



⑫

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④⑤ Veröffentlichungstag der Patentschrift :  
**10.05.95 Patentblatt 95/19**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup> : **H04R 5/02**

②① Anmeldenummer : **92101687.9**

②② Anmeldetag : **01.02.92**

---

⑤④ **Tonwiedergabeanordnung für eine Tonwiedergabe mit einem Raumklangeffekt.**

---

③⑩ Priorität : **20.02.91 DE 4105304**

⑤⑥ Entgegenhaltungen :  
**AT-B- 379 275**  
**FR-A- 2 601 839**  
**US-A- 4 769 843**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung :  
**23.09.92 Patentblatt 92/39**

⑦③ Patentinhaber : **Nokia (Deutschland) GmbH**  
**Östliche Karl-Friedrich-Strasse 132**  
**D-75175 Pforzheim (DE)**

④⑤ Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung :  
**10.05.95 Patentblatt 95/19**

⑦② Erfinder : **Schultes, Hans, Dr.**  
**Harthausener Weg 9 A**  
**W-8440 Straubing (DE)**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten :  
**AT BE DE FR GB IT**

**EP 0 504 562 B1**

---

Anmerkung : Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

---

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Tonwiedergabeanordnung für eine Tonwiedergabe mit einem Raumklangeffekt gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 und geht aus von der AT-B-379 275.

Mit einer derartigen Tonwiedergabeanordnung soll dem Hörer in einem allseitig begrenzten Raum die Wiedergabe eines Tonsignales mit dem Eindruck einer gewissen Räumlichkeit des Tonereignisses vermittelt werden. Dazu ist eine räumliche Anordnung der Lautsprecher bezüglich des Hörers erforderlich, durch die eine Schallabstrahlung von mehreren Seiten her auf den Hörer einwirkt. Den besten Höreindruck sowohl im Klangbild als auch im Raumeindruck erhält der Hörer, wenn das von den verschiedenen Lautsprechern abgestrahlte Tonereignis gleichzeitig an dem Ort, dem Hörort, eintrifft, an dem sich der Hörer befindet. Deshalb enthalten derartige Tonwiedergabeanordnungen Einrichtungen, mit denen die zu den Lautsprechern übertragenen elektrischen Tonsignale so elektrisch oder akustisch verzögert werden, daß sie als Schallsignale an dem bestimmten Hörort gleichzeitig ankommen.

Dennoch tritt am Hörort mehr oder weniger eine Verfälschung des Klangbildes ein infolge von Interferenzen mit störenden Reflexionen und stehenden akustischen Wellen an und zwischen den Begrenzungsflächen des Raumes. Diese Störungen treten umso störender auf, je kleiner der Raum ist, in dem sich der Hörort befindet. Dies gilt insbesondere für den Fahrgastraum eines PKWs. Immer mehr werden jedoch gerade an die Qualität der Tonwiedergabe in Kraftfahrzeuge installierter Tonwiedergabeanordnungen stets wachsende Anforderungen gestellt.

Aus der Druckschrift AT-B-379 275 ist eine stereophone Wiedergabeanlage für Fahrgasträume von Kraftfahrzeugen mit mehreren Lautsprechern und elektronischen Verzögerungseinheiten bekannt. Für die Vordersitze sind mindestens zwei voneinander distanzierte Frontlautsprecher vorgesehen, von welchen der eine Lautsprecher zum Wiedergeben des linken Signals und der andere zum Wiedergeben des rechten Signals dient. Zwischen den beiden Frontlautsprechern ist etwa in der Mitte des Wagens ein dritter Frontlautsprecher angeordnet, der mit einem Summensignal aus dem rechten und linken Kanal gespeist wird. Im Heckbereich des Fahrgastraumes sind Lautsprecher angeordnet, die mit einem Differenzsignal, das aus den Signalen des rechten und linken Kanals gebildet wird, gespeist werden. Zum Verbessern des räumlichen Schalleindrucks werden den Hecklautsprechern für das Differenzsignal elektronische Verzögerungseinheiten, z. B. Eimerketenschaltungen, vorgeschaltet. Die Verzögerungszeiten sind so gewählt, daß die Lokalisation der Schallquellen mit den Differenzsignalen gegenüber dem Direktschall von den Frontlautsprechern scheinbar um 1,7 m bis 7 m in die Tiefe versetzt wird.

In der Beschreibung wird ausdrücklich darauf hingewiesen, daß die Wiedergabe der tiefen Frequenzen entweder nur von den vorderen seitlichen Lautsprechern, vom vorderen mittleren Lautsprecher oder von einem weiteren mittleren rückwärtigen Lautsprecher abgestrahlt werden kann. Die Abstrahlung der tiefen Frequenzen von den zwei seitlichen Hecklautsprechern für das Differenzsignal sei unvorteilhaft. Auf diese Weise benötigt diese bekannte Lösung einen sehr großen Aufwand an Lautsprechern, um im Kraftfahrzeug eine im Frequenzgang ausgewogene stereophone Beschallung mit einem vollständigen Signal zu erzielen.

Bei der bekannten Lösung ist somit von Nachteil, daß die Wiedergabe wichtiger Schallkomponenten über eine Vielzahl von örtlich im Fahrgastraum verteilten Lautsprechern erfolgt, die verschiedene Signalbereiche abstrahlen. Eine derartige Aufteilung der Schallquellen erfordert einen hohen zusätzlichen Filteraufwand, um zu verhindern, daß im Fahrgastraum Signalauslöschungen durch Interferenzen auftreten.

Ausgehend vom dargestellten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Tonwiedergabeanordnung so auszugestalten, daß die Qualität der Tonwiedergabe, insbesondere der frequenzabhängige Schallpegelverlauf am Hörort, mit wenig aufwendigen Mitteln wesentlich erhöht wird.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Es ist das Verdienst des Erfinders, erkannt zu haben, daß einerseits zur Einstellung der Verzögerungszeiten für die Definition eines bestimmten Hörortes innerhalb eines allseitig begrenzten Raumes keine hohen Anforderungen an die Genauigkeit dieser die Grundeinstellung bildenden Verzögerungszeiten für die Tonsignale erforderlich ist und daß andererseits bestimmte Ablagen von dieser Grundeinstellung, die nicht über die zulässige Toleranzbreite der Grundeinstellung hinausgehen, in ihrem Zusammenwirken dazu führen, den frequenzabhängigen Schallpegelverlauf am Hörort des von den Lautsprechern der Anordnung abgestrahlten Schallfeldes von interferenzabhängigen Aus- oder Einbrüchen weitgehend zu befreien und einen hinreichend glatten Kurvenverlauf zu erzielen. Für die Einstellung derartiger Ablagen der Verzögerungszeit von einer Grundeinstellung ist es in den meisten Fällen lediglich erforderlich, vorhandene einstellbare Tonsignalverzögerungseinrichtungen zusätzlich derart auszugestalten, daß sie in einem engen Zeitverzögerungsbereich von etwa +/- 1,5 ms feiner oder in kleineren Stufen einstellbar sind. Hierbei ist es gleichgültig, ob die Tonsignalverzögerungseinrichtungen Bestandteile eines Equalizers sind oder getrennt in den Lautsprecherkanälen ange-

ordnet sind. Die Maßnahmen nach der Erfindung führen auch dazu, daß die Anzahl der Bänder der Equalizer wesentlich herabgesetzt werden kann, ohne daß dadurch die Qualität des Equalizers wesentlich gemindert wird.

Die Unteransprüche kennzeichnen vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

5 Die Erfindung wird nachfolgend anhand eines vorteilhaften Ausführungsbeispiels näher erläutert. Die zugehörigen Zeichnungen zeigen

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines PKWs mit einer Tonwiedergabeordnung für eine Tonwiedergabe mit einem Raumklangeffekt;
- 10 Fig. 2 zwei Diagramme (a) und (b) über den frequenzabhängigen Schallpegelverlauf am Hörort einer Tonsignalwiedergabe ohne a) und mit b) durch Einstellung einer Verzögerungsablage geglättetem Pegelverlauf;
- Fig. 3 Diagramme a) bis d) mit den Verzögerungszeiten der den zugehörigen Lautsprechern zugeleiteten Tonsignale.

Die Umrißlinie 1 in Fig. 1 stellt im Schema die Umrißlinie eines PKWs dar, dessen Fahrgastraum 2 durch 15 Lautsprecher 11, 12, 21 und 22 einer Tonwiedergabeordnung 3 beschallt werden kann. Die Lautsprecher sind an den Signalausgang 4 ihnen zugehöriger Tonsignalverzögerungseinrichtungen 13, 14, 23 und 24 zugehöriger Equalizer 15, 16, 25 und 26 angeschlossen. Die beiden Equalizer werden von den Tonsignalausgängen 19 und 29 eines Tonwiedergabegerätes 6 gespeist. Das Tonwiedergabegerät 6 enthält im dargestellten Ausführungsbeispiel einen nicht näher dargestellten Tuner, der von einem Sender empfangene Sendungen als 20 Tonsignal über das Tonwiedergabegerät und die Equalizer 15 und 25 auf die Lautsprecherkanäle 17 und 18 sowie 27 und 28 der Lautsprecher 11, 12, 21 und 22 überträgt. Als weitere Tonquelle ist an das Tonwiedergabegerät 6 ein Kassettenrecorder 5 angeschlossen, dessen vom Band abgetastete Tonereignisse anstelle der vom Tuner empfangenen Sendungen auf die Lautsprecherkanäle übertragen werden können.

Die Lautsprecher 11 und 21 sind im Bereich der Vordersitze 7 und 8 des PKWs und die Lautsprecher 12 25 und 22 sind im Bereich des Rücksitzes 9 im Fahrgastraum 2 des PKWs angeordnet. Die Verzögerungszeit T11, T12, T21 und T22 der Tonsignalverzögerungseinrichtungen 13, 14, 23 und 24 ist für die vom Tonwiedergabegerät erzeugten Tonsignale so eingestellt, daß die von den zugehörigen Lautsprechern 11, 12, 21 und 22 abgestrahlten Schallsignale S11, S12, S21 und S22 gleichzeitig an einem bestimmten Hörort 10 eintreffen, im dargestellten Ausführungsbeispiel im Bereich des Kopfes des auf dem linken Vordersitz 8 des Kraftfahrzeuges 30 sitzenden Fahrers des Kraftfahrzeuges. Diese Einstellung der Verzögerungszeiten T11, T12, T21 und T22 der Tonsignalverzögerungseinrichtungen der Tonwiedergabeordnung 3 zur Positionierung der von den Lautsprechern 11, 12, 21 und 22 abgestrahlten Schallsignale S11, S12, S21 und S22 auf den bestimmten Hörort 10 ist die Grundeinstellung der Verzögerungszeiten für den bestimmten Hörort 10. Diese Grundeinstellung ist in den Diagrammen a) bis d) der Figur 3 durch die Balken 31.1 bis 31.4 gekennzeichnet. Das Diagramm a) 35 stellt in Balkenform die Verzögerungszeiten für den Lautsprecherkanal 27, das Diagramm b) die Verzögerungszeiten für den Lautsprecherkanal 17, das Diagramm c) die Verzögerungszeiten für den Lautsprecherkanal 28 und das Diagramm d) die Verzögerungszeiten des Lautsprecherkanales 18 schematisch dar. An die Genauigkeit der Verzögerungszeiten der in Figur 3 durch die Balken 31.1 bis 31.4 dargestellten Verzögerungszeiten der Grundeinstellung bestehen, wie festgestellt wurde, keine hohen Anforderungen. In die Balkendiagramme a) bis d) der Figur 3 ist durch einen Balken 35.1 bis 35.4 der Bereich angegeben, innerhalb dem die 40 Verzögerungszeit der Grundeinstellung verändert werden kann, ohne daß der Raumeindruck des von den Lautsprechern 11 bis 22 an den Hörort 10 übertragenen Schallereignisses hörbar gemindert wird.

Im Diagramm a) der Figur 2 ist die Kurve 32 des Frequenzganges des Schallpegels eines am Hörort 10 eintreffenden Schallereignisses für die in Figur 3 durch die Balken 31.1 bis 31.4 dargestellte Grundeinstellung 45 der Tonsignalverzögerungseinrichtungen 13, 14, 23 und 24 dargestellt. Die bei der Schallabstrahlung entstehenden Reflexionen und stehenden Wellen erzeugen am Frequenzgang der Pegelkurve 32 Einbrüche 33 und Ausbrüche 34 in größerer Zahl, die die Qualität des Klangbildes des übertragenen Tonereignisses am Hörort 10 wesentlich beeinträchtigen. Die Tonsignalverzögerungseinrichtungen 13, 14, 23 und 24 enthalten zusätzliche Einstellvorrichtungen 20, an denen die Verzögerungszeit für die Positionierung des Hörortes um eine bestimmte Ablage A11, A12, A21, A22 von der Grundeinstellung innerhalb der zulässigen, durch die Balken 35.1 50 bis 35.4 der Balkendiagramme der Figur 3 dargestellten Schwankungsbereiche verändert werden kann. Mittels dieser Verstellvorrichtungen kann nach einem bestimmten Verfahren die jeweilige Ablage A11 bis A22 der Verzögerungszeit der einzelnen Tonsignalverzögerungseinrichtungen von der Verzögerungszeit der Grundeinstellung derart eingestellt werden, daß die einzelnen von den Lautsprechern 11, 12, 21 und 22 abgestrahlten Schallsignale S11, S12, S21 und S22 zum Hörort 10 so in der Phase verschoben sind, daß am Hörort 10 eine 55 glatte Kurve 36 des Frequenzganges des Schallpegels entsteht, wie im Diagramm b) der Figur 2 durch die geglättete Frequenzgangkurve 36 des Schallpegels am Hörort 10 gezeigt wird. Die auf diese Weise zur Glättung der Frequenzgangkurve 36 des Schallpegels am Hörort 10 eingestellten Verzögerungszeiten der Tonsi-

gnalverzögerungseinrichtungen sind in den Balkendiagrammen a) bis d) der Figur 3 durch die Balken 38.1 bis 38.4 und die zugehörigen Ablagen A11 bis A22 durch die Balken 37.1 bis 37.4 schematisch dargestellt.

5 **Patentansprüche**

1. Tonwiedergabeanordnung für eine Tonwiedergabe mit einem Raumeffekt wenigstens an einem bestimmten Hörort in einem allseitig begrenzten Raum (2)
- mit mehreren Lautsprecherkanälen (17, 18, 27, 28) und Lautsprechern (11, 12, 21, 22), die in einer Anordnung zum Erzeugen des Raumeffekts angeordnet sind
  - und mit Tonsignalverzögerungseinrichtungen, die in den Lautsprecherkanälen angeordnet sind, zum Einstellen der Tonwiedergabe auf den Hörort,

dadurch gekennzeichnet, daß die Tonsignalverzögerungseinrichtungen (13, 14, 23, 24) jeweils mit einer zusätzlichen Einstellvorrichtung (20) zum Verstimmen der Verzögerungszeit (T11, T12, T21, T22) um eine Ablage (All, A12, A21, A22) von der Grundeinstellung (31.1 bis 31.4), die zum Einstellen der Tonwiedergabe auf den Hörort erforderlich ist, ausgestattet sind, um interferenzbedingte Pegelabweichungen (33, 34) auszugleichen.

2. Tonwiedergabeanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der allseitig begrenzte Raum der Fahrgastraum (2) eines PKWs (1) ist.

3. Tonwiedergabeanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Tonsignalverzögerungseinrichtungen (13, 14, 23, 24) Equalizer (15, 16, 25, 26) sind mit einer Einstellvorrichtung (20) zum Einstellen der Verzögerungszeit für die Glättung des Frequenzgangs (36) des Schallpegels am Hörort (10).

**Claims**

1. Sound reproduction arrangement for sound reproduction with a spatial effect, at least at a specified listening site in a space (2) limited on all sides,
- with several loudspeaker channels (17, 18, 27, 28) and loudspeakers (11, 12, 21, 22), that are placed in an arrangement for producing the spatial effect,
  - and with audio signal delay devices which are arranged in the loudspeaker channels to adjust the sound reproduction at the listening site,

**characterised** in that

the audio signal delay devices (13, 14, 23, 24) are in each case equipped with an additional adjusting device (20) for adjusting the delay time (T11, T12, T21, T22) by a deviation (All, A12, A21, A22) from the basic setting (31.1 to 31.4), that is necessary to set the sound reproduction at the listening site, in order to compensate for deviations in level (33, 34) caused by interference.

2. Sound reproduction arrangement according to Claim 1, characterised in that the space limited on all sides is the passenger compartment (2) of a passenger vehicle (1).

3. Sound reproduction arrangement according to Claim 1 or Claim 2, characterised in that the audio signal delay devices (13, 14, 23, 24) are equalizers (15, 16, 25, 26) with an adjusting device (20) for setting the delay time for smoothing the frequency response (36) of the sound level at the listening site (10).

**Revendications**

1. Dispositif de reproduction de son pour une reproduction de son avec un effet spatial au moins en un lieu d'écoute défini dans un espace (2) limité de toutes parts,
- comportant plusieurs canaux de haut-parleur (17, 18, 27, 28) et des haut-parleurs (11, 12, 21, 22) qui sont agencés pour produire l'effet spatial,
  - et des dispositifs de retardement de signal audio qui sont disposés dans les canaux de haut-parleur pour le réglage de la reproduction de son sur le lieu d'écoute,

**caractérisé** par le fait

que les dispositifs de retardement de signal audio (13, 14, 23, 24) sont chacun équipés d'un dispositif de réglage (20) supplémentaire pour décaler le retard (T11, T12, T21, T22) d'un décalage (A11, A12, A21, A22) par rapport au réglage de base (31.1 à 31.4) qui est nécessaire pour le réglage de la reproduction de son sur le lieu d'écoute, afin de compenser des écarts de niveau (33, 34) dus aux interférences.

5

2. Dispositif de reproduction de son selon la revendication 1, **caractérisé** par le fait que l'espace limité de toutes parts est l'habitacle (2) d'une voiture particulière (1).

10

3. Dispositif de reproduction de son selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé** par le fait que les dispositifs de retardement de signal audio (13, 14, 23, 24) sont des égaliseurs (15, 16, 25, 26) avec un dispositif de réglage (20) pour le réglage du retard pour le lissage de la courbe fréquentielle (36) du niveau sonore sur le lieu d'écoute (10).

15

20

25

30

35

40

45

50

55

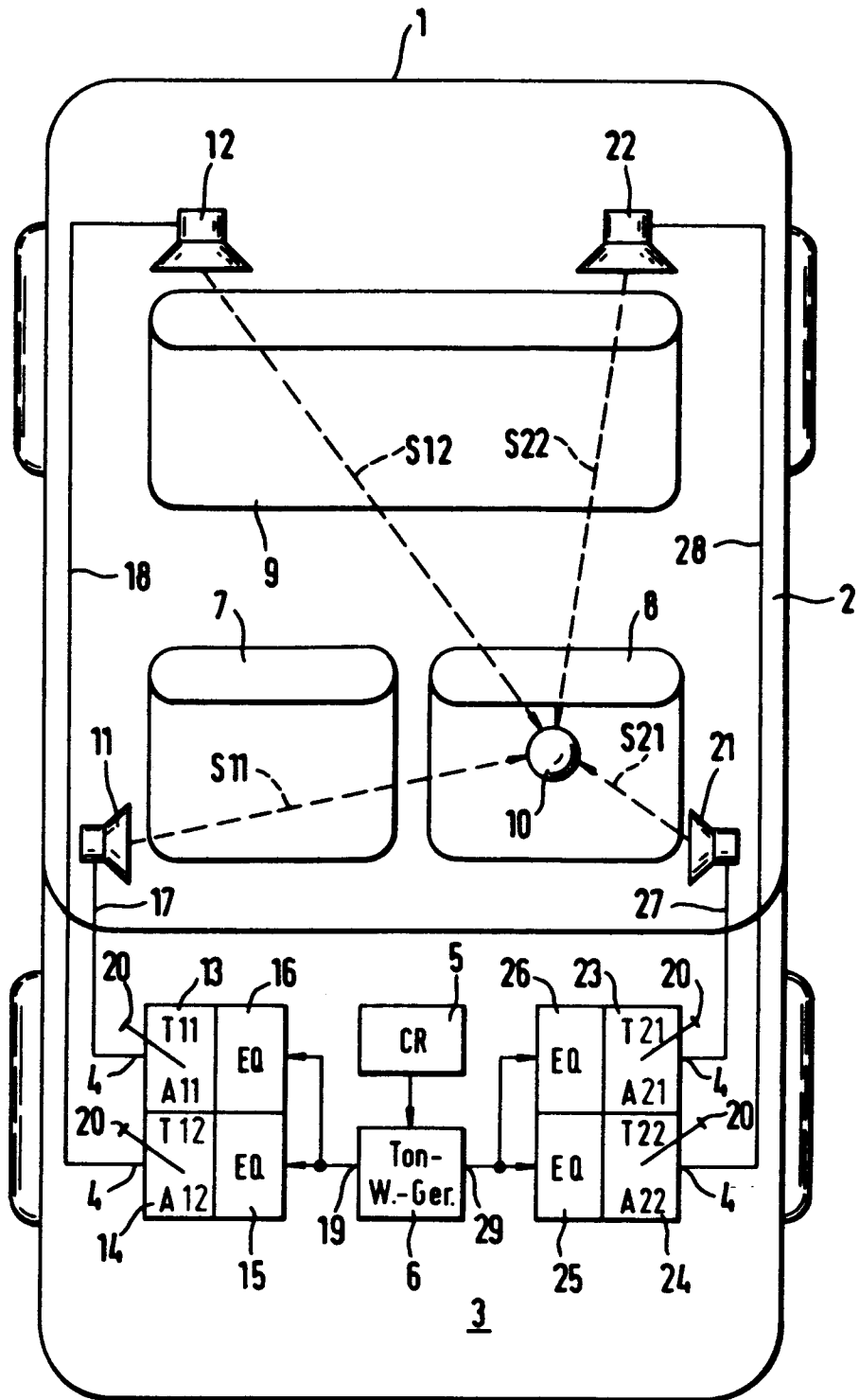


Fig.1

