

⑫ **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

⑰ Anmeldenummer: **81103539.3**

⑤① Int. Cl.³: **H 04 S 1/00, H 04 S 5/00**

⑱ Anmeldetag: **08.05.81**

③① Priorität: **09.05.80 DE 3017854**
31.03.81 DE 3112874

⑦① Anmelder: **Pfleiderer, Peter Michael, Dipl.-Ing.,**
Erhardtstrasse 9, D-8000 München 5 (DE)

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: **02.12.81**
Patentblatt 81/48

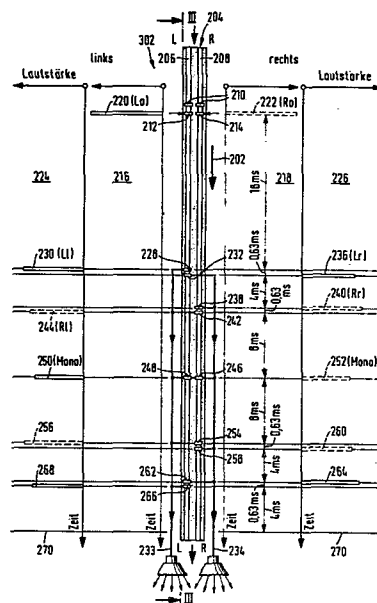
⑦② Erfinder: **Pfleiderer, Peter Michael, Dipl.-Ing.,**
Erhardtstrasse 9, D-8000 München 5 (DE)

⑧④ Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB NL SE**

⑦④ Vertreter: **Boeters, Hans Dietrich, Dr. et al,**
Rumfordstrasse 40, D-8000 München 5 (DE)

⑤④ **Verfahren zur akustischen Wiedergabe einer Tonaufnahme und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens.**

⑤⑦ Zur Erzielung einer als möglichst natürlich empfundenen räumlichen Schallwiedergabe, insbesondere über Kopfhörer als Wiedergabevorrichtung, werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur akustischen Aufbereitung einer Tonaufnahme vorgeschlagen. Die Tonaufnahme wird dabei der Wiedergabevorrichtung über einen Nachhallerzeuger zugeführt, der innerhalb eines Zeitraumes von etwa 50 ms nach Eintreffen des Direktschallimpulses Nachhallreflexionen in solchen Zeitabständen, vorzugsweise über 2 ms erzeugt, dass sie vom Hörer noch als schallstarke Einzelreflexionen wahrgenommen werden, wobei mindestens einige der Einzelreflexionen aus 2, von einem Direktschallimpuls aus einem Kanal des Tonträgers ausgelösten Impulsen bestehen, von denen der erste über den dem entsprechenden Tonträger-Kanal (z.B. rechts) zugeordneten Kanal (rechts) der Wiedergabevorrichtungen abgegeben wird und der zweite etwas schwächer ist und mit etwa 0,2 bis 1 ms, vorzugsweise etwa 0,63 ms Zeitverzögerung gegenüber dem ersten Impuls über den anderen Kanal (links) der Wiedergabevorrichtungen abgegeben wird und wobei die Nachhallreflexionen tonfrequenzabhängig gedämpft sind.



- 7 -

Verfahren zur akustischen Wiedergabe einer Tonaufnahme und
Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur akustischen Wiedergabe einer Tonaufnahme, insbesondere bei Verwendung eines Kopfhörers als Wiedergabevorrichtung, wobei die Tonaufnahme der Wiedergabevorrichtung über einen Nachhallerzeuger zugeführt
5 wird.

Bei bekannten Verfahren dieser Art wird eine zweikanalige, stereophone Tonaufnahme in Form elektrischer Impulse durch einen Nachhallerzeuger einem stereophonen Kopfhörer zugeführt.
10 Die Tonaufnahme kann von einem Tonträger wie z.B. einer Schallplatte oder einem Magnettonband abgenommen sein oder aus einer mittels Mikrofonen direkt aufgenommenen Live-Aufnahme stammen, die durch Rundfunk übertragen sein kann. Man will dabei eine Lautsprecherwiedergabe über Stereo-Lautsprecher simulieren
15 und führt dazu jeweils das Signal aus dem einen Kanal über einen Kammfilter und ein Verzögerungsglied mit der sehr kurzen

Verzögerungszeit von etwa 5 ms dem anderen Kanal zu. Dieses Verfahren besitzt den Nachteil, daß bei Laufzeit-Stereophonieaufnahmen bei seitlich angeordneten Instrumenten Fehllokalisierungen erzielt werden und bei mittig angeordneten
5 Instrumenten verwischte unpräzise Ortungen durch Verteilung des Direktschall-Signales auf die beiden Kanäle bewirkt werden. Letzterer Nachteil tritt auch bei Intensitäts-Stereophonieaufnahmen oder bei Monoaufnahmen auf. Bei Anwendung dieses bekannten Verfahrens wird zwar die unangenehme Im-
10 Kopf-Lokalisation des Schallereignisses gemindert, jedoch wird die Schallwiedergabe nicht als natürlich sondern vielmehr als undefiniert und überräumlich empfunden.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren
15 der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, das eine möglichst klare, verständliche und als möglichst natürlich räumlich empfundene Schallwiedergabe erzielt. Insbesondere soll die Im-Kopf-Lokalisation bei Wiedergabe über Kopfhörer vermieden und bei Verwendung stark gebündelt abstrahlender
20 Lautsprecher, wie Elektrosphaten, die Wiedergabe allgemein verbessert werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß mittels des Nachhallerzeugers innerhalb eines Zeitraumes von
25 etwa 50 ms Nachhallreflexionen in solchen Zeitabständen, vorzugsweise über 2 ms erzeugt werden, daß sie vom Hörer noch als schallstarke Einzelreflexionen wahrgenommen werden, wobei mindestens einige der Einzelreflexionen aus zwei von einem Direktschallimpuls aus einem Kanal des Tonträgers
30 ausgelösten Impulsen bestehen, von denen der erste über den dem entsprechenden Tonträger-Kanal (z.B. rechts) zugeordneten Kanal (rechts) der Wiedergabevorrichtungen abgegeben wird und der zweite etwas schwächer ist und mit etwa 0,2 bis 1 ms, vorzugsweise etwa 0,63 ms Zeitverzögerung gegen-
35 über dem ersten Impuls über den anderen Kanal (links) der Wiedergabevorrichtungen abgegeben wird und wobei die Nachhallreflexionen tonfrequenzabhängig gedämpft werden.

Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß es sich nicht an den akustischen Verhältnissen einer Lautsprecherwiedergabe orientiert, sondern an den akustischen Verhältnissen, wie sie ein Zuhörer bei dem ursprünglichen Schallereignis, z.B. einem Konzert in einem Raum, erlebt, wobei die Raumverhältnisse und die menschliche Kopfform eine Rolle spielen. Der Nachhallerzeuger leitet dem Hörer einige als solche erkennbare starke Einzelreflexionen zu, die aufgrund ihrer speziellen Zusammensetzung als gerichtet eintreffend empfunden werden. Dabei muß bei den ersten etwa 2 bis 4 schallstarken Einzelreflexionen der Bezug einer seitlichen Einfallsrichtung zwischen dem linken und rechten Ohr des Hörers zeitlich und frequenzmäßig im richtigen psychoakustischen Zusammenhang dargestellt werden. Erst danach wird ein exponentiell abklingender statistischer Nachhall geliefert, der dann die Erkennung, Verständlichkeit und Ortung des Schallereignisses nicht mehr stört und zu dem natürlichen Eindruck der Wiedergabe beiträgt. Erst durch die Gesamtheit der richtigen Wiedergabe des Direktschalls, der die Verständlichkeit und insbesondere auch die Sprachverständlichkeit und Deutlichkeit steigernden ersten schallstarken Einzelreflexionen in Verbindung mit dem darauffolgenden exponentiell ausklingenden Nachhall wird ein hochwertiges, also deutliches, transparentes und räumliches Klangbild ermöglicht. Die schallstarken Einzelreflexionen bestehen dabei nicht nur aus beliebig verzögerten Raumreflexionen, sondern setzen sich zusätzlich aus Einzelimpulsen für das linke und rechte Ohr zusammen, die für den linken und rechten Kanal zeitlich getrennt abgegeben werden und den Ohrabstand und die Kopfform berücksichtigen. In der deutschen Auslegeschrift 26 38 053 und der entsprechenden deutschen Offenlegungsschrift ist die Problematik der Schallwiedergabe und insbesondere die Bedeutung einer ungestörten Übertragung der Einschwingvorgänge für eine deutliche Wiedergabe, insbesondere eine Musikwiedergabe ausführlich beschrieben.

- Vorzugsweise sind die jeweils aus zwei einzelnen Impulsen bestehenden Einzelreflexionen gegenüber dem Direktschall mit zunehmendem zeitlichen Abstand zu diesem immer stärker in der Lautstärke gedämpft, wobei die Höhen geringfügig stärker gedämpft sein können. Besonders wichtig ist es jedoch bei den zwei zusammen eine Nachhallreflexion bildenden Impulsen den zweiten nicht nur insgesamt in der Lautstärke gegenüber dem ersten zu dämpfen, sondern ihn zusätzlich tonfrequenzabhängig gegenüber dem ersten Impuls zu dämpfen, wobei vor allem die hohen Tonfrequenzen und in geringerem Umfang auch die tiefen Frequenzen, d.h. die Baßfrequenzen gedämpft werden können. Hierdurch wird die Natürlichkeit der Wiedergabe ganz entscheidend verbessert, was möglicherweise darauf zurückzuführen ist, daß beim direkten, unmittelbaren Hören eines Schallereignisses schräg von der Seite eintreffende Schallwellen ein Ohr direkt erreichen und zum anderen Ohr etwas um den Kopf herum laufen müssen, und bei dieser Beugung frequenzabhängig gedämpft werden.
- An einer Vorrichtung zur Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens können Einrichtungen vorgesehen sein, die es erlauben die Dämpfung des zweiten Impulses gegenüber dem ersten frequenzabhängig so einzustellen, daß die Wiedergabe am natürlichsten klingt. Hierdurch können Unterschiede in der Kopfform und der Ohrform, die den individuellen Gehörsinn des Hörers geformt haben, berücksichtigt werden. Es wäre denkbar, einer Vorrichtung bzw. einem Gerät zur Durchführung des vorstehend beschriebenen Verfahrens mehrere von Hand einstellbare Dämpfungselemente zuzuordnen, die entweder fest eingebaut und umschaltbar oder durch Steckverbindung abnehmbar ausgebildet sind, um die Vorrichtung für mehrere Benutzer verwendbar zu machen, ohne daß jedesmal eine erneute individuelle Anpassung erforderlich ist. Es wird dann einfach auf die bereits für den bestimmten Benutzer eingestellte Dämpfungseinrichtung umgeschaltet.

Bei gleichzeitig aus beiden Kanälen des Tonträgers kommenden Impulsen (Direktschallimpulsen) können mindestens die ersten vom Nachhallerzeuger abgegebenen Einzelreflexionen entsprechend jeweils einem Kanal des Tonträgers mindestens 1,5 ms
5 vorzugsweise 4 ms zeitlich auseinanderliegen, um vom Hörer tatsächlich als Einzelreflexionen wahrgenommen zu werden. Vorteilhafterweise wird der erste vom Nachhallerzeuger abgegebene Impuls mindestens 10 ms, vorzugsweise 10 bis 25 ms und insbesondere etwa 15 bis 20 ms nach dem ihn auslösenden vom
10 Tonträger kommenden Impuls (Direktschallimpuls) abgegeben. Die in den ersten 50 ms abgegebenen Einzelreflexionen können in zeitlicher Anordnung und Lautstärke sowie der durch den Zeitabstand zwischen den Einzelimpulsen der Reflexionen bewirkten scheinbaren Richtung so erzeugt werden, daß sie
15 einen konkret ausgemessenen Wiedergaberaum simulieren, indem sie dessen Nachhallverhalten wiedergeben.

An den Zeitraum von 50 ms anschließend kann dann vom Nachhallerzeuger ein statistischer Nachhall erzeugt werden. Es
20 handelt sich dabei um eine dichte Folge von Schallimpulsen, die nicht mehr als Einzelimpulse wahrnehmbar sind, sondern als Häufung das exponentielle Ausklingen einer in einem Raum angeregten Schwingung nachbilden.

25 Die im 50 ms-Bereich erzeugten schallstarken Einzelreflexionen können dabei also jeweils aus zwei getrennten Schallsignalen bzw. Impulsen bestehen, die mit unterschiedlicher Lautstärke und zusätzlicher frequenzabhängiger Dämpfung über die beiden Kanäle der Wiedergabevorrichtung abge-
30 strahlt werden. Die beiden Schallsignale haben einen zeitlichen Abstand voneinander, der im Bereich der Zeitverzögerung liegt, die zwischen dem Eintreffen eines Schalls an einem Ohr des Hörers und anschließendem Eintreffen beim anderen Ohr liegen. Diese Zeit ist so kurz, daß die Schallsignale
35 immer noch als eine Einzelreflexion wahrgenommen werden, wobei diese Reflexion jedoch je nach zeitlichem Abstand der sie bildenden Schallsignale als gerichtet wahrgenommen wird.

Dies bewirkt im Fall des Hörens über Kopfhörer, daß die unangenehme Empfindung, die Schallquelle, z.B. ein Orchester, im Kopf zu haben verschwindet und das Schallereignis wahrnehmungsphysiologisch vor den Zuhörer projiziert wird. Zusätzlich zu derartigen Einzelreflexionen können Reflexionen eingestreut werden, die von einem Kanal des Tonträgers kommen, gleich stark, jedoch relativ leise über beide Kanäle der Wiedergabevorrichtung, also mono abgestrahlt werden und für den Hörer aufgrund ihrer geringen Lautstärke scheinbar von hinten oder oben kommen. Der Nachhallerzeuger wird vorzugsweise so eingerichtet, daß die von ihm innerhalb der ersten 50 ms erzeugten schallstarken Einzelreflexionen in zeitlichem Abstand und Lautstärke den in einem konkreten Raum auftretenden Reflexionen gleichen. Der Nachhall nimmt dabei nach der Abgabe des Direktschalls etwa exponential ab.

Das vorstehend beschriebene Wiedergabeverfahren und die zur Durchführung dieses Verfahrens eingerichteten Nachhallerzeuger haben den großen Vorteil, daß nicht nur bei Verwendung von vollkommen ohne Reflexionen des Aufnahmeraumes, wie in der Hauptpatentanmeldung P 30 17 854.2 beschrieben, z.B. nur mit Tonabnehmern direkt an den Musikinstrumenten-Körpern trocken aufgenommenen Tonaufzeichnungen eine als natürlich empfundene räumliche Schallwiedergabe erreicht wird, sondern daß mit diesem Verfahren auch alle mit mehr oder weniger Hall aufgenommenen Tonaufzeichnungen wiedergegeben werden können, ohne daß dabei Nachteile auftreten. Vielmehr wird in jedem Fall die Wiedergabe optimiert. Selbst Kunstkopfaufnahmen lassen sich unter Verwendung dieses Wiedergabeverfahrens abspielen, wobei schlechte Kunstkopfaufnahmen verbessert werden und gute Kunstkopfaufnahmen nicht nachteilig beeinflußt werden. Mit allen Tonaufzeichnungen, vorzugsweise aber solcher, die ohne Hall des Aufnahmeraums aufgenommen sind, wird auch bei Wiedergabe über Kopfhörer ein außerhalb des Kopfes lokalisiertes, transparentes Klangbild wie bei Wiedergabe einer guten Kunstkopfaufnahme hörbar. Auch Monoaufnahmen werden räumlich und zwar so, als sei in einem akupfleiderer-PO60481EU

stisch guten Raum ein Monolautsprecher zu hören, der sich vor dem Hörer befindet.

Im folgenden wird die Erfindung anhand schematischer Zeichnungen an Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigt

Figur 1a bis c in Draufsichten den Schalleinfall am menschlichen Kopf;

10 Figur 2 in einem Zeit-Lautstärke-Diagramm schematisch die von einem Nachhallerzeuger gelieferten ersten lautstarken Einzelreflexionen sowie stark schematisiert eine Vorrichtung zu deren Erzeugung;

15 Figur 3 eine Seitenansicht in einem vertikalen Schnitt einer baulichen Ausführungsform eines in Figur 2 in der Mitte bereits stark schematisiert dargestellten Nachhallerzeugers und

Figur 4 eine abgewandelte Ausführungsform eines Nachhallerzeugers.

20

Figur 1a zeigt den Kopf 2 eines Hörers mit dem rechten Ohr 4 und dem linken Ohr 6 und durch die Pfeile 8 die verschiedenen Einfallswinkel unter denen der Direktschall bei Wiedergabe mit nicht dargestellten Kopfhörern wahrgenommen wird.

25 Man hat den Eindruck, daß die verschiedenen Direktschallimpulse von ganz links bis ganz rechts unter um 180° verschiedenen Einfallswinkeln eintreffen, wobei die auftretenden scheinbaren Einfallswinkel von der Art der Aufnahme des Tonträgers abhängen. Es hat sich gezeigt, daß diese um etwa
30 180° verteilten Einfallswinkel des Direktschalls bei Kopfhörerwiedergabe das Gefühl des Dabeiseins fördern, was insbesondere deswegen wichtig ist, weil ja die visuellen Eindrücke z.B. eines Orchesters bei der Wiedergabe vom Tonträger fehlen.

Figur 1b zeigt akustisch wünschenswerte Einfallswinkel der ersten, einzeln wahrgenommenen Schallreflexionen, die etwa 45 Winkelgrade gegen die Blickrichtung geneigt sind. Rr und Rl stellen eine scheinbar von vorn rechts kommende Wellenfront dar, wobei Rr in direktem Einfall in das rechte Ohr und Rl den Einfall in das linke Ohr nach Beugung am Kopf darstellen. Entsprechend stellen Lr und Ll eine von links unter einem Winkel von 45° eintreffende Wellenfront dar. Eine weitere Wellenfront einer Einzelreflexion scheint von hinten oder oben zu kommen. Diese scheinbaren Schalleinfallrichtungen, deren Erzeugung im folgenden noch beschrieben wird, entsprechen dem Höreindruck in einem guten Konzertsaal etwa in der 5. Sitzreihe, außerhalb des Hallradius, wo eine Ortung der Schallquellen über den Direktschall zwar noch möglich ist aber der akustische Eindruck des Raumes bereits überwiegt. Dies wird im allgemeinen als die ideale Zuhörerposition angesehen.

Figur 1c zeigt wiederum den Kopf 2 in Verbindung mit scheinbar von allen Seiten eintreffendem statistischen Nachhall, der durch Pfeile 10 angedeutet ist.

In Figur 2 ist ein Verfahren dargestellt, das angibt, wie mit einem Nachhallerzeuger schallstarke Einzelreflexionen hergestellt werden sollen, die vom Hörer als gerichtet auf ihn zukommend empfunden werden. Gleichzeitig ist in Figur 2 stark schematisiert eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens dargestellt, die schematisch den Aufbau eines geeigneten Nachhallerzeugers zeigt. Ein gemäß diesem Verfahren arbeitender Nachhallerzeuger wird benötigt, um bei Wiedergabe von Tonträgern mit unverhallten Aufnahmen über Kopfhörer oder stark gerichtet abstrahlende Lautsprecherboxen einen möglichst natürlichen Nachhall zu erzeugen. In der Mitte der Figur ist ein von oben nach unten in Richtung des Pfeiles 202 schnell laufendes Magnet-Tonband 204 mit einer linken Tonspur 206 und einer rechten Tonspur 208 dargestellt

das als schnellaufende Magnetbandschleife einene Teil eines Nachhallerzeugers bildet. In Laufrichtung sind hinter zwei Löschköpfen 210 Aufzeichnungstonköpfe 212 und 214 angeordnet von denen der linke 212 das aus der linken Tonspur des Tonträgers kommende Signal auf das Tonband 204 spielt, während
5 der rechte das aus der rechten Tonspur des Tonträgers kommende Signal auf das Band spielt. In unmittelbar rechts und links vom Tonband 204 dargestellten Diagrammen 216 und 218 sind die vom Tonträger kommenden Impulse in der Lautstärke
10 über der Zeit eingetragen, wobei das Signal des linken Kanals in durchgehenden Linien und das Signal des rechten Kanals in unterbrochenen Linien dargestellt sind. Dieselbe Darstellungsweise wird für alle jeweils aus dem rechten oder linken Tonträger bzw. Magnetbandkanal 212 bzw. 214 herrüh-
15 renden Impulse verwendet. Bei dem dargestellten Beispiel wird von zwei gleichzeitig in beiden Kanälen auftretenden gleichstarken Impulsen 220 im linken Kanal und 222 im rechten Kanal, lediglich zum Zweck der Verdeutlichung, ausgegangen. Neben den Diagrammen 216 und 218 sind nach außen ent-
20 sprechende Diagramme dargestellt, in denen die vom Nachhallerzeuger ausgehend von den beschriebenen Eingangsimpulsen erzeugten Reflexionsimpulse dargestellt sind. Das Diagramm für den linken Kanal der Wiedergabevorrichtungen ist mit 224 und das Diagramm für den rechten Kanal der Wiedergabe-
25 vorrichtungen ist mit 226 bezeichnet. In einem Abstand von den Aufnahmeköpfen 212 und 214, der entsprechend der Laufgeschwindigkeit des Bandes einer Zeitspanne von 18 ms entspricht, ist ein Tonabnehmerkopf 228 über der linken Tonspur angeordnet, der ein Signal 230 im linken Ausgangskanal
30 232 erzeugt, dessen Lautstärke entsprechend dem natürlichen Nachhall etwas leiser als der Direktwiedergabeimpuls 220 ist. In einem Abstand dahinter, der einer Zeitspanne von 0,63 ms entspricht, ist ein zweiter Tonabnehmerkopf 232 angeordnet, der beim Durchlauf der Aufzeichnung des Direkt-
35 impulses 220 in den rechten Ausgangskanal 234 einen Impuls 236 abgibt, der etwas schwächer als der vorher in den linken Kanal abge-

gegebenen Impuls 230 ist. Der Hörer hört z.B. über Kopfhörer
zuerst im linken Ohr den stärkeren Impuls 230 und 0,63 ms
später im rechten Ohr den schwächeren Impuls 236, wodurch
er den Eindruck gewinnt, daß ihn eine von links vorn kommen-
5 de Schallwelle erreicht hat, die zuerst sein linkes Ohr er-
reichte und kurze Zeit später an seinem rechten Ohr durch
den "Kopfschatten" geschwächt eintraf. Diese beiden Impulse
230 und 236 werden aufgrund ihres kurzen zeitlichen Abstan-
des nicht als getrennte Impulse sondern als eine schallstar-
10 ke gerichtet eintreffende Einzelreflexion wahrgenommen. Der
nächste vom Nachhallerzeuger aus den Eingangsimpulsen 220
und 222 erzeugte Nachhallimpuls folgt nun erst 4 ms später
um sicherzustellen, daß er in der Wahrnehmung des Hörers
nicht mit der Einzelreflexion bestehend aus den Impulsen
15 230 und 236 zusammengefaßt wird. In einem Abstand vom Ton-
kopf 232, der 4 ms entspricht, ist über der rechten Tonspur
208 ein Tonabnehmerkopf 238 angeordnet, der bei Durchgang
der Aufzeichnung des Direktsignales 222 in den rechten Aus-
gangskanal 234 einen in der Intensität dem Impuls 230 im
20 wesentlichen entsprechenden Nachhallimpuls 240 abgibt. In
einem Abstand hinter dem Tonkopf 238, der 0,63 ms entspricht
ist ein Tonabnehmerkopf 242 über der rechten Tonspur 208
angeordnet, der einen Impuls 244 in den linken Ausgangskanal
232 abgibt, dessen Intensität etwa der des Impulses 236 ent-
25 spricht. Die Impulse 240 und 244 werden in der Wahrnehmung
des Hörers zu einer scheinbar von rechts vorn einfallenden
Einzelreflexion zusammengefaßt.

In einem Abstand von dem Tonkopf 242, der einer Zeitspanne von
30 8 ms entspricht, ist über der rechten Tonspur ein Tonabnehmer-
kopf 246 und über der linken Tonspur ein Tonabnehmerkopf 248
angeordnet, die kurzgeschlossen und mit dem linken Ausgangska-
nal 232 und dem rechten Ausgangskanal 234 verbunden sind und
jede durchlaufende Aufzeichnung in einer oder beiden Spuren zu
35 gleich starken in die beiden Kanäle abgegebenen Impulsen 250

und 252 verarbeiten, die in der Lautstärke etwas schwächer als alle vorstehend beschriebenen Nachhallimpulse sind. Aufgrund ihres gleichzeitigen Eintreffens beim Hörer und ihrer geringeren Schallstärke werden sie vom Hörer als von hinten oder von
5 oben kommende Einzelreflexionen wahrgenommen. In einem Abstand von diesen Tonköpfen 246 und 248, der 8 ms entspricht, ist über der rechten Tonspur 208 ein Tonabnehmerkopf 254 angeordnet, der bei Durchgang der Aufzeichnung des Direktimpulses 222 einen Impuls 256 in den linken Ausgangskanal 232 abgibt,
10 wobei dieser Impuls 256 wieder etwas lauter bzw. als elektrisches Signal etwas stärker als die davorliegenden Impulse 250 und 252 jedoch entsprechend dem natürlichen Abfall der Schallintensität leiser bzw. schwächer als der erste Nachhallimpuls 230 ist. In einem Abstand, der einer Zeitspanne von 0,63 ms
15 entspricht, ist hinter dem Tonabnehmerkopf 254 ebenfalls über der rechten Tonspur 208 ein Tonabnehmerkopf 258 angeordnet, der einen Impuls 260 in den rechten Ausgangskanal 234 abgibt, der schwächer als der kurz vorher kommende Impuls 256 im linken Kanal ist und damit wie beschrieben zusammen mit diesem
20 vom Hörer als schallstarke von links oder links vorn kommende Einzelreflexion wahrgenommen wird. In einem Abstand vom Tonkopf 258, der einer Zeitspanne von 4 ms entspricht, ist über der linken Tonspur 206 ein Tonabnehmerkopf 262 angeordnet, der einen in seiner Intensität dem Impuls 256 entsprechenden
25 Impuls 264 an den rechten Ausgangskanal 234 abgibt. In einem Abstand, der einer Zeitspanne von 0,63 ms entspricht, ist hinter diesem Tonkopf 262 ein Tonabnehmerkopf 266 angeordnet, der einen in seiner Intensität dem Impuls 260 entsprechenden Impuls 268 in den linken Ausgangskanal 232 abgibt. Die beiden
30 letztgenannten Impulse 264 und 268 werden wieder vom Hörer als Einzelreflexion wahrgenommen, die scheinbar von rechts bzw. vorn rechts kommt.

An den letzten Impuls 268 schließt mit 4 ms Abstand ein üb-
35 licher statistischer Nachhall an, wie er auch von bekannten Hallgeräten erzeugt wird und der aus einer dichten Folge von
Pfleiderer P-060481EU

Schallimpulsen besteht, die nicht mehr als Einzelreflexionen wahrnehmbar sind, sondern als Häufung das exponentielle Ausklingen einer in einem Raum angeregten Schwingung nachbildet. Dieser im Diagramm in Figur 2 nicht dargestellte statistische Nachhall folgt im Anschluß an die Linie 270 in den Diagrammen und kann z.B. durch eine größere Anzahl von weiteren Tonköpfen aber auch durch sonstige bekannte Zeitverzögerungseinrichtungen wie z.B. Kondensatorenketten erzeugt werden. Die anhand der Figur 2 beschriebenen Einzelreflexionen können natürlich anstatt durch ein Tonband 204 und Tonköpfe auch mittels anderer bekannter Einrichtungen in Analog- oder Digitaltechnik erzeugt werden. Die zeitlichen Abstände zwischen den erzeugten Einzelreflexionen sowie deren Intensität sollten den Nachhallverhältnissen in einem konkreten Raum entsprechen, wozu das Nachhallverhalten in diesem konkreten Raum auszumessen und der Nachhall-erzeuger entsprechend auszulegen ist. Vorzugsweise ist als nachzubildender Raum ein durchschnittlicher Wohnraum heranzuziehen. Der Nachhallerzeuger kann auch so ausgelegt sein, daß er den Nachhall entsprechend zwei oder mehr verschiedenen konkreten Räumen erzeugen kann, wodurch der Hörer durch Umschalten sich in den gewünschten Wiedergaberaum versetzen kann, wobei bevorzugt ein Raum zu wählen ist, der dem Raum entspricht, in dem der Hörer sich beim Abhören befindet.

25 Auf jeden Fall sollte der Nachhallerzeuger so ausgelegt sein daß die erste schallstarke Nachhall-Einzelreflexion nicht unter 12 ms sondern vorzugsweise etwa 18 ms nach dem Direkt-schall abgegeben wird, damit er die Wahrnehmung der Einschwingvorgänge der Schallerzeuger, wie z.B. Musikinstrumenten, im Direktschall nicht stört.

Die jeweils zweiten Impulse 236 und 244 der aus zwei Einzelimpulsen mit zeitlichem Abstand zusammengesetzten Einzelreflexionen sind jeweils gegenüber dem ersten Impuls nicht nur in der Lautstärke insgesamt gedämpft sondern zusätzlich, um die Beugung am Kopf (vgl. Figur 1b) zu berücksichtigen,

vor allem in den Höhen und etwas auch in den Bässen zusätzlich gedämpft. Die Abstimmung der Pegel und der frequenzabhängigen Dämpfung des Direktschalls, der ersten schallstarken Einzelreflexionen und des Nachhalls zueinander und die
5 Dämpfung des zweiten Impulses der zusammengesetzten Einzelreflexionen, zur Berücksichtigung der menschlichen Kopfform gewährleisten die leichte Wiedererkennung von im menschlichen Gehirn gespeicherten Reizmustern und bestimmten die richtungsgetreue und räumliche Definition des Schallereig-
10 nisses entsprechend den realen akustischen Verhältnissen. Versuche haben gezeigt, daß schon mit der psychoakustischen richtigen Nachbildung des Direktschalls und zweier schallstarker Einzelreflexionen von vorn links und von vorn rechts, in Verbindung mit einer dritten von vorne oben in
15 mono und einem anschließenden Nachhall eine bemerkenswerte Räumlichkeit und Transparenz des Musikgeschehens hergestellt werden kann. Dies entspricht in der Darstellung gemäß Figur 2 dem Direktschallimpuls 220 und 222, den die Einzelreflexionen darstellenden Impulsen 230, 236, 240, 244, 250
20 und 252 sowie dem nicht dargestellten anschließenden statistischen Nachhall.

Anstelle der Einzelreflexionen, die um eine Richtungsempfindung zu erzielen, aus zwei Impulsen mit einem zeitlichen
25 Abstand von 0,63 ms bestehen, können auch zwei gleichzeitige mit einem Tonabnehmerkopf vom Magnetband abgenommene Nachhallimpulse über den rechten und den linken Ausgangskanal des Nachhallgerätes abgegeben werden, wobei dabei ebenfalls der Eindruck des gerichteten Eintreffens des Schalls erzielt
30 wird, wenn diese Impulse - wie für die getrennten Impulse beschrieben - unterschiedlich laut und unterschiedlich frequenzabhängig gedämpft sind.

Figur 3 zeigt eine mögliche bauliche Ausführungsform des
35 in Figur 2 in der Mitte bereits näher schematisch dargestellten Nachhallerzeugers 203, in dem in einem Gehäuse 304 mit einem Deckel 306 über zwei Walzen 308 und 310, von denen



eine mittels eines nicht dargestellten Elektromotors angetrieben ist, ein magnetisches Tonband 312 mit zwei Tonspuren geführt ist. Am Deckel ist ein Tonabnehmerblock 314 befestigt, an dem in den anhand der Figur 2 beschriebenen Abständen hintereinander die Löschköpfe 210, die Aufzeichnungsköpfe 212 und 214 und die Abnahmeköpfe 228, 232, 238, 242, 246, 248, 254, 258, 262 und 266 befestigt sind. Am Gehäuseunterteil 304 ist ein Tonabnehmerblock 316 befestigt, der mit der Unterseite der Tonbandschleife 311 zusammenwirkt und dicht beinanderstehende Tonabnahmeköpfe aufweist, die den statistischen Nachhall erzeugen. Um diesen Block näher an den letzten Abnahmekopf 266 zur Aufnahme einer Einzelreflexion zu bringen, kann die Walze 310 auch wesentlich kleiner sein oder an ihre Stelle eine Umlenkkante treten. Zwischen den Tonköpfen und innerhalb der Tonbandschleife 311 ist ein gefederter Andrückmechanismus 320 zum Andrücken des Bandes an die Tonköpfe gehalten. Die elektrische Schaltung der Tonköpfe geht aus Figur 2 hervor.

Figur 4 zeigt ein durch eine unterbrochene Linie eingeschlossenes abgewandeltes Nachhallgerät 402 mit einem rechten Eingang 404 und einem linken Eingang 406, die mit einem nicht dargestellten Vorverstärker verbunden werden und einem rechten Ausgang 408 und einem linken Ausgang 410, die mit einem Verstärker 412 verbunden werden, an den über Leitungen 414 und 416 ein stereophoner Kopfhörer 418 angeschlossen ist. An den Eingangsklemmen 404 und 406 kommen die Signale an, wie sie vom Tonträger abgenommen werden. Eine Leitung R_0 geht von der Eingangsklemme 404 direkt zu der Ausgangsklemme 408 durch, wobei nur Dämpfungselemente H für die Höhen, B für die Tiefen und V für die Lautstärke insgesamt in dieser Leitung angeordnet sind, die zur Justage bei der Herstellung des Gerätes dienen. Falls die Herstellungstoleranzen klein genug sind, können diese Dämpfungselemente wie auch alle übrigen gleichartigen, in dem Gerät vorgesehenen Dämpfungsein-

richtungen durch unverstellbare jeweils den einzelnen Leitungen angepaßte Dämpfungselemente ersetzt werden. Der Eingang 406 ist durch eine Leitung L_0 direkt mit dem Ausgang 410 verbunden, der ebenso wie der Ausgang 408 als Knotenpunkt-
5 verstärker ausgebildet ist und einen Durchgang des Signals nur in Richtung des Pfeiles an den ankommenden Leitungen erlaubt. Zwischengeschaltet sind in die Leitung L_0 wieder Dämpfungseinrichtungen für die Lautstärke, die Höhen und die Bässe. Von der Eingangsklemme 404 führt ferner eine Lei-
10 tung 420 zu einem Verzögerungsglied 422 in Form einer Verzögerungsleitung, die das ankommende Signal um 15 ms verzögert um die erste aus den beiden Impulsen R_r und R_l bestehende Einzelreflexion zu erzeugen. Von dem Zeitglied 422 führt eine Leitung R_r mit zwischengeschalteten Dämpfungselementen
15 H, B und V direkt zum rechten Ausgang 408. Ferner ist der Ausgang des Zeitgliedes 422 über eine Leitung 424 mit einem Zeitglied 426 verbunden, das eine Zeitverzögerung von 0,5 ms bewirkt und über die Leitung R_l mit zwischengeschalteten Justage-Dämpfungselementen H, B und V und einen Handregler
20 428 den zweiten Impuls R_l der ersten Einzelreflexion an den Ausgang 410 führt. Der Handregler 428 besitzt einen von Hand einstellbaren Höhenregler 430 und einen von Hand einstellbaren Baßregler 432, mit denen die Dämpfung der Höhen und des Basses noch etwas nachreguliert werden kann, um sie den
25 unterschiedlichen Hörempfindungen, entsprechend unterschiedlichen Kopfformen des Hörers anzupassen. Die in der Leitung R_l zwischengeschalteten Justage-Dämpfer H, B und V sind bereits bei der Herstellung so eingestellt, daß der zweite Impuls R_l gegenüber dem ersten Impuls R_r in den Höhen und
30 etwas auch im Baß gedämpft ist. Anstelle der Dämpfer H und B kann ein einstellbarer Kammfilter vorgesehen sein, der eine genauere Anpassung an die bei der Beugung am Kopf auftretenden Dämpfungen gestattet und damit die Natürlichkeit noch erhöht. Entsprechend kann der Handregler 428 ebenfalls
35 mehrere Stellmöglichkeiten für mehrere Frequenzbereiche aufweisen.

Vom linken Eingang führt eine Leitung 434 zu einem Zeitglied 436, in dem das Signal 25 ms verzögert und dann in eine Leitung L1 abgegeben wird, die über Dämpfungselemente zum linken Ausgang 410 führt und diesem den ersten Impuls der zweiten Einzelreflexion zuführt. Zur Erzeugung des zweiten Impulses führt vom Ausgang des Zeitgliedes 436 eine Leitung 438 zu einem Zeitglied 440, das eine Verzögerung von 0,5 ms bewirkt. Von seinem Ausgang führt eine Leitung Lr über Justage-Dämpfer H, B und V und einen Hand-Dämpfungsregler 442 zum rechten Ausgang 408. Der Handregler 442 besitzt einen Höhensteller 442 und einen Tiefensteller 444, die wie durch unterbrochene Linien angedeutet ist mit den entsprechenden Stellelementen 430 und 432 des Hand-Dämpfungsreglers in der Leitung R1 verbunden sind, um gemeinsam betätigt zu werden, da im allgemeinen von symmetrischen Kopfformen ausgegangen werden kann. Die Verzögerung von 0,5ms bewirkt, daß die Einzelreflexionen jeweils als unter einem Winkel von 45° gemessen zur Blickrichtung wahrgenommen werden. Geringere Zeitverzögerungen bewirken kleinere Einfallswinkel und größere Zeitverzögerungen, größere scheinbare Einfallswinkel. Die von den Ausgängen 404 und 406 abzweigenden Leitungen 420, 434 führen ferner zu einem Knotenpunktverstärker 450, der mit einem Zeitglied 452 verbunden ist, das eine Zeitverzögerung von 15 ms besitzt. Der Ausgang dieses Zeitgliedes ist über einen Knotenpunktverstärker 454 mit einem Zeitglied 456 verbunden, das eine Zeitverzögerung von 25 ms besitzt und unter Zwischenschaltung von Dämpfungselementen H, B und V über eine Leitung 458 mit einem Verzweigungspunkt 460 verbunden ist, von dem eine Leitung 462 zum rechten Ausgang 408 und eine Leitung 464 zum linken Ausgang 410 führen. Von der Leitung 458 zweigt zwischen den Dämpfungselementen B und V eine Leitung 466 ab, die über ein Dämpfungselement V für den Lautstärkepegel insgesamt zu den Knotenpunktverstärkern 454 und 450 vor und hinter dem Zeitglied 452 führt. Diese aus den zwei Zeitgliedern 452 und 456 sowie der Rückführungsleitung 466 bestehende Schaltung bewirkt,

daß 40 ms nach dem Eintreffen des Direktschalls eine Mono-Einzelreflexion abgegeben wird, die als von hinten oder oben kommend empfunden wird. Sodann wird durch die Wirkung der Rückführleitung 466 25 ms später eine weitere Mono-Reflexion
5 abgegeben und anschließend werden in immer kürzeren Abständen Mono-Reflexionen abgegeben, die zusammen den statistischen Nachhall bilden. Die Stärke der Dämpfung des Dämpfungselementes V in der Leitung 466 und die Verstärkung der Knotenpunktverstärker 450 und 454 müssen so aufeinander abge-
10 stimmt sein, daß das exponentielle Abklingen der Reflexionen bewirkt wird. Insgesamt sind alle Dämpfungselemente H, B und V so eingestellt, daß vom Direktschall an ein exponentielles Abklingen des dadurch bewirkten Nachhalles bestehend aus den Einzelreflexionen und dem statistischen Nachhall
15 bewirkt wird.

Der statistische Nachhall ist in den Höhen und den Bässen gegenüber dem Direktschall und den Einzelreflexionen gedämpft, wobei die Dämpfung mit zunehmendem zeitlichen Abstand vom Direktschall zunimmt.
20

Bei Versuchen mit dem Nachhallgerät gemäß Fig. 4 haben sich folgende Einstellungen der Justage-Dämpfungselemente als zweckmäßig erwiesen, bei neutraler Stellung der Hand-Dämpfungsregler 428 und 442:
25

In den Leitungen	Dämpfungen (db)		
	H	B	V
Ro	+4	0	-5,5
Rr	0	0	-8
Rl	-6	-6	-12
Mono (458)	-2	0	von Hand einstellbar
Lr	-6	-6	-13
Ll	0	0	-10
Lo	+4	0	-5,5

- Abweichend von der Ausführungsform gemäß Figur 4 war dabei das Dämpfungselement V in der Leitung 458 (mono) von Hand verstellbar, um die Intensität des statistischen Nachhalls zu beeinflussen. Zweckmäßigerweise wird gleichzeitig auch
- 5 das Dämpfungselement V in der Rückführungsleitung 466, das die Nachhalldauer bestimmt, verstellt. Durch diese Einstellungen ist der wahrgenommene Raum bezüglich Halligkeit und Größe in einem gewissen Maße beeinflussbar.
- 10 Die Anhebungen der Höhen in den Leitung R_0 und L_0 für den Direktschall verbessern die Ortbarkeit z.B. der Instrumente ohne die Gesamtwiedergabe unangenehm schrill zu machen. Bei diesen Versuchen wurden Zeitglieder verwendet, die keine Übertragungsverluste aufwiesen und die beschriebenen Verzö-
- 15 gerungszeiten sehr genau einhielten. Natürlich können akzeptable Ergebnisse auch mit gewissen Abweichungen von den vorstehend beschriebenen Dämpfungswerten und/oder Dämpfungsrelationen der Leitungen zueinander, d.h. das Verhältnis zwischen z.B. einer Höhen-Dämpfung in einer Leitung zu der
- 20 Höhendämpfung in einer anderen Leitung, erzielt werden.

Die bei der Beugung an einem Kopf auftretenden Dämpfungen in den verschiedenen Frequenzen der aus der gewünschten Richtung z.B. unter 45° relativ zur Blickrichtung seitlich ein-

25 fallenden Wellenfronten können im schalltoten Raum gemessen werden. Sie bestimmen die Grundeinstellung der Dämpfungselemente in den Leitungen R_r , R_l , L_l und L_r beziehungsweise die Relationen der Bedämpfungen der Leitungen für den ersten und den zweiten Impuls einer Einzelreflexion zueinander.

- 30 Die Wiedergabe kann paradoxerweise natürlicher klingen, wenn mit der zeitlichen Folge der Einzelreflexionen und dem Einsetzen des statistischen Nachhalls und/oder den Dämpfungsverhältnissen zwischen dem Direktschall, den Einzelreflexio

nen und dem statistischen Nachhall nicht Verhältnisse eines
gegebenen Raumes nachgebildet sind. So kann z.B. die erste
Reflexion gemäß dem Haas-Effekt lauter sein als der Direkt-
schall und wird trotzdem nicht als Direktschall wahrgenommen
5 bzw. empfunden, d.h. diese erste Reflexion stört nicht die
Ortung des Schallereignisses.

Die deutsche Auslegeschrift 26 38 053 und die entsprechende
deutsche Offenlegungsschrift 2638 053 beschreiben eingehend
10 die Problematik der Schallwiedergabe und insbesondere die
Bedeutung der Einschwingvorgänge für eine deutliche Musik-
wiedergabe und stellen einen Teil der Offenbarung der vor-
liegenden Anmeldung dar.

15 Das in die vorstehend beschriebenen Nachhallerzeuger gemäß
den Figuren 3 und 4 eingegebene Signal kann von einem Ton-
träger, wie z.B. einer Schallplatte oder einem Magnettonband
abgenommen sein oder direkt mittels Mikrofon in einem Kon-
zert aufgenommen und Live z.B. durch Rundfunk übertragen
20 sein.

Für den Hörer wird die Deutlichkeit und Verständlichkeit,
insbesondere auch von Sprache, verbessert. Da viele Gehör-
geschädigte, z.B. schwerhörige Menschen mit den bekannten
25 Hörgeräten bzw. Hörhilfen große Verständigungsprobleme haben
kann das beschriebene Verfahren mit besonderem Vorteil auch
bei Hörgeräten angewendet werden und ein entsprechender Nach-
hallerzeuger zwischen dem Mikrofon und einem vorzugsweise
beidohrigem Kopfhörer zwischengeschaltet sein. Die Schaltung
30 gemäß Figur 4 kann für diese Anwendung vereinfacht sein,
indem die Einstellglieder H, B, V, 428 und 442 weggelassen
oder mit festen Werten ausgeführt sind. Auch kann die Nach-
hall-Schleife 466 weggelassen werden, wodurch der statisti-
sche Nachhall entfällt. Es kommt ja hier nicht so stark auf
35 eine als natürlich empfundene Wiedergabe als auf eine opti-

- male Verständlichkeit der Wiedergabe an. Die Verständlichkeit hängt allerdings auch damit zusammen, daß dem Ohr bzw. dem Sprachzentrum im Gehirn ein gewohnter, d.h. weitgehend natürlicher Schalleindruck übermittelt wird, der mit den
- 5 im Lauf des Lebens gesammelten Hörerfahrungen übereinstimmt. Die Schaltung läßt sich einschließlich der Verzögerungsglieder sehr klein auf einem Halbleiter-Chip unterbringen und vergrößert daher das Hörgerät kaum.
- 10 Die Sprachverständlichkeit wird erhöht, wenn abweichend von den vorstehend beschriebenen Beispielen dabei ein kleinerer Saal simuliert wird, indem die Verzögerungen in den Bauteilen 422, 436, 452 und 456 etwa 10 ms kürzer sind und etwa 5 bis 8 ms bzw. 15 bis 20 ms betragen.
- 15 Eine Verbesserung der Verständlichkeit durch Verwendung des vorstehend beschriebenen Verfahrens tritt bei Hörgeräten auch bereits ein, wenn nur ein Hörer an einem Ohr verwendet wird, obwohl dann die schallstarken Einzelreflexionen nicht
- 20 mehr als gerichtet empfunden werden können und damit ein Teil der Raumsimulation verlorengeht. Es können die vorstehend beschriebenen Nachhallerzeuger verwendet werden, wobei das mono aufgenommene Signal beiden Eingängen zugeführt und die Signale von den beiden Ausgängen zusammengeführt und
- 25 dem einen Wiedergabegerät an dem bzw. in dem Ohr zugeführt werden. Die Einzelreflexionen bestehen in diesem Fall nach wie vor aus zwei Einzelimpulsen mit kurzem zeitlichen Abstand. Für das einohrige Hören kann jedoch das Verfahren und die entsprechende Vorrichtung, d.h. der Nachhallerzeuger,
- 30 so vereinfacht werden, daß jede Einzelreflexion nur aus einem Impuls besteht. Auch damit wird noch eine Verbesserung der Verständlichkeit gegenüber den üblichen Hörgeräten erzielt.
- Für Hörgeräte kann es vorteilhaft sein, weniger und einen
- 35 insgesamt leiseren statistischen Nachhall zu erzeugen. Zur Vereinfachung kann die Vorrichtung zur Erzeugung des statistischen Nachhalls auch ganz weggelassen werden.

Ansprüche

1. Verfahren zur akustischen Wiedergabe eine Tonaufnahme insbesondere bei Verwendung eines Kopfhörers als Wiedergabevorrichtung, wobei die Tonaufnahme der Wiedergabevorrichtung über einen Nachhallerzeuger zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, daß mittels des Nachhallerzeugers innerhalb eines Zeitraumes von etwa 50 ms nach Eintreffen des Direktschallimpulses Nachhallreflexionen in solchen Zeitabständen, vorzugsweise über 2 ms erzeugt werden, daß sie vom Hörer noch als schallstarke Einzelreflexionen wahrgenommen werden, wobei mindestens einige der Einzelreflexionen aus 2, von einem Direktschallimpuls aus einem Kanal des Tonträgers ausgelösten Impulsen bestehen, von denen der erste über den dem entsprechenden Tonträger-Kanal (z.B. rechts) zugeordneten Kanal (rechts) der Wiedergabevorrichtungen abgegeben wird und der zweite etwas schwächer ist und mit etwa 0,2 bis 1 ms, vorzugsweise etwa 0,63 ms Zeitverzögerung gegenüber dem ersten Impuls über den anderen Kanal (links) der Wiedergabevorrichtungen abgegeben wird und wobei die Nachhallreflexionen tonfrequenzabhängig gedämpft sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei den aus zwei Impulsen mit zeitlichem Abstand bestehenden Einzelreflexionen der zweite Impuls relativ zum ersten Impuls tonfrequenzabhängig gedämpft ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die hohen Tonfrequenzen gedämpft sind.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Baßfrequenzen gedämpft sind.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Dämpfung mittels eines Kammfilters

vorgenommen wird, der innerhalb der einzelnen Frequenzbereiche relativ eng begrenzte Bereiche dämpfen kann.

5 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Dämpfung, insbesondere der zweiten Impulse der Einzelreflexionen, von Hand nachregulierbar ist.

10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß bei gleichzeitig aus beiden Kanälen der Tonaufnahme kommenden Impulsen mindestens die ersten vom Nachhallerzeuger abgegebenen Einzelreflexionen entsprechend jeweils einem Kanal des Tonträgers mindestens 1,5 ms, vorzugsweise 4 ms zeitlich auseinander liegen, um vom Hörer tatsächlich als Einzelreflexionen wahrgenommen zu werden.

15 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der erste mittels des Nachhallerzeugers erzeugte Impuls mindestens 10 ms, vorzugsweise 10 bis 25ms und insbesondere etwa 15 bis 20 ms nach dem ihn auslösenden, 20 von der Tonaufnahme kommenden Impuls (Direktschallimpuls) abgegeben wird.

25 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß mittels des Schallerzeugers in den ersten etwa 50 ms nach dem von der Tonaufnahme kommenden Impuls (Direktschallimpuls) Einzelreflexionen in zeitlicher Anordnung und Lautstärke sowie scheinbarer Richtung erzeugt werden, die den in einem konkreten ausgemessenen Wiedergaberaum vorzugsweise einem durchschnittlichen Wohnraum entstehenden 30 Nachhallreflexionen entsprechen.

35 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß mit zeitlichem Abstand nach der Erzeugung der letzten Einzelreflexion, vorzugsweise etwa 50 ms nach dem Direktschallimpuls beginnend ein abklingender statistischer Nachhall in beide Kanäle abgegeben wird.

11. Vorrichtung zur Aufbereitung einer Tonaufnahme zur akustischen Wiedergabe, insbesondere, aber nicht ausschließlich zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, mit einem Nachhallerzeuger, der das Signal der
5 Tonaufnahme im wesentlichen unverändert über eine Direktleitung vom Eingang zum Ausgang durchläßt, dadurch gekennzeichnet, daß der Nachhallerzeuger innerhalb von etwa 50 ms nach dem Eintreffen des Direktschallimpulses zusätzlich über Zeitverzögerungsmittel (312; 422, 426, 436, 440, 452, 456) Einzelreflexionen der Direktschallimpulse der Tonaufnahme in
10 solchen Abständen von mindestens 1,5 ms, vorzugsweise 4 ms voneinander abgibt, daß sie als einzeln wahrgenommen werden.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,
15 daß die Zeitverzögerungsmittel (312; 314, 422, 436, 452, 456) so ausgelegt sind, daß der erste vom Nachhallerzeuger (302; 402) abgegebene Impuls mindestens etwa 10 ms, vorzugsweise etwa 10 bis 25 ms und insbesondere etwa 15 bis 20 ms nach dem ihn auslösenden Direktschallimpuls der Tonaufnahme
20 abgegeben wird.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 und/oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß zur Verarbeitung zweikanaliger, z.B. stereophoner Tonaufnahmen der Nachhallerzeuger einen linken Eingang (406) und einen linken Ausgang (410) aufweist, die über
25 eine den Direktschallimpuls im wesentlichen unverändert durchlassende Direktleitung (L_0) miteinander verbunden sind, sowie einen rechten Eingang (404), der über eine Direktleitung (R_0), mit einem rechten Ausgang (408) verbunden ist
30 und Kreuzverbindungsleitungen (L_r , R_l , 462, 464), in denen die Zeitverzögerungskreise (422, 436, 452, 456) angeordnet sind, jeden Eingang einer Seite auf den Ausgang (408, 410) der anderen Seite über Addierer (Knotenpunktverstärker 408, 410) übersprechen lassen.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzeugung einer Einzelreflexion aus der Zeitverzögerungskreise (422, 436) enthaltenden Kreuzverbindungsleitung (Lr, Rl) ein zeitlich verzögerter, den Beginn der Einzelreflexion darstellender erster Einzelimpuls über eine Rückleitung (Ll, Rr) in die Direktleitung (L_o , R_o) aus der der auslösende Direktschallimpuls kam, zurückgegeben und addiert wird und mit etwa 0,2 bis 1 ms, vorzugsweise etwa 0,63 ms Abstand, danach ein zweiter zu der Einzelreflexion gehörender Einzelimpuls über die Kreuzverbindungsleitung (Lr, Rl) über einen Addierer (Knotenpunktverstärker 408, 410) an den Ausgang der anderen Seite abgegeben wird.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Nachhallerzeuger eine mittels eines Kammfilters (HB) gedämpfte und Zeitverzögerungskreise (452, 456) enthaltende Schleife (458, 466) aufweist, die mit beiden Eingängen (404, 406) verbunden ist und etwa 50 ms nach dem Eintreffen eines Direktschallimpulses aus einem der beiden oder aus beiden Eingängen einen statistischen Nachhall, bestehend aus einer dichten Folge von Reflexionen über Verbindungsleitungen (462, 464) und Addierer (Knotenpunktverstärker 408, 410) an beide Ausgänge (408, 410) abgibt.

25 16. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 15, gekennzeichnet durch von Hand einstellbare Dämpfungsregler (428, 442) in den die zweiten Impulse der Einzelreflexionen erzeugenden Leitungen (Rl, Lr in Fig. 4).

Fig. 1

Fig. 1a

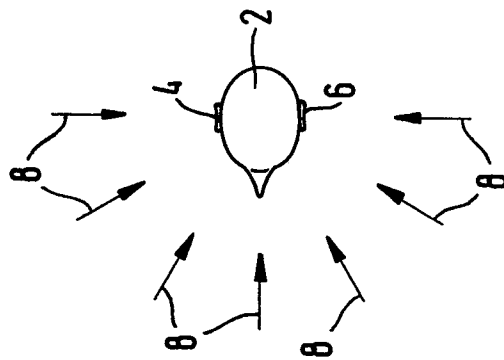


Fig. 1b

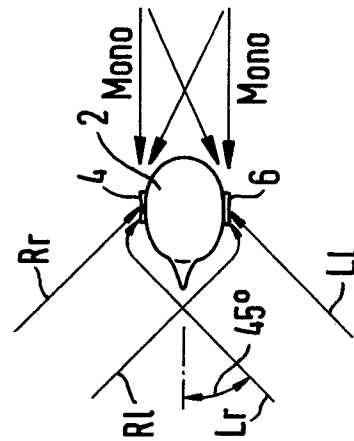


Fig. 1c

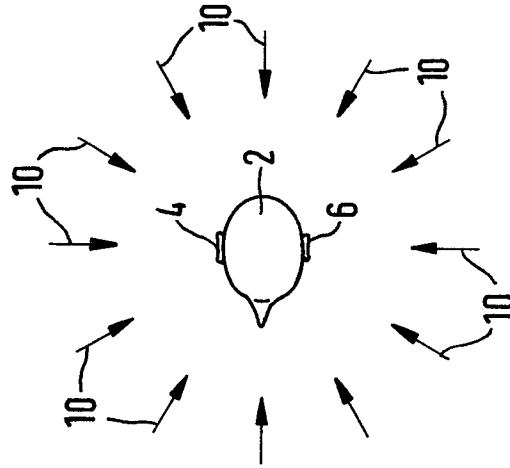


Fig. 2

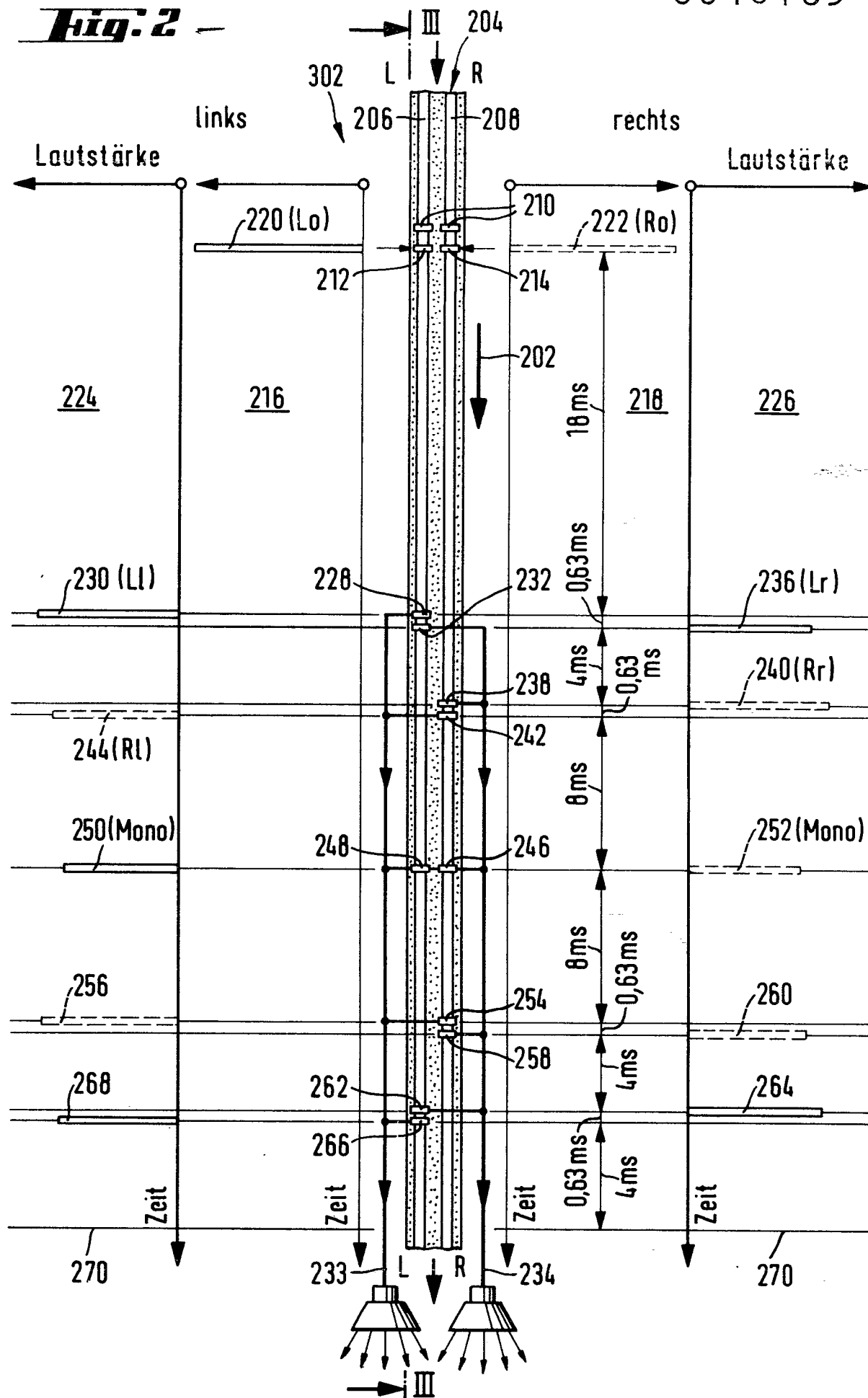


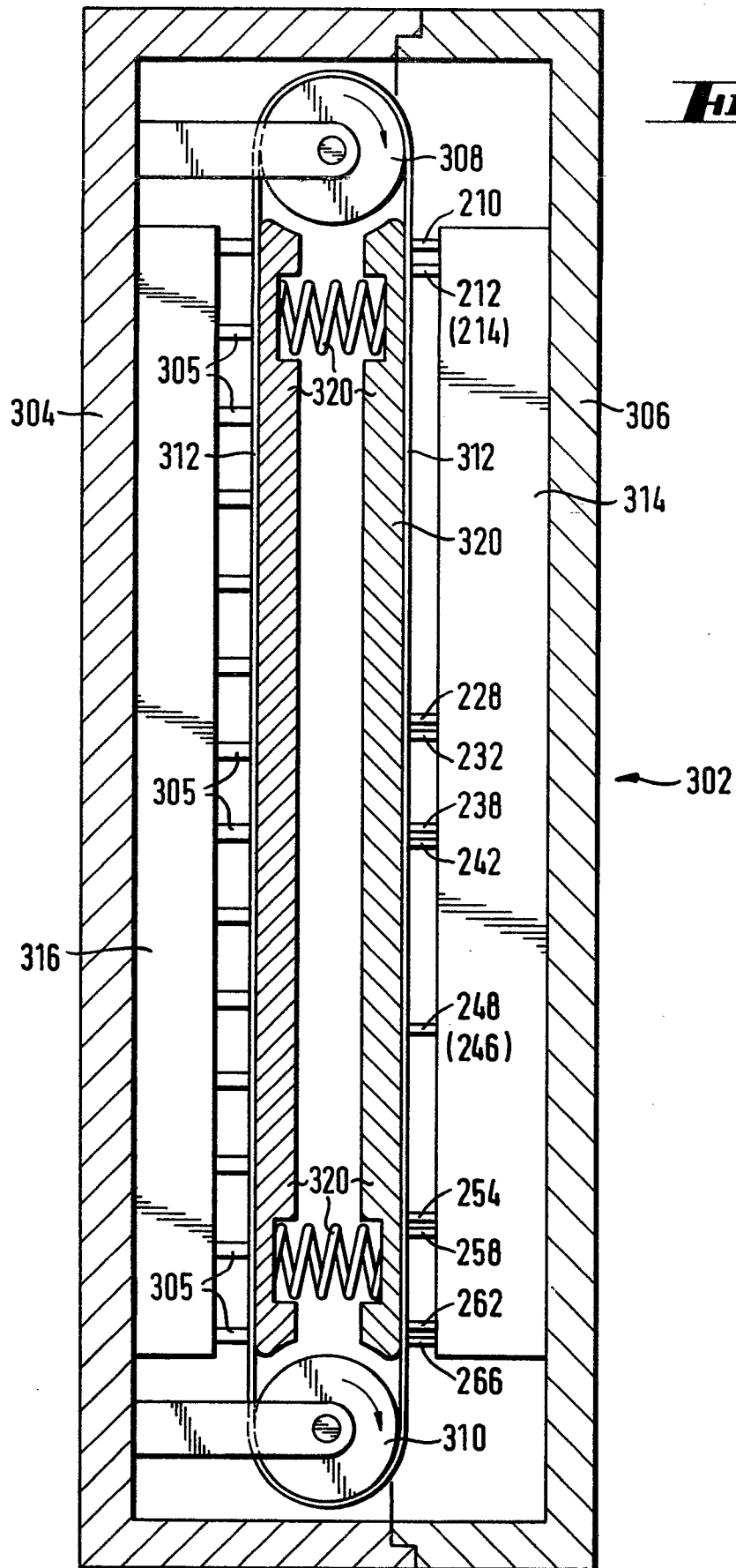
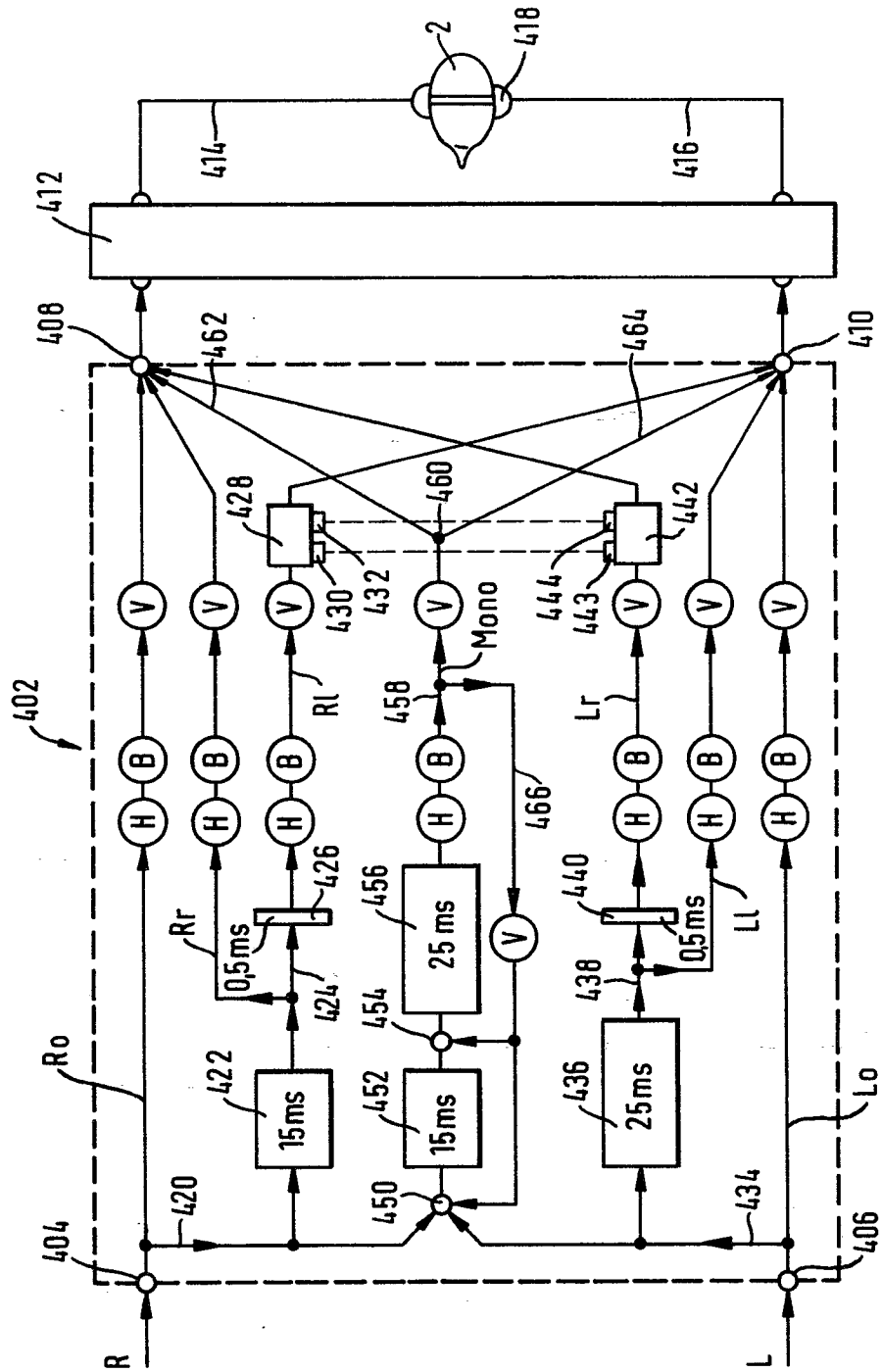
Fig. 3

Fig. 4





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0040739
Nummer der Anmeldung
EP 81 10 3539

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
X	<u>US - A - 3 970 787</u> (C.L. SEARLE) * Zusammenfassung; Spalte 1, Zeile 20 - Spalte 2, Zeile 43; Spalte 3, Zeile 30 - Spalte 6, Zeile 9; Spalte 7, Zeile 14 - Spalte 11, Zeile 48; Figuren * -- <u>US - A - 4 136 260</u> (NOBUMITSU ASAHI) * Spalte 1, Zeile 67 - Spalte 4, Zeile 36; Figuren * -- <u>FR - A - 2 316 826</u> (MATSUSHITA) * Seite 2, Zeile 9 - Seite 7, Zeile 12; Seite 9, Zeile 5 - Seite 10, Zeile 34; Figuren 1-9, 13, 14 * --	1-4, 7-15 1, 2, 5, 7-15 1, 3, 4, 6, 9-11, 13-16	H 04 S 1/00 5/00 RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.) H 04 S 1/00 5/00 H 04 R 5/033
A	JOURNAL OF THE AUDIO ENGINEERING SOCIETY, Band 6, Heft 2, April 1958, Seiten 74-79 New York, U.S.A. M.R. SCHROEDER: "An artificial stereophonic effect obtained from a single audio signal" * Seite 74, rechte Spalte, Zeile 6 - Seite 78, rechte Spalte, Zeile 32; Figuren * -----	1, 5, 15	KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
X	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 14-08-1981	Prüfer MINNOYE