

⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

- ④⑤ Date de publication du fascicule du brevet: **20.11.86** ⑤① Int. Cl.⁴: **H 04 S 5/02, H 04 S 3/00**
②① Numéro de dépôt: **82401528.3**
②② Date de dépôt: **13.08.82**

⑤④ **Dispositif de reproduction sonore à partir d'un enregistrement stéréophonique.**

④③ Date de publication de la demande:
22.02.84 Bulletin 84/08

④⑤ Mention de la délivrance du brevet:
20.11.86 Bulletin 86/47

⑧④ Etats contractants désignés:
DE GB IT NL

⑤⑧ Documents cités:
FR-A-2 501 448
US-A-3 710 023
US-A-4 039 755
US-A-4 053 711
US-A-4 105 864
US-A-4 283 600

⑦③ Titulaire: **Chesnard, Henry**
56 avenue de Tournan
F-77330 Lesigny (FR)

⑦③ Titulaire: **Perruchon, Dominique**
12 rue Lapierre
F-94500 Champigny sur Marne (FR)

⑦② Inventeur: **Chesnard, Henry**
56 avenue de Tournan
F-77330 Lesigny (FR)
Inventeur: **Perruchon, Dominique**
12 rue Lapierre
F-94500 Champigny sur Marne (FR)

⑦④ Mandataire: **Fort, Jacques et al**
CABINET PLASSERAUD 84, rue d'Amsterdam
F-75009 Paris (FR)

EP 0 100 805 B1

Note: Within nine months from the publication of the mention of the grant of the European patent, any person may give notice to the European Patent Office of opposition to the European patent granted. Notice of opposition shall be filed in a written reasoned statement. It shall not be deemed to have been filed until the opposition fee has been paid. (Art. 99(1) European patent convention).

Description

L'invention concerne les dispositifs de reproduction sonore à plusieurs dimensions à partir d'un enregistrement stéréophonique.

Les dispositifs de reproduction existants destinés à l'écoute à domicile, c'est-à-dire dans des pièces dont les dimensions sont limitées, visent à donner à l'auditeur une impression se rapprochant de celle qu'il ressent dans une salle de concert.

En fait, ces dispositifs n'atteignent que très imparfaitement ces résultats.

Parmi leurs défauts, on peut citer les suivants. L'impression reçue par l'auditeur est très différente de celle d'une salle de concert, même destinée à la musique de chambre, car les réverbérations sur les parois de la pièce d'écoute de faibles dimensions ont des intensités, un spectre de fréquence et des retards très différents de ceux de la pièce d'origine et les manipulations lors de la prise de son ne peuvent compenser ces différences.

Les deux enceintes (ou même quatre enceintes) utilisées pour la reproduction ne permettent pas à l'auditeur de retrouver la répartition des timbres à laquelle il est habitué, l'effet stéréophonique n'existe pratiquement que pour une seule position d'écoute et tout déplacement à partir de cette position se traduit par un déplacement relatif apparent des instruments et des voix. De façon générale, l'auditeur d'un système stéréophonique qui sait que, dans un orchestre symphonique, les cuivres se situent en haut de l'orchestre, est choqué de les entendre concentrés avec les bois et les violons.

Des tentatives ont déjà été faites pour réaliser des dispositifs de reproduction sonore améliorés. On connaît en particulier un dispositif conforme du type défini dans le préambule de la revendication 1 (US—A—4 053 711) avec diverses variantes. Une de ces variantes, non conforme à ce préambule (Figure 5), comporte des filtres ayant une fréquence de coupure correspondant sensiblement à la limite de la bande audio. L'insertion de tels filtres dans la boucle de réinjection dans le signal direct que prévoit un autre mode de réalisation ne permettrait pas d'équilibrer la boucle audio.

Le document US—A—4 039 755 fait connaître de son côté un dispositif de reproduction sonore stéréophonique ayant un circuit de tête à mélangeur, mais dans un ensemble différent de celui du document US—A—4 053 711.

L'invention vise à fournir un dispositif de reproduction permettant, à partir d'enregistrements stéréophoniques classiques, de mieux restituer l'ambiance d'une salle de concert, de donner une répartition des timbres correspondant à celle de l'orchestre et de figer cette disposition de timbres quelle que soit la position de l'auditeur dans un large volume d'écoute.

Dans ce but, l'invention propose un dispositif du type ci-dessus défini, conforme à la partie caractérisante de la revendication 1.

Dans un tel dispositif, il y a équilibrage satisfaisant et combinaison des signaux d'entrée des deux voies stéréophoniques pour alimenter les enceintes additionnelles: c'est sous cette forme que l'on reproduit le mieux les réflexions arrière d'une salle de concert. On ne retrouve nullement cette disposition dans le document US—A—4 053 711 et rien dans le document US—A—4 039 755 ne suggère qu'elle puisse être associée avec avantage à un circuit d'alimentation suivant le préambule de la revendication 1.

Les enceintes additionnelles et le circuit d'alimentation qui leur est associé constituent ensemble de propagation permettant de donner une impression similaire à celle d'une salle de concert: la ligne à retard prévue pour chaque enceinte (ou commune aux deux enceintes), avantageusement réglable, permet de reproduire l'effet de la longueur et de la largeur de la salle de concert; le filtre, ou les filtres, permettent de reproduire l'effet de la nature des parois de la salle de concert ainsi que leur réflexion et leur mélange, grâce au mélangeur. Le gain du circuit d'alimentation de la paire d'enceintes additionnelles est avantageusement réglable, de façon à permettre à l'auditeur de doser la proportion de volume sonore provenant de l'ensemble stéréo et de l'ensemble de propagation.

Dans un mode plus élaboré de réalisation de l'invention, le dispositif comprend un ensemble de restitution donnant une représentation plus fidèle de la répartition des timbres et évitant de plus le déplacement apparent de ces divers timbres les uns par rapport aux autres en cas de déplacement de l'auditeur dans la salle d'écoute. Pour cela, l'ensemble de propagation comporte quatre enceintes disposées suivant un trapèze, les deux enceintes placées suivant la grande base du trapèze étant situées à la même hauteur à proximité de deux coins opposés de la pièce, suivant la largeur de celle-ci, tandis que les deux autres enceintes sont placées à plus faible hauteur et sont plus rapprochées de l'emplacement d'écoute.

Dans la pratique, on obtiendra de bons résultats en disposant les quatre enceintes de façon que la projection sur le sol des côtés du trapèze fasse un angle de l'ordre de 30 à 40° avec la grande dimension de la pièce.

Pour mieux simuler les réflexions latérales des parois d'une salle de concert, deux enceintes latérales peuvent être prévues et alimentées par un circuit similaire à celui associé aux enceintes additionnelles mentionnées plus haut.

Toutes les enceintes seront avantageusement constituées par des mini-enceintes directives, éventuellement associées à des caissons de basses. De telles mini-enceintes peuvent se loger plus facilement dans une pièce d'appartement et, de plus, tiennent compte des caractéristiques de l'oreille humaine, qui localise d'autant moins facilement une source d'émission que celle-ci est de plus faible dimension.

On arrive ainsi à obtenir une véritable restitution sonore en trois dimensions, qu'on peut

qualifier d'holophonie, la multiplicité des enceintes acoustiques empêchant l'oreille de localiser les sources individuelles et donnant une impression de bain sonore où les différents timbres se retrouvent en apparence dans leur position relative normale.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit de modes particuliers de réalisation, donnés à titre d'exemples non limitatifs. La description se réfère aux dessins qui l'accompagnent, dans lesquels:

- la figure 1 est un schéma de principe en perspective montrant la disposition des enceintes du dispositif dans une pièce,
- la figure 2 est une vue en élévation de la pièce, suivant sa grande longueur, et de la disposition des enceintes montrées en figure 1,
- la figure 3 est un schéma de principe d'un mode de réalisation du circuit d'alimentation de l'ensemble de propagation,
- la figure 4 est un schéma montrant une constitution possible de l'étage de tête du circuit de la figure 3.

Le mode de réalisation de l'invention qui sera maintenant décrit est destiné à équiper un volume d'écoute parallélépipédique, ce qui est la forme habituelle d'une pièce d'habitation. Lorsque, comme dans le cas montré en figures 1 et 2, la pièce a une longueur et une largeur différentes, l'ensemble de restitution comportera deux enceintes 10a et 10b placées à proximité d'un des murs formant la largeur de la pièce dans les angles de celle-ci. Ces deux enceintes 10a et 10b sont avantageusement placées de façon que leur base soit environ 15 cm au-dessus de la tête de l'auditeur lorsque celui-ci est dans sa position d'écoute. Cette disposition profite du caractère non homogène de la perception auditive. Deux autres enceintes 12a et 12b sont placées de la façon suivante: à partir de la projection des enceintes 10a et 10b sur le plancher, on trace deux lignes faisant un angle α d'environ 35 à 40° avec les murs latéraux. Les enceintes 12a et 12b seront placées à la verticale de ces lignes, à une hauteur h_0 telle que leur sommet soit à peu près au niveau de la poitrine de l'auditeur, afin d'éviter une perception trop axiale de ces enceintes. Le rapport entre les écartements l_2 des enceintes 12a—12b et l_1 des enceintes 10a—10b sera de l'ordre de 0,6. Si par exemple $l_1=3,3$ m, la distance l_2 entre les enceintes 12a et 12b sera de l'ordre de 2 m.

Les deux enceintes 10a et 12a seront alimentées par l'une des voies d'un chaîne de restitution stéréophonique qui peut être de nature classique, les enceintes 10b et 12b par l'autre voie. Toutes ces enceintes seront avantageusement de type miniature, afin de diminuer les possibilités de localisation individuelle de ces enceintes par l'oreille. Elles pourront être complétées par des caissons de basse.

L'ensemble de propagation destiné à simuler les réverbérations par le fond de la pièce com-

porte, dans son mode de réalisation le plus simple, deux enceintes 14a et 14b placées à proximité du mur opposé à celui qui reçoit les enceintes 10a et 10b. Leur hauteur h_1 correspond à la hauteur d'oreilles de l'auditeur.

Les enceintes 14a, 14b sont alimentées par un circuit du genre montré en figure 3. Ce circuit s'ajoute à un circuit de reproduction stéréophonique classique 18, pouvant être de constitution quelconque, comportant des organes classiques de lecture et de pré-amplification, schématisés en 20, et un amplificateur de puissance 22 alimentant les enceintes 10 et 12. Le circuit comporte, dans la version qui incorpore les connexions montrées en tirets sur la figure 3, un étage de tête 24 qui remplit notamment la fonction de sommateur des signaux des deux voies stéréophoniques prélevés sur le pré-amplificateur 20. Cette sommation permet de mélanger les signaux stéréophoniques comme sont mélangées, dans une salle de spectacle ou de concert, les ondes sonores provenant de la scène lorsqu'elles arrivent à proximité du fond de la salle.

Le signal provenant du circuit de tête 24 est ensuite appliqué à une ligne à retard 26 qui le retient un temps variable selon la longueur de la salle que l'on désire simuler, en tenant compte que 100 ms correspondent à 34 m environ. Le signal sortant de la ligne à retard 26 est ensuite envoyé dans un mélangeur 28 qui reçoit également, par l'intermédiaire d'une ligne directe 30 munie d'un potentiomètre 32 d'ajustement, une composante non retardée. Une fraction du signal sortant de la ligne à retard est renvoyée en amont de cette ligne à travers un filtre 34 destiné à atténuer les sons au-delà d'une fréquence de 500 Hz environ. La courbe de réponse de ce filtre pourra avantageusement présenter une atténuation particulièrement marquée pour une fréquence intermédiaire, entre 500 Hz et 1 kHz environ. Enfin, le signal de sortie du mélangeur 28 attaque un amplificateur de puissance 36 relié aux enceintes 14a et 14b. Dans le cas où la ligne à retard 26 est à plusieurs éléments, le circuit peut comporter des moyens permettant de réinjecter le signal ayant traversé le filtre 34 plus ou moins vers l'entrée de la ligne à retard, pour modifier la sensation de volume.

Le circuit comporte encore les potentiomètres ou rhéostats usuels de réglage de volume et d'équilibrage.

Dans une réalisation particulièrement favorable du point de vue acoustique, la ligne à retard 26 du circuit de la figure 3 utilise des circuits à transfert de charge associés à une horloge à fréquence élevée (typiquement 200 kHz) et le circuit de tête 24 peut alors avoir la constitution montrée en figure 1. Le mélangeur-séparateur d'entrée 38 attaque un filtre actif du deuxième ordre 40, destiné à couper les fréquences dépassant la bande audio. Ce filtre attaque, à travers un séparateur-adaptateur d'impédance 42, un circuit de compression de dynamique 44 (utilisant par exemple un circuit intégré NE 571) rendu nécessaire par l'emploi d'une ligne à retard à transfert

de charge. Cette ligne à retard comporte un circuit d'échantillonnage, chaque échantillon étant stocké dans un condensateur, puis transféré dans un autre, cette technique permettant aisément de réintroduire le signal en retour provenant du filtre 34 à un étage variable.

Le circuit de la figure 3 peut être complété par un filtre supplémentaire, immédiatement en amont de l'amplificateur 36, permettant de modeler la réponse aux fréquences élevées et de simuler une salle de spectacle. Ce filtre peut être muni d'un commutateur pour affaiblir le signal, par exemple à raison de 3 dB par octave, à partir d'une fréquence haute variable. On peut par exemple prévoir quatre positions, correspondant à un affaiblissement à partir de 4, 6, 8 et 10 kHz.

Dans une variante de réalisation, un circuit du genre montré en figure 3 est associé à chacune des enceintes 14a et 14b. Dans ce cas, les connexions indiquées en tirets sont supprimées sur la figure 3 est un circuit supplémentaire est branché sur la sortie 48.

Comme indiqué en figure 2, l'ensemble de propagation peut comporter une paire supplémentaire d'enceintes 16a, 16b situées de chaque côté de la pièce et approximativement à mi-longueur de celle-ci. Ces deux enceintes pourront être placées sur deux lignes reliant chacune l'enceinte avant de l'ensemble de restitution à l'enceinte de l'ensemble de propagation correspondante. Chacune de ces enceintes 16a, 16b est associée à un circuit d'alimentation du genre montré en trait plein en figure 3, raccordé à la sortie du pré-amplificateur 20.

Les deux enceintes supplémentaires 16a et 16b permettent de simuler la réverbération des murs latéraux, fonction de la largeur et de la réflexivité des parois de la salle.

On voit que le dispositif, dans sa réalisation la plus élaborée, permet de simuler la largeur et la longueur de la pièce, grâce aux lignes à retard; la nature des parois, grâce aux filtres; l'intensité des réflexions successives, grâce aux réinjections de signaux; et les mélanges grâce aux sommateurs.

Comme on l'a indiqué plus haut, il est avantageux d'utiliser des enceintes acoustiques miniatures, dont le volume peut se réduire à quelque décimètres cube, afin de diminuer l'encombrement et également de profiter de leurs propriétés favorables du point de vue de la localisation des sources sonores.

L'invention est susceptible de nombreuses variantes. En particulier, il est possible d'utiliser le même circuit à ligne à retard pour alimenter les enceintes arrière 14 et les enceintes 16.

Revendications

1. Dispositif de reproduction sonore à plusieurs dimensions à partir d'un enregistrement stéréophonique, comprenant, en plus d'un ensemble stéréophonique, au moins une paire d'enceintes additionnelles (14a, 14b) destinées à être placées à l'opposé des enceintes (10a, 10b) de l'ensemble stéréophonique dans une pièce d'écoute, et un

circuit d'alimentation de la paire d'enceintes additionnelles (14a, 14b) à partir des signaux d'excitation des enceintes de l'ensemble stéréophonique, circuit comportant une ligne à retard (26) recevant le signal d'excitation, une fraction du signal de sortie de la ligne à retard étant combinée avec un signal direct non retardé et une autre fraction étant ramenée en amont de la ligne à retard, caractérisé en ce que le circuit d'alimentation de la paire d'enceintes additionnelles comprend un circuit de tête commun (24) muni d'un mélangeur des signaux d'entrée des deux voies stéréophoniques provenant de l'ensemble stéréophonique à travers un filtre (34) et en ce que la dite autre, fraction est ramenée d'affaiblissement à partir d'une fréquence de 500 Hz environ.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'ensemble stéréophonique comprend deux enceintes pour chacune des deux voies, les quatre enceintes (10a, 10b; 12a, 12b) étant disposées approximativement suivant un trapèze, les deux enceintes (10a, 10b) placées suivant la grande base du trapèze étant à la même hauteur et à proximité de deux coins opposés de la pièce, suivant la largeur de celle-ci, tandis que les autres enceintes (12a, 12b) sont placées à plus faible hauteur et plus rapprochées de l'emplacement d'écoute.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que les quatre enceintes sont placées de façon que la projection sur le sol des côtés du trapèze fasse un angle de l'ordre de 30 à 40° avec la grande dimension de la pièce.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend deux enceintes latérales, placées à mi-longueur de la pièce, alimentées chacune par un circuit similaire à celui alimentant les enceintes additionnelles (14a, 14b).

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les enceintes sont des enceintes miniature, ayant un volume de quelques décimètres cube.

Patentsprüche

1. Gerät zur Wiedergabe von Schall in mehreren Dimensionen auf der Grundlage einer stereophonen Aufzeichnung, mit wenigstens einem Paar zusätzlicher Lautsprecher (14a, 14b) in einer weiteren stereophonen Anordnung, die dazu bestimmt sind, gegenüber Lautsprechern (10a, 10b) der stereophonen Anordnung in einem Zuhörerraum angeordnet zu werden, und mit einem Kreis zum Versorgen des Paares zusätzlicher Lautsprecher (14a, 14b) auf der Grundlage von Signalen zum Erregen der Lautsprecher der stereophonen Anordnung, wobei der Versorgungskreis eine Verzögerungsleitung (26) aufweist, die das Erregungssignal erhält, und wobei ein Teil der Ausgangssignale der Verzögerungsleitung mit einem unverzögerten, direkten Signal kombiniert und ein anderer Teil vor die Verzögerungsleitung zurückgeführt wird, dadurch gekenn-

zeichnet, daß der Kreis zur Versorgung des Paares zusätzlicher Lautsprecher einen gemeinsamen Hauptkreis (24) aufweist, der mit einem Mischer für die Eingangssignale der beiden Stereophonie-Ausgangskanäle der stereophonen Anordnung versehen ist, und daß der erwähnte andere Teil über ein Filter (34) zum Dämpfen ab einer Frequenz von etwa 500 Hz zurückgeführt wird.

2. Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die stereophone Anordnung für jeden der beiden Kanäle zwei Lautsprecher aufweist, wobei die vier Lautsprecher (10a, 10b; 12a, 12b) etwa in Form eines Trapezes angeordnet sind und die beiden längs der Grundlinie des Trapezes angeordneten Lautsprecher (10a, 10b) auf gleicher Höhe und in der Nähe von zwei sich in Richtung der Breite des Raumes gegenüberliegenden Ecken des Raumes angeordnet sind, während die anderen Lautsprecher (12a, 12b) in geringerer Höhe und näher am Zuhörort angeordnet sind.

3. Gerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die vier Lautsprecher so angeordnet sind, daß die Projektion der Seiten des Trapezes auf den Fußboden einen Winkel von etwa 30 bis 40° mit der Längsrichtung des Raumes einschließen.

4. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß es zwei seitliche Lautsprecher aufweist, die etwa in der Mitte der Länge des Raumes angeordnet sind und jeweils durch einen ähnlichen Kreis wie den versorgt werden, der die zusätzlichen Lautsprecher (14a, 14b) versorgt.

5. Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lautsprecher Miniaturlautsprecher mit einem Volumen von einigen Kubikdezimetern sind.

Claims

1. Device for sound reproduction in several dimensions from a stereo record, comprising, in

addition to a stereo system, at least a pair of additional speaker units (14a, 14b) intended to be located opposite to the speaker units (10a, 10b) of the stereo system in a room, and a circuit for feeding the pair of additional speaker units (14a, 14b) from the signals which drive the speaker units of the stereo system, said circuit having a delay line (26) which receives the driving signal, part of the output signal of the delay line being combined with a direct non-delayed signal and another part being fed back upstream of the delay line, characterized in that the circuit for feeding the pair of additional speaker units comprises a common head circuit (24) provided with a mixer for mixing the input signals of the two stereo signals from the stereo system and in that said other part is fed back through an attenuating filter for attenuation from a frequency of about 500 Hz.

2. Device according to claim 1, characterized in that the stereo system comprises two speaker units for each of the two paths, the four speaker units (10a, 10b; 12a, 12b) being located approximately according to a trapezium, the two speaker units (10a, 10b) which are located along the large base of the trapezium being at the same height and close to two opposed corners of the room, crosswise of the room, while the other two speakers units (12a, 12b) are located at a lower height and are closer to the location of the hearer.

3. Device according to claim 2, characterized in that the four speaker units are so located that the projection on the ground of the sides of the trapezium are at an angle of from 30° to 40° approximately with the larger size of the room.

4. Device according to any one of the preceding claims, characterized in that it comprises two lateral speaker units, located at midlength of the room, each fed with a circuit which is similar to that which feeds the additional speaker units (14a, 14b).

5. Device according to any one of the preceding claims, characterized in that the speaker units are miniature speaker units, whose volume is of some cubic decimeters.

