le niveau sonore s'adaptera à ce tiers et donc ce dernier ne sera pas non plus exposé à des niveaux trop élevés d'ultrasons.

[0017] Selon une autre caractéristique de l'invention, le signal d'alimentation résulte d'une modulation d'amplitude ou de fréquence ou de largeur d'impulsions d'une porteuse par le signal d'entrée. Ces méthodes de modulation sont connues de l'homme du métier.

[0018] L'invention concerne également un procédé de modulation pour une enceinte acoustique comprenant les étapes :

- une étape de définition d'au moins deux sources de la surface émettrice de l'enceinte ;
- une étape de modulation d'une porteuse de même fréquence par le signal d'entrée, pour chacune desdites sources, ladite porteuse possédant un niveau d'amplification différent et une phase différente pour au moins une source.

- [0019] Selon une caractéristique du procédé selon l'invention, les sources sont des ensembles composés d'au moins deux transducteurs piézoélectriques adjacents deux à deux pour définir une surface sensiblement continue.
- 5 [0020] Selon une autre caractéristique de l'invention, le réglage du niveau d'amplification et des phases des porteuses des sources est tel que le niveau ultrasonore de la porteuse est réduit par interférences destructrices, sur au moins la zone d'écoute.
- [0021] Bien entendu, les différentes variantes et formes de réalisation de l'invention peuvent être associées les unes avec les autres selon diverses combinaisons dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes des autres.
- 10 [0022] De même, les différentes caractéristiques, variantes et formes de mise en œuvre du procédé selon l'invention peuvent être associées les unes avec les autres selon diverses combinaisons dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes des autres.
- [0023] De plus, diverses autres caractéristiques de l'invention ressortent de la description annexée effectuée en référence aux dessins qui illustrent des formes, non limitatives, de réalisation de l'invention et où :
- 15 [0024] [Fig. 1] représente un schéma de principe d'une enceinte acoustique selon l'invention comprenant n sources ultrasonores ;
- [0025] [Fig.2] une vue de face schématique d'une enceinte selon l'invention comprenant huit sources ultrasonores concentriques comprenant chacune une pluralité de transducteurs ultrasonores ;
- 20 [0026] [Fig.3] représente une vue schématique du cône de perception acoustique de l'enceinte ultrasonore illustrée Fig. 2 lorsqu'elle est alimentée ;
- [0027] [Fig. 4] représente, en section axiale, l'intensité du champ ultrasonore émis par l'enceinte illustrée Fig. 2 lorsque que toutes les sources ultrasonores de l'enceinte sont toutes alimentées par le même signal résultant de la modulation de la porteuse par le signal acoustique.
- 25 [0028] [Fig. 5] représente un tableau de valeurs de phase et niveaux d'amplification normalisés des signaux d'alimentation de sources ultrasonores de l'enceinte selon la Fig. 2 dans le
- 30 cadre de la mise en œuvre du procédé selon l'invention ;

[0029] [Fig. 6] représente, en section axiale, l'intensité du champ ultrasonore émis par l'enceinte illustrée Fig. 2 lorsque que toutes les sources ultrasonores de l'enceinte sont toutes alimentées par les signaux d'alimentation selon le tableau de la Fig.5 .

[0030] [Fig. 7] représente une vue de face schématique d'une variante de l'enceinte selon l'invention comprenant huit sources ultrasonores concentriques comprenant chacune une pluralité de transducteurs ultrasonores.

[0031] Il est à noter que sur ces figures les éléments structurels et/ou fonctionnels communs aux différentes variantes peuvent présenter les mêmes références.

[0032] Une enceinte 10 unidirectionnelle conforme à l'invention telle qu'illustrée de manière schématique Fig. 1 comprend une série de sources ultrasonores SU1 à SUn désignées dans leur ensemble par la référence 11. Les sources 11 sont alimentées par des moyens d'alimentation 12 assurant le traitement d'un signal audio d'entrée SE.

[0033] Les moyens d'alimentation 12 sont adaptés pour générer à partir du signal audio d'entrée SE autant de signaux d'alimentation SA1 à SAn que l'enceinte comprend de sources ultrasonores SU1 à SUn. Les moyens d'alimentation peuvent notamment être constitués par un processeur de traitement du signal dédié mais aussi par tout autre système de traitement du signal adapté résultant de l'assemblage de composants électroniques discrets et/ou intégrés.

[0034] Le signal audio d'entrée SE est généré à partir d'une source audio, telle qu'un téléphone, un ordinateur, une chaîne hi-fi, connectée à l'enceinte, par exemple par un câble audio. Il est aussi envisageable un boîtier Bluetooth ou WI-FI pour récupérer ce signal audio d'entrée SE. Le signal audio d'entrée peut également provenir d'un système adapté intégré à l'enceinte 10 comprenant des moyens de lecture d'une mémoire amovible ou non et des moyens de génération d'un signal audio d'entrée correspondant sensiblement au signal susceptible d'alimenter un transducteur sonore tel que par exemple une oreillette.

[0035] Les moyens d'alimentation 12 sont alors adaptés pour moduler des porteuses P ultrasonores à partir du signal audio d'entrée SE pour générer les signaux d'alimentation SAn. Les porteuses P possèdent toutes la même fréquence relativement élevée f_p dans le domaine ultrasonore, supérieure à 20kHz et sont générées à partir d'une porteuse de référence. Cependant, les moyens d'alimentation 12 sont adaptés pour appliquer, selon les besoins du procédé conforme à l'invention, des niveaux d'amplification et des phases différents par rapport à la porteuse de référence aux signaux d'alimentations SA1 à SAn alimentant respectivement les sources ultrasonore SU1 à SUn. Ainsi, le signal

d'alimentation SAn alimentant la source SUn résulte de la modulation de la porteuse de référence par le signal d'entrée SE avec une amplification ou gain associé Y_n et un déphasage associé φ_n . Il y aura donc n niveaux d'amplification Y et n phases φ .

[0036] Selon une caractéristique essentielle de l'invention, d'une part, au moins un niveau d'amplification associé à une source ultra sonore possède une valeur différente de celle d'au moins un niveau d'amplification associé à une autre source ultra sonore et, d'autre part, au moins un déphasage associé à une source ultra sonore possède une valeur différente de celle d'au moins un déphasage associé à une autre source ultra sonore. En d'autres termes, tous les niveaux d'amplification n'ont pas la même valeur et tous les déphasages n'ont également pas la même valeur.

[0037] Afin, de mettre en œuvre ce procédé de commande ou de modulation des signaux pour une enceinte acoustique directionnelle, l'invention propose, de réaliser et disposer les sources ultrasonores comme illustré à la figure 2.

[0038] Ainsi selon cette forme de réalisation de l'invention, l'enceinte 10 comprend deux cents transducteurs piézoélectriques 15 qui sont ici de forme cylindrique de même diamètre, répartis sur une surface hexagonale sensiblement régulière inscrite dans un cercle C. Les transducteurs de forme cylindrique sont disposés de manière à paver au mieux la surface hexagonale sachant qu'aucun transducteur n'est centré sur le centre de la surface hexagonale.

[0039] Selon l'exemple illustré les deux cents transducteurs sont répartis en huit groupes formant chacun une source ultrasonore. Les huit sources 11 sont disposées de manière à être concentriques et donc toutes centrée sur le centre de la surface hexagonale et du cercle C. Ainsi, une première source occupe une région centrale de la surface hexagonale et comprend quatre transducteurs inscrire dans un hexagone. Les sept autres sources sont constituées par des anneaux concentriques de forme sensiblement hexagonale chaque anneau étant pavé par des transducteurs et présentant une largeur sensiblement équivalente au diamètre d'un transducteur ultrasonore.

[0040] Les sources 11 sont pilotées les moyens d'alimentation 12 qui fournissent pour chaque source 11 un signal d'alimentation respectivement SA1 à SA8.

[0041] Lors de l'alimentation des sources ultrasonores par les moyens alimentation 12, des ondes acoustiques sont émises dans l'air avec un cône de perception illustré schématiquement à la Fig. 3. Ce cône correspondant à la région de l'espace dans laquelle les ondes ultrasonores ont une intensité suffisante pour générer par auto-démodulation un signal acoustique

perceptible par l'oreille humaine, autrement dit, audible. Ce cône de perception possède un angle au sommet inférieur à 50° et dont l'axe AA passe par le centre de l'enceinte c'est la raison pour laquelle on parle d'enceinte directionnelle. Il existe, dans le cône de perception, une zone d'écoute, hachurée sur la Fig. 3, dans laquelle un auditeur est susceptible d'entendre parfaitement le signal acoustique résultant de l'auto-démodulation des ondes ultrasonore. La distance de la zone d'écoute et l'enceinte résulte des caractéristiques de la modulation de la porteuse P par le signal audio d'entrée SE.

[0042] Lors de l'alimentation de l'ensemble des sources ultrasonores et donc de tous les transducteurs par un seule est même signal résultant de la modulation de la porteuse par le signal d'entrée E comme le propose l'art antérieur, c'est-à-dire lorsque toutes les sources sont alimentées avec le même niveau d'amplification et le même déphasage par rapport à la porteuse, une section du champ ultrasonore généré par l'enceinte est illustrée à la Fig.4. Ce champ correspond à celui nécessaire pour permettre une écoute de qualité satisfaisante dans la zone d'écoute. Or, il apparait que la zone la plus sombre dans laquelle l'intensité est la plus importante est relativement étendue de sorte qu'un sujet se trouvant dans le cône de perception est soumis à une intensité ultrasonore relativement importante susceptible de ne pas respecter les recommandations en matière de niveau d'exposition.

[0043] L'invention permet de remédier à cet inconvénient en assurant une alimentation différenciée des sources ultrasonore. Ainsi, conformément au procédé de modulation selon l'invention, les moyens d'alimentation sont adaptés pour appliquer un déphasage et une amplification différenciés à chacun des signaux d'alimentation SA1 à SA8 dont la phase et le niveau d'amplification de la porteuse ultrasonore P sont différents (la fréquence des porteuses étant identique pour chaque source 11).

[0044] Selon l'exemple illustré, les niveaux d'amplification de la porteuse P pour les différentes sources ultrasonores SU1 à SU8, tels que définie précédemment, évoluent en valeurs normalisées entre 0dB et -60 dB. Les phases de la porteuse pour ces différents ensembles de transducteurs 15 évoluent entre $-\pi$ rad et π rad. La Fig. 5 est un tableau indiquant les caractéristiques des signaux d'alimentation de chacune des sources ultrasonores en déphasage et en amplification par rapport à la porteuse.

[0045] Lors de l'alimentation des sources SU1 à SU8 constitutive de l'enceinte selon l'invention avec de tels signaux, il en résulte l'émission d'un champ ultrasonore dont l'intensité vue en section axial du cône de perception correspond à la Fig.6. Il apparait que les régions de forte intensité sont moins étendues que dans le cas de l'alimentation uniforme des sources

ultrasonores alors même que la qualité de perception du signal sonore par un auditeur est sensiblement identique.

[0046] L'invention permet donc de diminuer les niveaux d'exposition aux ondes ultrasonores tout en conservant un confort d'écoute identique à celui procuré par l'art antérieur. A cet égard, il a été effectué des mesures comparatives afin d'évaluer les niveaux ultrasonores et audibles (démodulés), à une distance de 1,5 m de la surface d'émission de l'enceinte telle qu'illustrée à la figure 2 dans trois modes de mise en œuvre distincts.

[0047] Dans un premier mode de mise en œuvre, mode 1, l'ensemble des transducteurs de l'enceinte sont alimentés avec un signal identique de sorte que l'enceinte se comporte comme une unique source ultrasonore.

[0048] Dans un deuxième mode de mise en œuvre, mode 2, l'enceinte est mise en œuvre conformément au procédé selon l'invention de manière à y différencier huit sources ultrasonores une centrale et sept annulaires concentrique alimentées par des signaux d'alimentation présentant un déphasage et un gain différencié. Dans ce deuxième mode de mise en œuvre, les déphasages et gains respectifs ont été sélectionnés de manière à obtenir une atténuation de -10dB, par rapport au premier mode, du niveau ultrasonore mesuré à 1,5m de la face d'émission de l'enceinte définie par les faces d'émission sensiblement coplanaires des transducteurs.

[0049] Dans un troisième mode de mise en œuvre, mode 3, l'enceinte est alimentée comme dans le cas du mode 1 de manière à former une unique source ultrasonore mais amplification ou gain de l'unique signal d'amplification est choisi de manière à obtenir une atténuation de -10dB, par rapport au premier mode, du niveau ultrasonore à 1,5m de la face d'émission de l'enceinte soit le même niveau d'atténuation que dans le deuxième mode.

[0050] Pour les trois modes de mise en œuvre, il a été procédé des mesures en plusieurs points de mesure répartis dans un cercle de 20 cm de diamètre face à l'enceinte. Le tableau ci-dessous indique la moyenne des mesures avec pour référence dans le cas du niveau ultrasonore le premier mode et dans le cas du son démodulé (audible) le niveau ultrasonore moyen au niveau de l'enceinte dans le mode considéré.

[0051] [Tableau 1]

Niveaux relatifs	Mode 1	Mode 2	Mode 3
Ultrasons	0 dB	-10 dB	-10 dB
Son démodulé	- 45 dB	-59 dB	-69 dB

[0052] Il apparait que dans le mode 2, correspondant à la mise en œuvre du procédé selon l'invention, il est obtenu, avec un même niveau ultrasonore, un signal audible d'un niveau supérieur à celui obtenu au mode 3, c'est-à-dire avec une enceinte ultrasonore monosource. L'invention permet donc de réduire le niveau d'exposition ultrasonore en réduisant l'impact de cette diminution sur le niveau du signal démodulé et donc audible. L'invention permet donc d'augmenter le rendement de l'enceinte à savoir le rapport entre la puissance ultrasonore émise et la puissance du signal audio audible par un utilisateur dans la zone d'écoute.

[0053] Selon une variante de réalisation de l'invention plus particulièrement illustrée Fig. 7, les transducteurs constitutifs des sources ultrasonore sont disposés dans l'hexagone correspondant à la surface active de l'enceinte 10 de manière qu'un transducteur est parfaitement concentrique avec le centre de l'hexagone. La première source ultrasonore SU1, occupant une position centrale, comprend alors sept transducteurs ultrasonores placés en quinconces. Les sept sources annulaires SU2 à SU8 entourent alors la source centrale SU1 en ayant chacune une largeur d'un transducteur tout en conservant la disposition en quinconce. Une telle configuration permet d'obtenir une plus grande densité de transducteurs 15. Ainsi il est possible de placer 219 transducteurs alors que selon la forme illustrée à la Fig.2 il y a 200 transducteurs disposés dans un hexagone de même surface.

[0054] Par ailleurs dans une autre forme de réalisation de l'invention et de manière à permettre de décaler angulairement l'axe du cône de perception par rapport à l'axe AA de l'enceinte, les moyens d'alimentation 12 sont adaptés pour appliquer un déphasage temporel au signal d'entrée situé dans le spectre acoustique avant la modulation de la porteuse par le signal d'entrée ainsi déphasé. Plus précisément, les moyens d'alimentation sont adaptés pour induire un déphasage temporel du signal d'entrée différencié pour chacun des transducteurs constitutifs d'une source ultrasonore et cela pour toutes les sources ultrasonores de l'enceinte. Ce déphasage temporel est alors déterminé en fonction de la distance de chaque transducteur à un plan passant par un point cible situé dans la zone d'écoute ou en fonction de la distance de chaque transducteur au point dit cible. Les signaux sonores correspondant à chacun des transducteurs sont alors utilisés pour moduler la porteuse de sorte qu'il est obtenu autant de signaux ultrasonores que l'enceinte comprend de transducteurs. Conformément au procédé selon l'invention, l'ensemble des signaux ultrasonores des transducteurs constitutif d'une même source ultrasonore se

voient appliquer le déphasage et le gain correspondant à ladite source et susceptible d'être différent de ceux associé aux autres sources ultrasonores.

[0055] Ainsi le faisceau ultrasonore est orienté dans l'espace tout en conservant l'assurance que la phase et le niveau d'amplification de chaque porteuse permettent des interférences destructrices réduisant le niveau ultrasonore à la position d'écoute de l'utilisateur.

[0056] Dans la cadre de cette forme de réalisation, l'enceinte comprend ou est associée à des moyens de localisation 13 de l'auditeur. Ces moyens de localisations 13 peuvent comprendre un capteur de position 14 représenté figure 1. Le réglage des sources 11 est alors ajusté en fonction de ces données en temps réels. Le capteur de position 14 peut être une caméra ou tout autre dispositif permettant de connaître la position de l'auditeur.

[0057] Selon les exemples décrits précédemment les sources ultrasonores sont constituées par des transducteurs ultrasonores tous de même modèle et caractéristique. Cependant, les sources 11 peuvent être composées de modèles différents de transducteurs 15 possédant des caractéristiques acoustiques différentes telles qu'une fréquence de résonance différente, une fréquence de porteuse différente, une bande passante différente ou une réponse fréquentielle différente. Les réglages se feront en fonction de ces nouveaux paramètres.

[0058] Bien entendu diverses autres modifications ou variantes de l'enceinte ou du procédé selon l'invention peuvent être envisagées dans le cadre des revendications annexées.

Revendications

- [Revendication 1] Enceinte acoustique (10) comprenant :
- au moins deux sources (11) aptes à produire des signaux ultrasonores (SU), et
 - des moyens d'alimentation (12) adaptés pour traiter et amplifier au moins un signal d'entrée (SE) de manière à produire pour lesdites sources (11) des signaux d'alimentation (SAn) de même fréquence et de phases différentes, caractérisé en ce que l'un au moins desdits signaux d'alimentation (SAn) a un niveau d'amplification différent des autres signaux d'alimentation (SAn).
- [Revendication 2] Enceinte selon la revendication précédente, dans laquelle les sources ultrasonores sont concentriques
- [Revendication 3] Enceinte (10) selon la revendication précédente, dans laquelle lesdites sources (11) comprennent une source ultrasonore centrale et au moins un anneau entourant la source centrale.
- [Revendication 4] Enceinte (10) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle lesdites au moins deux sources (11) sont des ensembles d'au moins deux transducteurs piézoélectriques (15) adjacents deux à deux pour définir une surface sensiblement continue.
- [Revendication 5] Enceinte selon la revendication précédente, dans laquelle les moyens d'alimentation génèrent un signal d'alimentation différencié pour chacun des transducteurs ultrasonores de l'enceinte et constitutifs des sources ultrasonores.
- [Revendication 6] Enceinte (10) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle les moyens d'alimentation (12) comprennent un processeur de signal (16) adapté pour générer, à partir d'un signal électrique d'entrée audio (SE), des signaux d'alimentation (SAn) résultant de la modulation d'une porteuse (P) d'une fréquence sensiblement supérieure à 20 kHz par ledit signal d'entrée (SE).
- [Revendication 7] Enceinte (10) selon l'une des revendications précédentes, qui comprend des moyens de localisation (13) en temps réels d'un auditeur, et lesdits signaux d'alimentation (SAn) sont traités et amplifiés en fonction de la position dudit auditeur.
- [Revendication 8] Enceinte (10) selon la revendication 6, dans laquelle les moyens de localisation (13) comprennent un capteur de position (14).
- [Revendication 9] Enceinte (10) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le signal d'alimentation (SA) résulte en partie d'une modulation d'amplitude ou de

fréquence ou de largeur d'impulsions d'une porteuse (P) par un signal d'entrée (SE).

- [Revendication 10] Procédé de modulation pour une enceinte acoustique (10) comprenant les étapes :
- une étape de définition d'au moins deux sources (11) de la surface émettrice de l'enceinte (10) ;
 - une étape de modulation d'une porteuse (P) de même fréquence par le signal d'entrée (SE) pour chacune desdites sources (11), ladite porteuse (P) possédant un niveau d'amplification différent et une phase différente pour au moins une source (11).
- [Revendication 11] Procédé selon la revendication 9, dans lequel lesdites sources (11) sont des ensembles composés d'au moins deux transducteurs piézoélectriques (15) adjacents deux à deux pour définir une surface sensiblement continue.
- [Revendication 12] Procédé selon l'une des revendications 9 ou 10, dans lequel le réglage du niveau d'amplification et des phases des porteuses (P) desdites sources (11) assure une réduction du niveau ultrasonore de la porteuse par interférences destructrices, sur au moins la zone d'écoute. |

.....

Fig.1

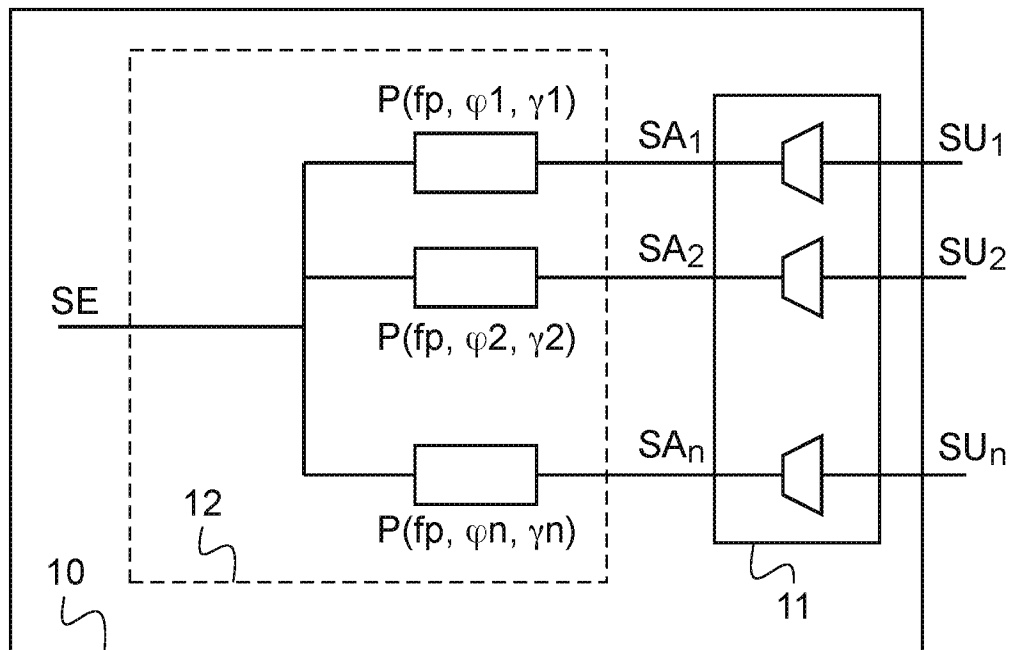


Fig.2

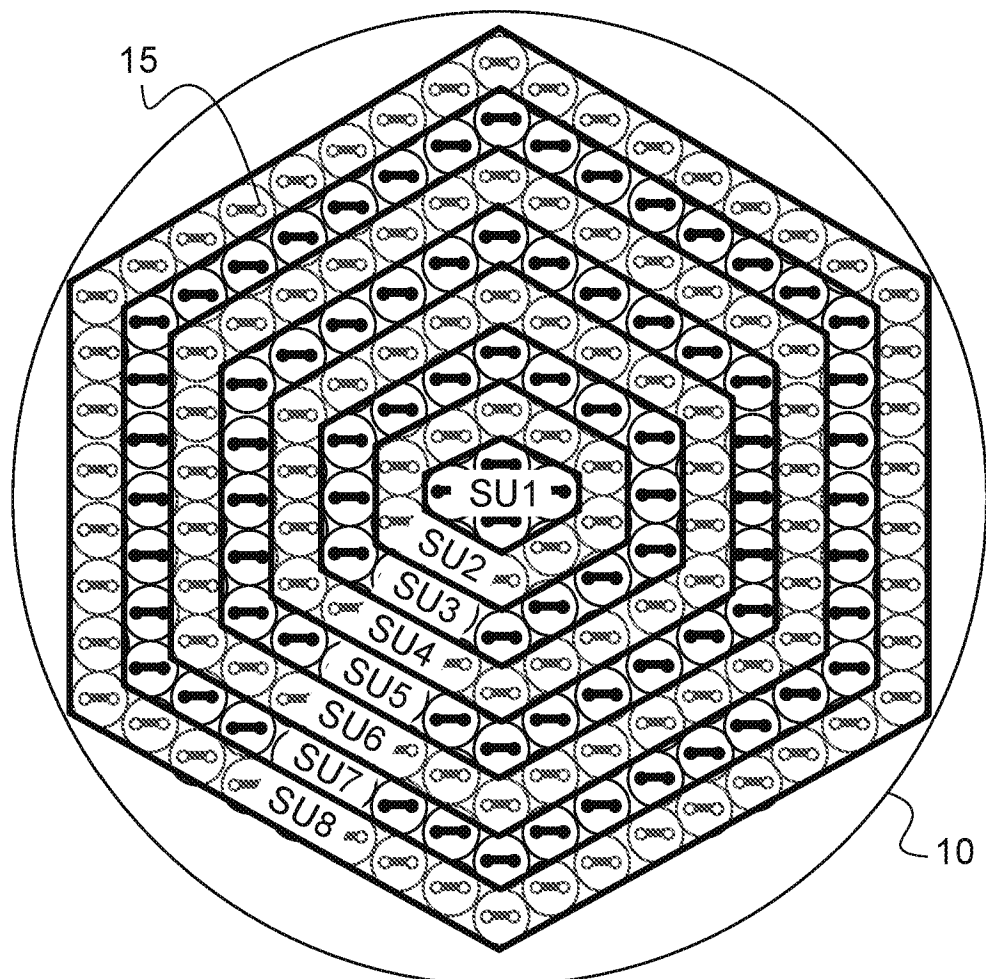


Fig.3

Fig.6

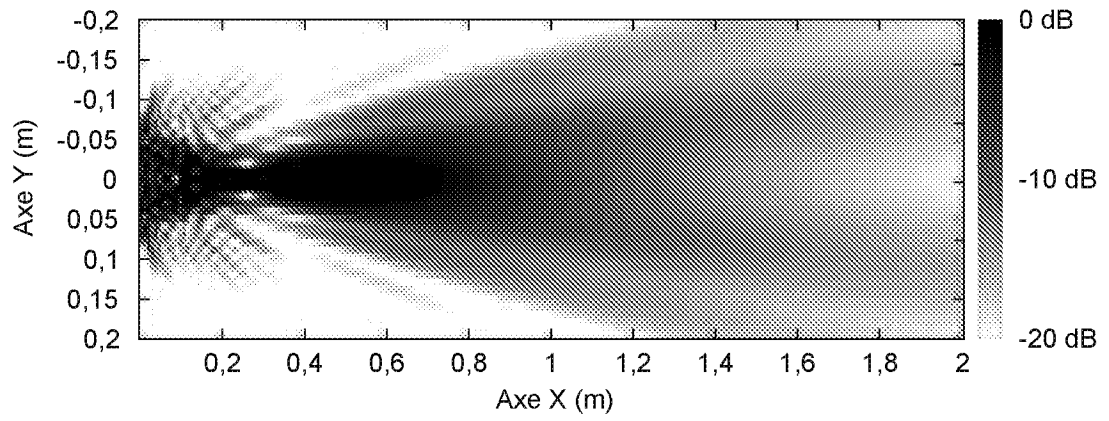
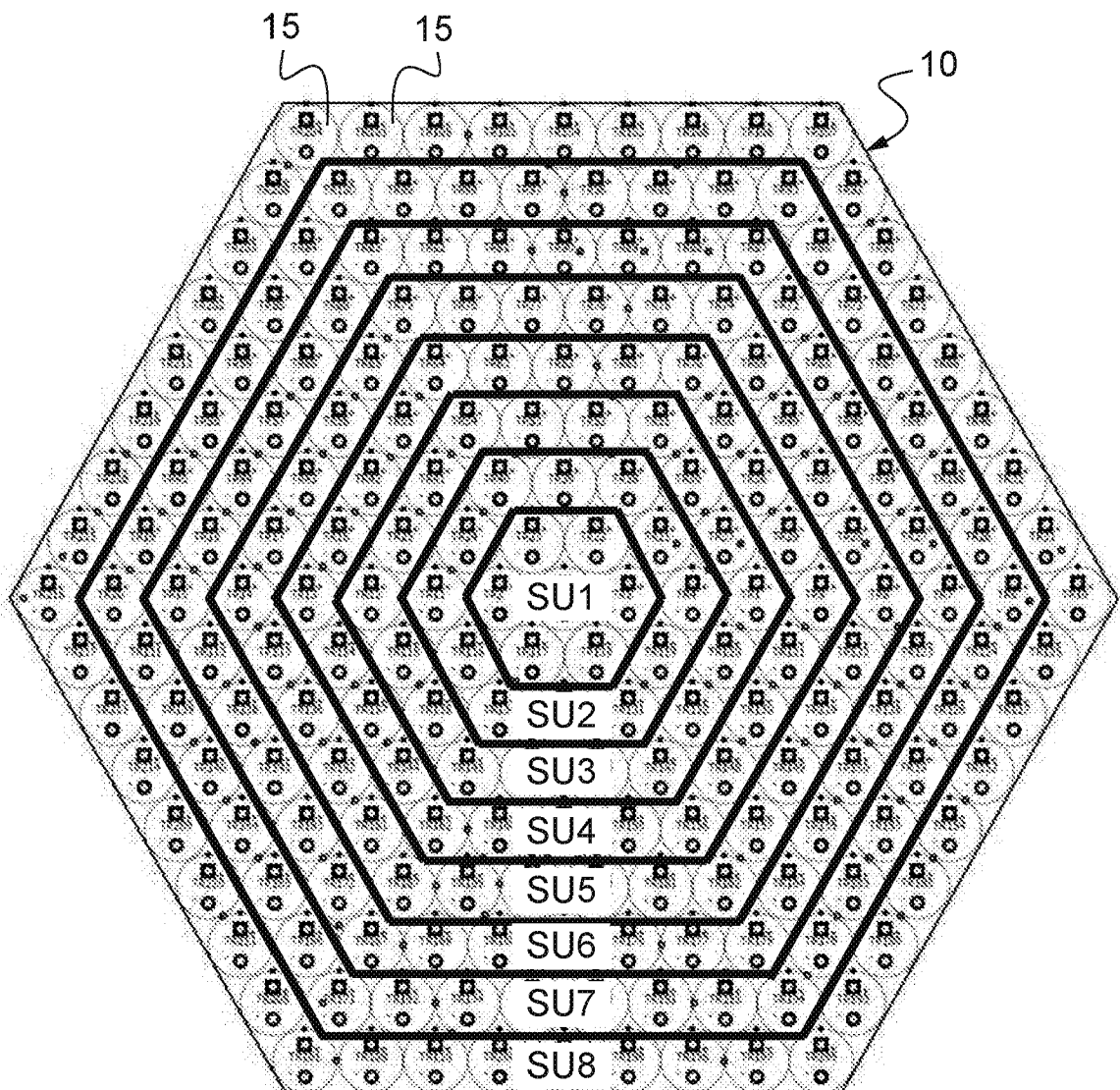


Fig.7



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 864821
FR 1871197

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	JP 2004 112211 A (MITSUBISHI ELECTRIC ENG; TOKAI RYOKAKU TETSUDO KK) 8 avril 2004 (2004-04-08)	1-6,9-12	H04R3/04 H04R17/10
Y	* alinéas [0028], [0029]; figures 1,2,3 *	7,8	
X	US 4 865 042 A (UMEMURA SHIN-ICHIRO [JP] ET AL) 12 septembre 1989 (1989-09-12)	1-6,9-12	
A	* colonne 3, ligne 58 - colonne 4, ligne 59 *	7,8	
Y	WO 2018/096197 A1 (CAPDEPON JIMENEZ CARLOS [ES]) 31 mai 2018 (2018-05-31)	7,8	
A	* alinéas [0057] - [0059] *	1-6,9-12	
Y	WO 2014/076707 A2 (NOVETO SYSTEMS LTD [IL]) 22 mai 2014 (2014-05-22)	7,8	
A	* page 12, ligne 21 - page 13, ligne 9 * * page 35, ligne 29 - page 36, ligne 26 * * page 46, ligne 31 - page 49, ligne 4 *	1-6,9-12	
A	WO 01/50810 A1 (AMERICAN TECH CORP [US]) 12 juillet 2001 (2001-07-12) * page 22, ligne 34 - page 23, ligne 21 * * page 28, ligne 18 - page 29, ligne 35 *	1-12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H04R H04S G10K
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
26 août 2019		Pigniez, Thierry	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1871197 FA 864821**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **26-08-2019**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2004112211 A	08-04-2004	JP 4087199 B2 JP 2004112211 A	21-05-2008 08-04-2004
US 4865042 A	12-09-1989	DE 3685783 D1 DE 3685783 T2 EP 0214782 A2 US 4865042 A	30-07-1992 28-01-1993 18-03-1987 12-09-1989
WO 2018096197 A1	31-05-2018	ES 2669393 A1 WO 2018096197 A1	25-05-2018 31-05-2018
WO 2014076707 A2	22-05-2014	CN 104937660 A EP 2920783 A2 IL 223086 A US 2015304789 A1 WO 2014076707 A2	23-09-2015 23-09-2015 28-09-2017 22-10-2015 22-05-2014
WO 0150810 A1	12-07-2001	AU 2719000 A CA 2396347 A1 CN 1433661 A EP 1247421 A1 JP 2003520002 A WO 0150810 A1	16-07-2001 12-07-2001 30-07-2003 09-10-2002 24-06-2003 12-07-2001