



(11) **EP 1 104 221 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.05.2001 Patentblatt 2001/22

(51) Int Cl.7: **H04R 5/02**

(21) Anmeldenummer: **00124848.3**

(22) Anmeldetag: **14.11.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Pfaffinger, Gerhard**
93055 Regensburg (DE)
• **Lorenz, Franz**
94345 Obermotzing (DE)
• **Christoph, Markus**
94315 Straubing (DE)

(30) Priorität: **25.11.1999 DE 19956690**

(71) Anmelder: **Harman Audio Electronic Systems
GmbH**
94315 Straubing (DE)

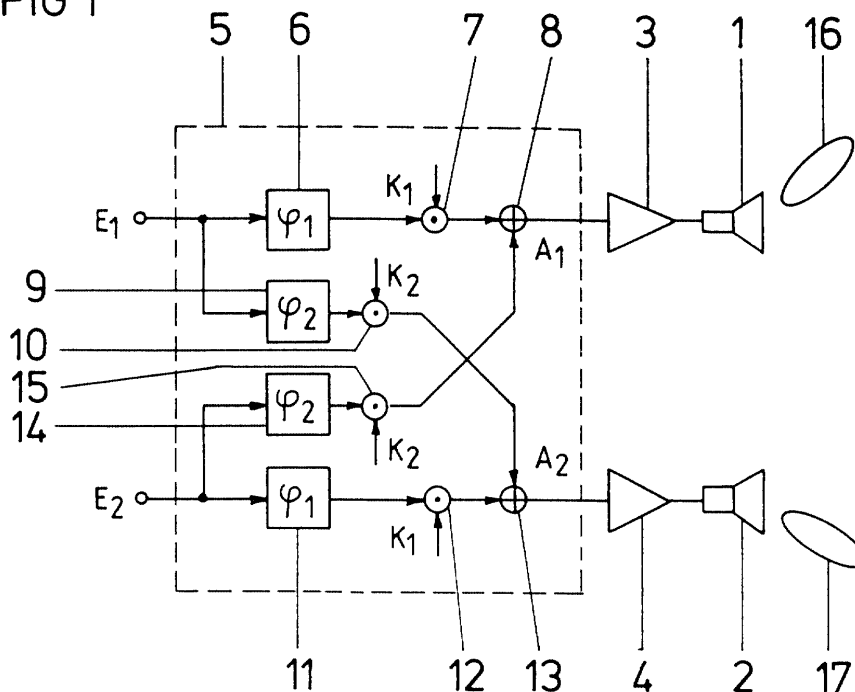
(74) Vertreter: **Patentanwälte
Westphal, Mussnug & Partner**
Mozartstrasse 8
80336 München (DE)

(54) **Beschallungseinrichtung**

(57) Es wird eine Beschallungsvorrichtung mit vier Lautsprechern (1, 2) und einer mindestens zwei Lautsprechern (1, 2) vorgeschalteten, durch zwei Eingangssignale (E_1 , E_2) angesteuerten Signalaufbereitungseinrichtung (5) zum Erzeugen von Ansteuersignalen (A_1 ,

A_2) für die Lautsprecher (1, 2) vorgestellt. Die Ansteuersignale (A_1 , A_2) sind dabei jeweils gleich der Summe über die in Amplitude und Phase jeweils unterschiedlich bewerteten Eingangssignale (E_1 , E_2) derart, daß die Abstrahlcharakteristik der beiden Lautsprecher (1, 2) von der Bewertung der Eingangssignale (E_1 , E_2) abhängt.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Beschallungseinrichtung mit vier Lautsprechern.

[0002] Jeder Lautsprecher hat eine im wesentlichen unveränderbare Abstrahlcharakteristik. Beim Einsatz von Lautsprechern in Beschallungsanlagen kann deren Abstrahlcharakteristik nur durch eine geeignete Anordnung der Lautsprecher im Raum und/oder durch zusätzliche mechanische Hilfsmittel wie beispielsweise akustische Reflektoren oder akustische Linsen in geringem Umfang beeinflusst werden. Eine besondere Herausforderung stellen dabei Beschallungsanlagen in Kraftfahrzeugen dar, da zum einen die Orte für die Anbringung der Lautsprecher in der Regel nicht frei wählbar sind und zum anderen das Platzangebot für zusätzliche mechanische Hilfsmittel nicht ausreicht. Darüber hinaus ist der zu beschallende Raum meistens relativ klein, so daß beispielsweise bei stereophoner Beschallung eine ausreichende Kanaltrennung insbesondere bei mehreren Zuhörern häufig nicht ausreichend ist.

[0003] In der JP 07-046 698 A ist eine Schaltungsanordnung dargestellt mit einem linken und einem rechten Tonsignalkanal, von denen jeder eine Summierstufe aufweist, in der dem ursprünglichen Tonkanalsignal jeweils ein phasenverschobener und in der Amplitude veränderter Anteil des Tonsignals aus dem Gegenkanal zugemischt wird (Überkreuzkopplung).

[0004] Die JP 06-315 198 A zeigt eine ähnliche Schaltung, bei der zusätzlich eine Steuereinrichtung zum Einstellen der Verstärker und der Phasenschieber in den Überkreuzkopplungszweigen vorgesehen ist. Auch sind hier Lautsprecher an den Ausgängen der Schaltung dargestellt. Die JP 06-315 198 A zeigt damit eine Vorrichtung, bei der jeweils Summen aus in Amplitude und Phase unterschiedlich bewerteten Eingangssignalen gebildet werden.

[0005] Die JP 04-337 999 A offenbart eine Anordnung mit mehreren Lautsprechern, die über Phasenschieber angesteuert werden, mittels derer die Abstrahlrichtung der Lautsprecher verändert werden kann.

[0006] In der US 5 305 386 A, insbesondere Figur 4 (2) ist eine Schaltung mit Überkreuzkopplungszweigen dargestellt, in denen Dämpfungsglieder und Phasenschieber enthalten sind. Dieser Schaltungsteil ist in einer Gesamtschaltung zum Ausweiten und Steuern von Klangbildern ("Schallfeldern") enthalten.

[0007] Auch der Gegenstand der WO 97 30 466 A1 zielt darauf ab, virtuelle Schallquellen an vorgegebenen Orten abzubilden. Gleichzeitig ist der von den Lautsprechern eingeschlossene Abstrahlwinkel (z.B. 10 Grad) berücksichtigt. Hierzu sind sowohl in den Hauptzweigen als auch in den Kreuzkopplungszweigen Filterschaltungen $H_1(z)$ bzw. $H_2(z)$ vorgesehen, die Phasenverschiebungen bewirken.

[0008] Schließlich ist aus der JP 02-241 296 A eine Anordnung mit vier Lautsprechern bekannt, die in einem Auto frontal vor dem Fahrer und dem Beifahrer ange-

ordnet sind und so betrieben werden, dass beide ein brauchbares Stereo-Klangbild wahrnehmen können. Bei dieser Anordnung sind allerdings keine Phasenschieber und keine Überkreuzkopplungen vorgesehen.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Beschallungseinrichtung anzugeben, deren Abstrahlcharakteristik ohne Lageänderung der Lautsprecher und ohne zusätzliche mechanische Hilfsmittel veränderbar ist.

[0010] Die Aufgabe wird gelöst durch eine Beschallungseinrichtung gemäß Patentanspruch 1. Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Erfindungsgedankens sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0011] Vorteil der Erfindung ist, daß die Abstrahlcharakteristik auf elektronischem Wege veränderbar ist und daher die dazu notwendige Vorrichtung einen relativ kleinen Platzbedarf hat, nicht in der Nähe der Lautsprecher angeordnet werden muß und leicht in Großserie herstellbar ist.

[0012] Erreicht wird dies im einzelnen durch eine Beschallungsvorrichtung mit vier Lautsprechern und mindestens einer zwei Lautsprecher vorgeschalteten, durch zwei Eingangssignale angesteuerten Signalaufbereitungseinrichtung zum Erzeugen von Ansteuersignalen für die jeweiligen zwei Lautsprecher, wobei die Ansteuersignale jeweils gleich der Summe über die in Amplitude und Phase jeweils unterschiedlich bewerteten Eingangssignale sind derart, daß die Abstrahlcharakteristik der jeweiligen zwei Lautsprecher von der Bewertung der Eingangssignale abhängt. Die Signalaufbereitungseinrichtung kann in analoger und/oder in digitaler Schaltungstechnik gleichermaßen realisiert werden. Durch Verändern der Phasen und/oder Dämpfungen/Verstärkungen kann somit die gewünschte Abstrahlcharakteristik eingestellt werden.

[0013] Bevorzugt weist die Signalaufbereitungseinrichtung zwei Addierer auf, denen jeweils unter Zwischenschaltung eines ersten Phasenschiebers und eines ersten Koeffizientenglieds jeweils eines der Eingangssignale und unter Zwischenschaltung eines zweiten Phasenschiebers und eines zweiten Koeffizientenglieds das jeweils andere Eingangssignal zugeführt wird. Damit wird mit geringem Aufwand die getrennte Einstellung aller Phasen und Amplituden ermöglicht.

[0014] Insbesondere bei stereophonen Eingangssignalen erzeugen dabei bevorzugt die ersten und zweiten Phasenschieber jeweils gleiche Phasenverschiebungen und die ersten und zweiten Koeffizientenglieder jeweils gleiche Dämpfungen/Verstärkungen.

[0015] Bei einer Weiterbildung der Erfindung werden Phasenschieber verwendet, die frequenzunabhängige Phasenverschiebungen erzeugen. Als Phasenschieber kommen dabei insbesondere sogenannte Hilbert-Transformatoren zum Einsatz, die eine frequenzunabhängige Phasenverschiebung von 90 Grad erzeugen. Bevorzugt sind die Phasenverschiebungen jedoch veränderbar. Das um 90 Grad phasenverschobene Signal kann dazu mit dem ursprünglichen Signal in geeigneter Weise ge-

mischst werden, um ein Signal von beliebiger Phasenverschiebung bei konstanter Amplitude zu erhalten. Dadurch wird ein einfaches Einstellen der Phasenverschiebung erreicht, ohne daß der Frequenzgang des einzelnen Lautsprechers durch das Ansteuersignal selbst verändert wird. Es können aber auch Phasenschieber verwendet werden, die zumindest nur in einem bestimmten Frequenzbereich eine frequenz-unabhängige Phasenverschiebung bewirken, wobei die Frequenzverschiebung in den anderen Frequenzbereichen toleriert wird. Davon abgesehen kann in bestimmten Fällen aber auch eine bestimmte Frequenzabhängigkeit des Ansteuersignals erwünscht sein, wenn dabei zum Beispiel Defizite im Frequenzgang des Lautsprechers kompensiert werden können. Als Phasenschieber kommen dabei entsprechend ausgelegte analoge und/oder digitale Filter zum Einsatz.

[0016] Bei einer anderen Weiterbildung der Erfindung sind die beiden Lautsprecher zwischen den zwei anderen Lautsprechern angeordnet, wobei die Hauptabstrahlrichtungen der beiden einen Lautsprecher in bestimmtem Winkel zur Senkrechten von einander weg in Richtung der anderen Lautsprecher eingestellt sind. Bevorzugt befinden sich die Hauptabstrahlrichtungen der anderen Lautsprecher dabei in einem bestimmten Winkel zur Senkrechten in Richtung der einen Lautsprecher. Alternativ dazu können die einen zwei Lautsprecher aber auch neben den zwei anderen Lautsprechern angeordnet sein, wobei die Hauptabstrahlrichtungen der beiden einen Lautsprecher und der beiden anderen Lautsprecher in einem bestimmten Winkel zur Senkrechten in Richtung jeweils zueinander eingestellt sind. Damit läßt sich beispielsweise für zwei Hörer jeweils eine optimale Anpassung erzielen.

[0017] Schließlich kann den anderen Lautsprechern ebenfalls eine (weitere) Signalaufbereitungseinrichtung vorgeschaltet werden, um auch bei den anderen Lautsprechern eine einfache Einstellung der Abstrahlcharakteristik zu ermöglichen.

[0018] Der Erfindung wird nachfolgend anhand der in den Figuren der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigt:

- Figur 1 eine Ausführungsform einer Signalaufbereitungseinrichtung für eine erfindungsgemäße Beschallungseinrichtung,
- Figur 2 eine bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Beschallungseinrichtung,
- Figur 3 eine Alternative zur Ausführungsform nach Figur 2 und
- Figur 4 eine weitere Alternative zur Ausführungsform nach Figur 2.

[0019] Bei der beispielhaften Signalaufbereitungseinrichtung 5 nach Figur 1 werden zwei Lautsprecher 1 und 2 jeweils durch eines von zwei stereophonen Eingangssignalen E₁, E₂ unter Zwischenschaltung jeweils eines

Leistungsverstärkers 3, 4 angesteuert. Den Leistungsverstärkern 3, 4 ist eine Signalaufbereitungseinrichtung 5 vorgeschaltet, der die Eingangssignale E₁ und E₂ zugeführt werden. In der Signalaufbereitungseinrichtung 5 wird das Eingangssignal E₁ über einen Phasenschieber 6 mit einer frequenzunabhängigen Phasenverschiebung φ_1 und über ein Koeffizientenglied 7 mit einem eine Dämpfung oder Verstärkung repräsentierenden Koeffizienten K₁ einem Addierer 8 zugeführt. Außerdem erhält der Addierer 8 unter Zwischenschaltung eines Phasenschiebers 9 mit einer frequenzunabhängigen Phasenverschiebung φ_2 und eines Koeffizientenglieds 10 mit einer eine Dämpfung oder Verstärkung repräsentierenden Koeffizienten K₂ das Eingangssignal E₂. Der Addierer 8 erzeugt daraus ein Ansteuersignal A₁ für den Leistungsverstärker 3. In analoger Weise wird das Eingangssignal E₂ über einen Phasenschieber 11 mit der frequenzunabhängigen Phasenverschiebung φ_1 und über ein Koeffizientenglied 12 mit dem Koeffizienten K₁ einem Addierer 13 zugeführt. Der Addierer 13 erhält zudem unter Zwischenschaltung eines Phasenschiebers 14 mit der frequenzunabhängigen Phasenverschiebung φ_2 und eines Koeffizientenglieds 10 mit dem Koeffizienten K₂ das Eingangssignal E₁ und erzeugt daraus ein Ansteuersignal A₂ für den Leistungsverstärker 4.

[0020] Die Eingangssignale E₁ und E₂ werden also jeweils zwei Phasenschiebern 6, 9 bzw. 11, 14 zugeführt, die die Phasenverschiebungen φ_1 und φ_2 erzeugen. Danach werden die phasenverschobenen Eingangssignale E₁ und E₂ mit den als Gewichtungsfaktoren fungierenden Koeffizienten K₁ und K₂ bewertet und anschließend "über Kreuz" - die Ansteuersignale A₁ und A₂ ergebend - addiert. Nach Verstärkung werden die Ansteuersignale A₁ und A₂ den Lautsprechern 1 und 2 zugeführt. Formal ausgedrückt verhalten sich A₁ und A₂ in Abhängigkeit von E₁ und E₂, K₁ und K₂, φ_1 und φ_2 wie folgt:

$$A_1 = K_1 \cdot E_1(\varphi_1) + K_2 \cdot E_2(\varphi_2)$$

$$A_2 = K_1 \cdot E_2(\varphi_1) + K_2 \cdot E_1(\varphi_2)$$

[0021] Aufgrund der Phasenbedingung der beiden Ansteuersignale A₁ und A₂, der Entfernung der Lautsprecher 1 und 2 zueinander sowie der Entfernung des Hörers zu den Lautsprechern 1 und 2 tritt nun eine Verschiebung der Hauptstrahlrichtung auf, die in Figur 1 durch zwei Keulen 16 und 17 dargestellt ist. Da bereits einige die Hauptabstrahlrichtung bestimmende Parameter wie beispielsweise der durch den festen Einbau der Lautsprecher 1 und 2 in ein Fahrzeug vorgegebene Abstand beider sowie einen durch eine annähernd feste Position des Hörers gegebenen festen Abstand des Hörers zu den Lautsprechern 1 und 2 sind bei einer vorausgesetzten konstanten Lautstärke in der Regel die Phasenverschiebungen φ_1 und φ_2 die bevorzugten

Punkte zur Einstellung des Azimuts der Hauptabstrahlrichtungen.

[0022] Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 2 sind außer den Lautsprechern 1 und 2 in Verbindung mit der Signalaufbereitungseinrichtung 5 aus Figur 1 zwei weitere Lautsprecher 18 und 19 vorgesehen. Diese werden direkt durch die Eingangssignale E_1 und E_2 angesteuert, wobei das Eingangssignal E_1 den linken Kanal L und das Eingangssignal E_2 den rechten Kanal R eines stereophonen Signals bildet. Die weiteren Lautsprecher 18 und 19 sind dabei links bzw. rechts von den Lautsprechern 1 und 2 angeordnet und zwar derart, daß die Keulen 20, 21 der Hauptabstrahlrichtungen nach innen zu den Lautsprechern 1 und 2 hin gerichtet sind. Die Keulen 16 und 17 der Lautsprecher 1 und 2 sind dabei mehr nach außen, voneinander weg gerichtet. Damit ergibt sich für zwei Hörer 22 und 23 jeweils ein ungestörter Stereoeindruck, da die Lautsprecher 2 und 18 den linken Kanal L und die Lautsprecher 1 und 19 den rechten Kanal wiedergeben, wobei die Lautsprecher 1 und 18 den Hörer 22 und die Lautsprecher 2 und 19 den Hörer 23 beschallen. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird davon ausgegangen, daß die Lautsprecher 18 und 19 in geeigneter Weise zur Erzeugung der gewünschten Abstrahlcharakteristik eingebaut werden können.

[0023] Ist dies jedoch nicht möglich, dann kann die Anordnung nach Figur 2 wie in Figur 3 gezeigt abgeändert werden. Den Lautsprechern 18 und 19 wird eine Signalaufbereitungseinrichtung 24, die beispielsweise wie die Signalaufbereitungseinrichtung 5 aufgebaut ist, vorgeschaltet und die Abstrahlcharakteristik so eingestellt, daß die Keulen 20 und 21 mehr nach innen gerichtet sind.

[0024] Um darüber hinaus die Abstrahlcharakteristik an jeden Hörer individuell anpassen zu können, kann schließlich die Anordnung nach Figur 3 gemäß Figur 4 dahingehend abgeändert werden, daß die Lautsprecher 1 und 2 bzw. 18 und 19 paarweise nebeneinander angeordnet werden. In diesem Fall beschallen die Lautsprecher 1 und 2 den Hörer 23 und die Lautsprecher 18 und 19 den Hörer 22. Die Keulen 20 und 21 bzw. 16 und 17 sind dabei jeweils einander zugeneigt.

Patentansprüche

1. Beschallungsvorrichtung mit vier Lautsprechern (1, 2) und mindestens einer zwei Lautsprechern (1, 2) vorgeschalteten, durch zwei Eingangssignale (E_1 , E_2) angesteuerten Signalaufbereitungseinrichtung (5) zum Erzeugen von Ansteuersignalen (A_1 , A_2) für die (jeweiligen) zwei Lautsprecher (1, 2), welche jeweils gleich der Summe über die in Amplitude und Phase jeweils unterschiedlich bewerteten Eingangssignale (E_1 , E_2) sind derart, daß die Abstrahlcharakteristik der (jeweiligen) zwei Lautsprecher (1, 2) von der Bewertung der Eingangssignale (E_1 , E_2)

abhängt.

2. Beschallungsvorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Signalaufbereitungseinrichtung (5) zwei Addierer (8, 13) aufweist, denen jeweils unter Zwischenschaltung eines ersten Phasenschiebers (6, 11) und eines ersten Koeffizientenglieds (7, 12) jeweils eines der Eingangssignale (E_1 , E_2) und unter Zwischenschaltung eines zweiten Phasenschiebers (9, 14) und eines zweiten Koeffizientenglieds (10, 15) das jeweils andere Eingangssignal (E_1 , E_2) zugeführt wird.
3. Beschallungsvorrichtung nach Anspruch 2, bei der die ersten und zweiten Phasenschieber (6, 11; 9, 14) jeweils gleiche Phasenverschiebungen (φ_1 , φ_2) und die ersten und zweiten Koeffizientenglieder (7, 12; 10, 15) jeweils gleiche Dämpfungen/Verstärkungen (K_1 , K_2) erzeugen.
4. Beschallungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der die Phasenschieber (6, 11; 9, 14) frequenzunabhängige Phasenverschiebungen (φ_1 , φ_2) erzeugen.
5. Beschallungsvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, bei der die Phasenverschiebung (φ_1 , φ_2) veränderbar ist.
6. Beschallungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der zwei der Lautsprecher (1, 2) zwischen den zwei anderen Lautsprechern (18, 19) angeordnet sind und die Hauptabstrahlrichtungen der beiden einen Lautsprecher (1, 2) in bestimmtem Winkel zur Senkrechten von einander weg in Richtung der anderen Lautsprecher (18, 19) eingestellt sind.
7. Beschallungsvorrichtung nach Anspruch 6, bei der sich die Hauptabstrahlrichtungen der anderen Lautsprecher (18, 19) in bestimmtem Winkel zur Senkrechten in Richtung der einen Lautsprecher (1, 2) befinden.
8. Beschallungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei der die einen zwei Lautsprecher (1, 2) neben den zwei anderen Lautsprechern (18, 19) angeordnet sind und die Hauptabstrahlrichtungen der beiden einen Lautsprecher (1, 2) und der beiden anderen Lautsprecher (18, 19) jeweils in einem bestimmten Winkel zur Senkrechten in Richtung zueinander eingestellt sind.
9. Beschallungsvorrichtung nach Anspruch 6, 7 oder 8, bei der den anderen Lautsprechern (18, 19) eine weitere Signalaufbereitungseinrichtung (24) vorgeschaltet ist.

FIG 1

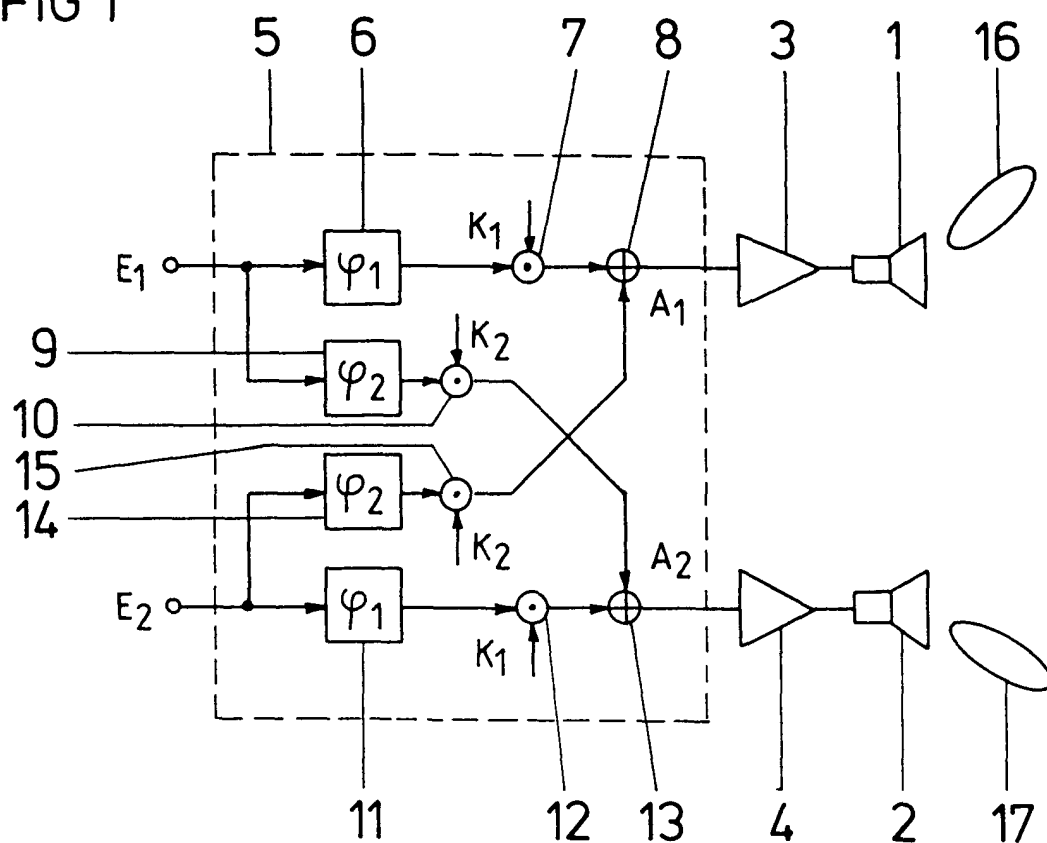


FIG 2

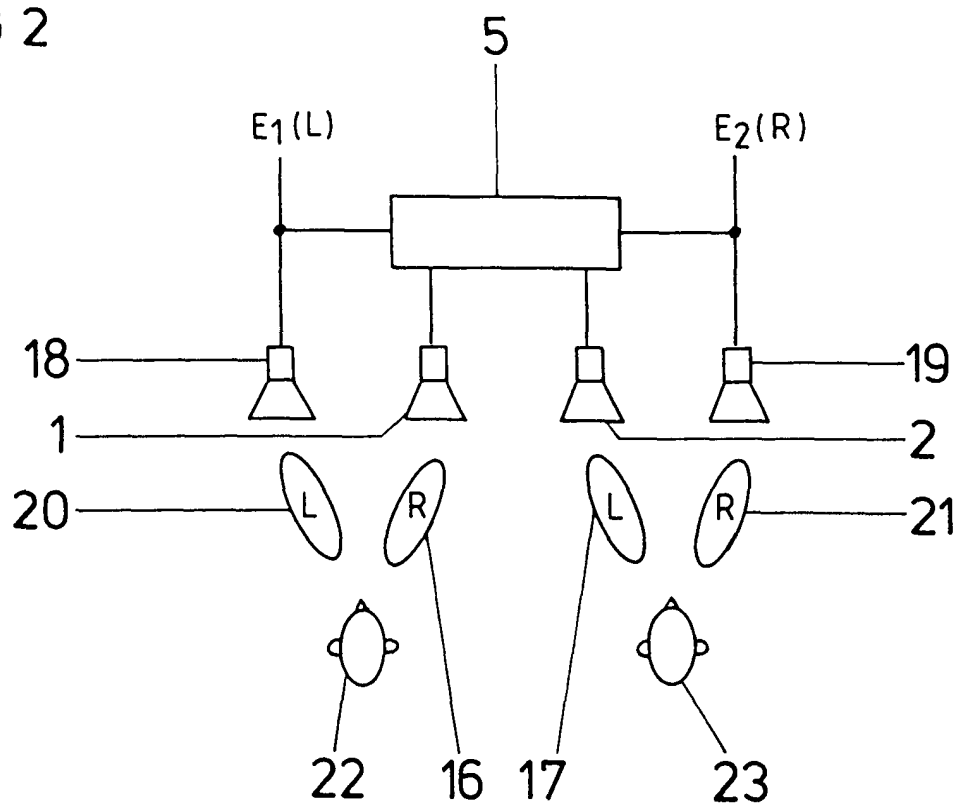


FIG 3

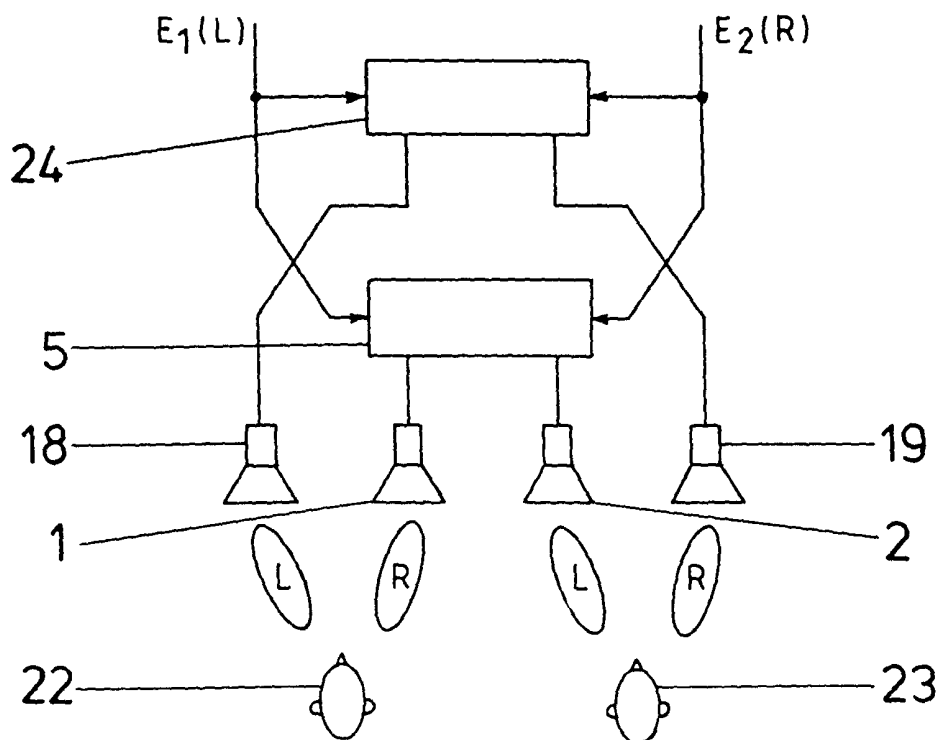


FIG 4

