

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 653 777 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
03.05.2006 Patentblatt 2006/18

(51) Int Cl.:
H04S 3/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 05018675.8

(22) Anmeldetag: 29.08.2005

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: 19.10.2004 DE 102004051057

(71) Anmelder: Micronas GmbH
79108 Freiburg i. Br. (DE)

(72) Erfinder:
• Pfister, Florian
79346 Endingen (DE)
• Lücking, Dieter
79110 Freiburg (DE)
• Vierthaler, Matthias
79211 Denzlingen (DE)

(74) Vertreter: Neunert, Peter Andreas
Patentanwälte
Westphal, Mussnug & Partner
Am Riettor 5
78048 Villingen-Schwenningen (DE)

(54) Verfahren bzw. Schaltung zum Generieren von Nachhall für ein Tonsignal

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltung zum Generieren von Nachhall für ein Tonsignal mit einer Signalquelle (I) zum Bereitstellen eines Tonsignals mit zumindest einer Komponente (L, R, LS, RS, C), einem Reverberator (RV) zum Bereitstellen zumindest eines Reverberationssignals (RL, RR) und einer Mischereinrichtung (AZ) zum Zusammenführen des Tonsignals oder einer Komponente des Tonsignals und des Reverberationssignals, wobei der Reverberator einen Eingang zum Eingeben des Tonsignals oder eines aus dem Ton-

signal erzeugten Reverberator-Eingangssignals (GL, GR) als Basis für die Erzeugung des Reverberationssignals aufweist. Entsprechend bezieht sich die Erfindung verfahrensgemäß auf ein Verfahren zum Generieren von Nachhall für ein Tonsignal, bei dem von einer Signalquelle ein Tonsignal mit zumindest einer Komponente bereitgestellt wird, zumindest ein Reverberationssignal bereitgestellt wird und das Tonsignal und das Reverberationssignal zusammengemischt werden, wobei zum Bereitstellen des Reverberationssignals das Tonsignal oder ein aus dem Tonsignal erzeugtes Signal verwendet wird.

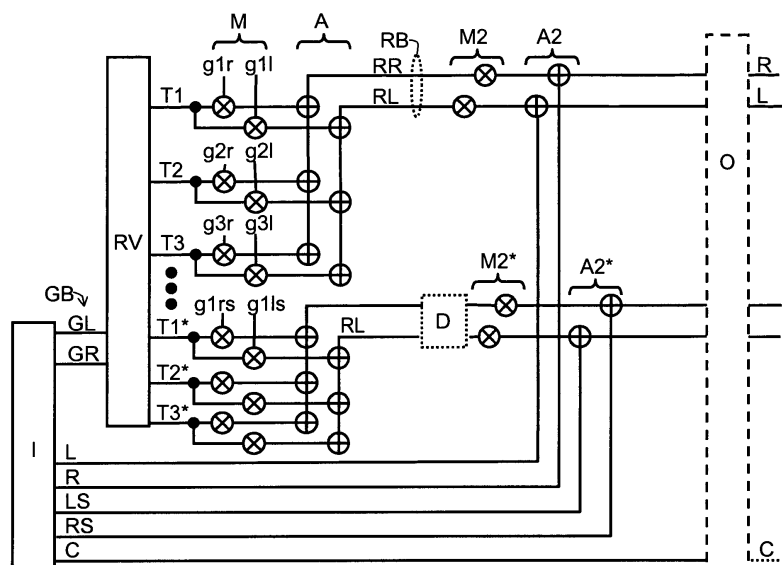


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Schaltung zum Generieren von Nachhall für ein Tonsignal mit den oberbegrifflichen Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. auf ein Verfahren zum Generieren von Nachhall für ein Tonsignal.

[0002] Allgemein bekannt sind Schaltungen zum Generieren von Nachhall für ein Tonsignal mit einer Signalquelle zum Bereitstellen eines Tonsignals, einem Reverberator zum Bereitstellen eines Reverberationssignals und einem Mischer zum Zusammenführen des Tonsignals oder einer Komponente des Tonsignals und des Reverberationssignals. Eingesetzt werden derartige Schaltungsanordnungen bzw. entsprechende Verfahren im Bereich von Rundfunkgeräten, Fernsehapplikationen und von elektronischen Musikgeräten. Auf ein Tonsignal, gegebenenfalls Stereotonsignal, 3D-Tonsignal oder ein sogenanntes Surround-Tonsignal wird ein Nachhall künstlich aufgemischt, so dass eine räumliche Klangwirkung entsteht und der Hörer des Tonsignals ein natürliches Tonsignal hört. Durch die Reverberationen entsteht der Eindruck eines Tonsignals, welches nach dem Ausenden durch eine Schallquelle nicht nur über den direkten Weg zum Hörer bzw. Empfänger gelaufen ist, sondern zusätzlich an Wänden eines Raumes und dergleichen reflektiert zu späteren Zeitpunkten zum Hörer gelaufen ist. Der Hörer empfängt somit ein gemischtes bzw. überlagertes Signal.

[0003] Für Fernsehapplikationen werden je nach Preisklasse des jeweiligen Fernsehgerätes unterschiedlich viele Ausgangskanäle bereitgestellt. Bei einfachen Fernsehapplikationen handelt es sich um einen Monoausgang zum Ausgeben lediglich eines Mono-Tonsignals. Übliche Fernsehapplikationen bieten einen Stereo-Ausgang zum Ausgeben eines Stereo-Tonsignals, d. h. eines Tonsignals mit zwei eigenständigen Signalkomponenten. Aufwändigere Fernsehapplikationen bieten eine Vielzahl von Ausgangskanälen, insbesondere drei Ausgangskanäle im Fall eines sogenannten 3D-Stereo-Tonsignals. Fünf oder beispielsweise sechs Ausgangskanäle für individuelle Komponenten des Tonsignals sind beispielsweise von sogenannten 5.1-Systemen bekannt, bei welchen Tonsignalkomponenten für Lautsprecher links, rechts, zentral vor einem Hörer sowie in der Umgebung (Surround) links, rechts und gegebenenfalls für einen sogenannten Subwoofer bereitgestellt werden.

[0004] Herkömmliche Tonsignal-Verarbeitungsprozessoren, insbesondere sogenannte Hifi-Prozessoren, sind jeweils für eine bestimmte Anzahl von Lautsprechern konzipiert, für welche der Nachhall optimiert wird. Im Fernsehbereich weisen die meisten Geräte jedoch immer noch zwei oder drei Lautsprecher auf, wobei für die Tonsignalbereitstellung ein jeweils entsprechender Prozessor bzw. Chip verwendet wird. Nachteilhaft ist somit, dass jeweils individuelle Prozessoren für die verschiedenen Anwendungen bereitzustellen sind und ent-

sprechend für Fernsehgeräte mit zwei Lautsprechern ein anderer Prozessor zu verwenden ist als für ein Fernsehgerät mit drei Lautsprechern, wenn jeweils ein optimierter Nachhall verfügbar sein soll. Selbiges gilt für eine noch größere Anzahl von Ausgangskanälen für noch mehr Lautsprecher.

[0005] Allgemein bekannt ist aus US 5,917,917 ein sogenannter Wellentabellen-Synthesizer für Anwendungen in einem elektronischen Musikinstrument. Einem vom Musikinstrument synthetisch erzeugten Tonsignal wird mittels eines digitalen Reverberations-Simulators ein künstlicher Nachhall eingemischt. Aus einer Verzögerungsstrecke bzw. Verzögerungslinie (Delay Line) wird mittels eines separaten Abgriffs ein Signal aus der Hallstruktur ausgekoppelt und mit einem aufaddierten Rückkoppelsignal addiert bzw. subtrahiert. Diese Lösung erzeugt ein im Stereopanorama zu stark schwankendes Signal, weil bestimmte Signalfrequenzen auf einem Kanal vollständig ausgelöscht werden können. Die Beschreibung der Anwendungen beschränkt sich dabei auf Stereo-Tonsignale.

[0006] M.R. Schröder, Natural-Sounding Artificial Reverberation, 1962 beschreibt eine Mono-Hallstruktur, bei welcher am Ausgang durch zwei Allpässe mit unterschiedlichen Gewichtungsfaktoren ein Pseudo-Stereoeffekt erzeugt wird. Nachteil dieser Struktur ist, dass sie durch die verwendeten Allpässe recht unnatürlich bzw. blechern klingt. Zudem ist die Dichte der Reflektionen für einen natürlichen Klangeindruck nicht ausreichend.

[0007] Bill Gardner, Realtime Multichannel Room Simulator, J. Acoust. Soc. Am., 92(4), pp. 2395, 1992, beschreibt eine Multikanal-Raumsimulation mit eigenen Signalfaden für jeden einzelnen Ausgangskanal, was einen enormen Rechenaufwand bedeutet und für Anwendungen im Fernsehbereich ungeeignet ist.

[0008] Die Aufgabe der Erfindung besteht daher darin, ein Verfahren bzw. eine Schaltung zum Generieren von Nachhall für ein Tonsignal insbesondere mit Blick auf Anwendungen in Fernsehgeräten zu verbessern.

[0009] Diese Aufgabe wird durch eine Schaltung zum Generieren von Nachhall für ein Tonsignal mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 bzw. durch ein Verfahren zum Generieren von Nachhall für ein Tonsignal mit den Merkmalen des Patentanspruchs 8 gelöst.

[0010] Bevorzugt wird demgemäss eine Schaltung zum Generieren von Nachhall für ein Tonsignal mit einer Signalquelle zum Bereitstellen eines Tonsignals mit zumindest einer Komponente, einem Reverberator zum Bereitstellen zumindest eines Reverberationssignals und einer Mischeranordnung zum Zusammenführen des Tonsignals oder einer Komponente des Tonsignals und des Reverberationssignals, wobei der Reverberator einen Eingang zum Eingeben des Tonsignals oder eines aus dem Tonsignal erzeugten Reverberator-Eingangssignals als Basis für die Erzeugung des Reverberationssignals aufweist.

[0011] Verfahrensgemäß wird demgemäss bevorzugt ein Verfahren zum Generieren von Nachhall für ein Ton-

signal, bei dem von einer Signalquelle ein Tonsignal mit zumindest einer Komponente bereitgestellt wird, zumindest ein Reverberationssignal bereitgestellt wird und das Tonsignal und das Reverberationssignal zusammen gemischt werden, wobei zum Bereitstellen des Reverberationssignals das Tonsignal oder ein aus dem Tonsignal erzeugtes Signal verwendet wird.

[0012] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand abhängiger Ansprüche.

[0013] Bevorzugt wird insbesondere eine Schaltung mit der ein Tonsignal mit einer Vielzahl von Komponenten bereitstellenden Signalquelle und mit einem Virtualizer zum Zusammenmischen der von der Mischeranordnung ausgegebenen Signale auf eine geringere Anzahl von Komponenten eines auszugebenden Tonsignals.

[0014] Bevorzugt wird insbesondere eine Schaltung mit einer Mono-Hallstruktur im Reverberator zum Ausgeben zeitlich verzögerter Signale auf Verzögerungsleitungen.

[0015] Bevorzugt wird insbesondere eine Schaltung mit jeweils einem ersten und einem zweiten Multiplikator an den Verzögerungsleitungen zum Multiplizieren mit einem Gewichtungsfaktor und zum Bereitstellen jeweils einer linksseitigen und einer rechtsseitigen Komponente des Reverberationssignals.

[0016] Bevorzugt wird insbesondere eine Schaltung einer zweiten Gruppe von Verzögerungsleitungen zum Bereitstellen eines weiteren Reverberationssignals zum Zusammenmischen mit zumindest einer anderen Komponente, insbesondere Umgebungskomponente, als einer linken und einer rechten Komponente des Tonsignals.

[0017] Bevorzugt wird insbesondere eine Schaltung mit einem Abgriff zum zusätzlichen Bereitstellen des Reverberationssignals als weiteres Reverberationssignal zum Zusammenmischen mit zumindest einer anderen Komponente, insbesondere Umgebungskomponente als einer linken und einer rechten Komponente des Tonsignals.

[0018] Bevorzugt wird insbesondere eine Schaltung mit einer Verzögerungseinrichtung zum Verzögern des weiteren Reverberationssignals gegenüber dem Reverberationssignal.

[0019] Bevorzugt wird insbesondere ein Verfahren, bei dem das aus dem Tonsignal und dem Reverberationssignal zusammengemischte Signal aus einer Vielzahl von Tonsignalkomponenten mit einer entsprechenden Vielzahl von Signalkomponenten bereitgestellt und nach dem Zusammenmischen zu einem auszugebenden Tonsignal mit einer geringeren Anzahl von Komponenten zusammengemischt wird.

[0020] Bevorzugt wird insbesondere ein Verfahren, bei dem das Reverberationssignal mit einer Mono-Signalverarbeitung unter Ausgabe zeitlich verzögerter Signale bereitgestellt wird, wobei die zeitlich verzögerten Signale mit Gewichtungsfaktoren zum Bereitstellen einer ersten und einer zweiten Komponente des Reverberationssignals gewichtet werden.

[0021] Bevorzugt wird insbesondere ein Verfahren, bei dem ein weiteres Reverberationssignal zum Zusammenmischen mit zumindest einer anderen Komponente, insbesondere Umgebungskomponente, als einer linken und einer rechten Komponente des Tonsignals bereitgestellt wird.

[0022] Eine derartige Schaltung bzw. ein derartiges Verfahren stellen für alle möglichen Lautsprecherkonfigurationen eine Möglichkeit bereit, Nachhall zu generieren. Dazu wird zwischen einem Signaleingang, insbesondere Multikanal-Signaleingang oder einem Multikanal-Decoder, und einem Signalausgang, insbesondere einem Virtualizer als Signalausgang, eine Funktion bzw. eine Schaltungsanordnung integriert, welche Nachhall generiert und durch den Virtualizer skalierbare Lautsprecherkonfigurationen ermöglicht. Vorteilhafterweise wird ein Multikanal-Eingangssignal als Direktsignal für den Nachhall verwendet, so dass eine Verknüpfung von Direktsignalen als unmittelbares Signal des Eingangs bzw. der Multikanal-Tonsignalquelle mit den Nachhallsignalen erfolgt. Nachhall wird so im System verankert, dass verschiedenartigste Anwendungen mit letztendlich ein und demselben Verfahren bzw. ein und derselben Schaltung bei unterschiedlichsten Konfigurationen des Tonsignalausgangs einsetzbar sind. Sowohl 5.1-Anwendungen als auch Anwendungen mit zwei oder drei Lautsprechern werden in die Lage versetzt, einen qualitativ hochwertigen Nachhall zu generieren.

[0023] Ein Ausführungsbeispiel und Varianten dazu werden nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine beispielhafte Schaltungsanordnung zur Nachhallgenerierung bei einer Multikanal-Ausgangskonfiguration mit Surround-Kanälen mit separaten Abgriffen am Separator;

Fig. 2 eine Schaltungsanordnung gemäß Fig. 1 mit jedoch einer Stereo-Ausgangskonfiguration;

Fig. 3 eine Schaltungsanordnung mit einer Multikanal-Ausgangskonfiguration und Surround-Kanälen ohne separate Abgriffe für die Surround-Kanäle; und

Fig. 4 eine Schaltungsanordnung gemäß Fig. 3 mit einer Stereo-Ausgangskonfiguration.

[0024] Ein Grundgedanke besteht in der Bereitstellung eines Tonsignal-Eingangs in Form insbesondere einer Multikanalquelle oder eines Multikanal-Decoders zum Bereitstellen eines Direktsignals für die Erzeugung von Nachhall und dem nachfolgenden Aufaddieren des Nachhalls auf insbesondere alle Kanäle des Multikanal-Signals in einem ersten Schritt. Dadurch entsteht ein 5.1-Tonsignal mit Nachhall, welches nachfolgend in dieser Form an einem Ausgang bereitgestellt werden kann oder mittels eines Virtualizers wieder auf zwei oder drei Ka-

näle unter Zuhilfenahme einer sogenannten Head Transfer Function (Kopfübertragungsfunktion) zusammen gemischt werden kann. Mittels der sogenannten Head Transfer Function wird ein Signal erzeugt, welches beim Hörer eines entsprechend ausgegebenen Tonsignals den akustischen Eindruck eines räumlichen Signals erzeugt. Dadurch ergibt sich auch im Fall von nur zwei oder drei Lautsprechern ein überraschend guter räumlicher Nachhall, während im Fall einer direkten 5.1-Anwendung die Surround-Kanäle (siehe Seite 13). Die Nachhallgenerierung als solche ist dadurch für alle möglichen Lautsprecherkonfigurationen identisch durch ein einziges Verfahren oder eine einzige Schaltung umsetzbar.

[0025] Fig. 1 zeigt eine erste beispielhafte Schaltung zur Nachhall-generierung für Anwendungen mit skalierbaren Lautsprecherkonfigurationen. Neben einer derartigen schaltungstechnischen Umsetzung ist auch eine verfahrenstechnische Umsetzung in entsprechend geeigneten Mikroprozessoren und dergleichen umsetzbar.

[0026] An einem Tonsignaleingang I wird ein Tonsignal bereitgestellt. Der Tonsignaleingang I kann dabei ein Eingang zum Eingeben eines externen Tonsignals sein. Bevorzugt wird eine Multikanalquelle, insbesondere ein Multikanaldecoder als Tonsignaleingang I. Bei dem Tonsignal kann es sich somit im einfachsten Fall um ein Monosignal oder ein Stereosignal mit jeweils einer Komponente für einen linken und einen rechten Tonsignalkanal L, R handelt. Vorzugsweise wird durch den Tonsignaleingang I jedoch ein mehrkomponentiges Tonsignal bereitgestellt, insbesondere ein sogenanntes Surround-Tonsignal mit fünf Komponenten für die für sich bekannten Kanäle links L, rechts R, links-Surround LS (links Umgebung), rechts-Surround RS und Center C. Möglich ist auch die Bereitstellung eines sogenannten 5.1-Tonsignals mit zusätzlich einem sogenannten Subwoofer.

[0027] Auch eine Umsetzung auf Systeme mit noch mehr Tonsignalkomponenten als weiteren Kanälen ist möglich.

[0028] Vom Tonsignaleingang I wird außerdem ein Gesamtsignal auf einem Gesamtsignalbus GB bereitgestellt. Das Gesamttonsignal besteht vorzugsweise aus zwei Komponenten GL, GR für einen linksseitigen Gesamtsignalkanal und einen rechtsseitigen Gesamtsignalkanal. Die Bereitstellung erfolgt beispielsweise durch Aufaddieren der jeweiligen Komponenten für linksseitige bzw. für rechtsseitige Kanäle in dem Tonsignaleingang I bzw. in einer entsprechend geeigneten Schaltungsanordnung in dem Tonsignaleingang I. Das Gesamttonsignal GL, GR wird einem Reverberator RV zugeführt.

[0029] Der Reverberator RV bildet eine Verzögerungsstrecke, welche als Delay Line bezeichnet wird. Die in den Reverberator RV eingegebenen Komponenten GL, GR des Gesamttonsignals werden jeweils zwischen einer Vielzahl aufeinanderfolgender Abgriffe der Verzögerungsstrecke zeitlich verzögert weitergeleitet, so dass an den einzelnen Abgriffen jeweils zunehmend zeitlich verzögerte Signale gegenüber dem ursprünglich am Tonsi-

gnaleingang I vorliegenden Eingangssignal L, R, LS, RS, C vorliegen. Vom Reverberator RV werden entsprechend auf Verzögerungsleitungen T1, T2, T3 zeitlich verzögerte Signale ausgegeben. Sofern für die Signalkomponenten L, R des linken bzw. des rechten Kanals und Signalkomponenten LS, RS der Umgebungskanäle verschiedene Verzögerungen vorgesehen werden sollen, wird eine entsprechende Verzögerungsanordnung mit eigenen Verzögerungsleitungen T1*, T2*, T3* bereitgestellt.

[0030] Das auf der ersten Verzögerungsleitung T1 bereitgestellte verzögerte Signal wird zwei Multiplikatoren M zugeführt. In den beiden Multiplikatoren erfolgt eine Multiplikation mit jeweils einem entsprechend an den Multiplikatoren M anliegenden Gewichtungsfaktor g1l, g1r für eine linksseitige bzw. eine rechtsseitige Verzögerungskomponente. Die beiden Gewichtungsfaktoren g1l, g1r liegen üblicherweise zwischen 0 und 1 und verstärken bzw. schwächen das auf der Verzögerungsleitung T1 anliegende Signal entsprechend einer Reflektions-Raumrichtung von links oder rechts aus Sicht eines Hörers. Die Ausgangssignale der Multiplikatoren M werden einer linken bzw. einer rechten Komponente RL, RR eines Reverberationsbusses RB zugeführt, um ein Reverberationssignal bereitzustellen. In gleicher Art und Weise werden auch die verzögerten Tonsignale auf den weiteren Verzögerungsleitungen T2, T3 entsprechend zugeordneten Multiplikatoren M zur Multiplikation mit entsprechenden Gewichtungsfaktoren g2l, g2r, g3l, g3r zugeführt. Die Ausgangssignale der Multiplikatoren M werden ebenfalls der linken bzw. rechten Komponente RL, RR des Reverberationsbusses RB aufaddiert.

[0031] Im Fall eigener Verzögerungsleitungen T1*, T2*, T3* für Umgebungskomponenten werden diese weiteren Verzögerungsleitungen T1*, T2*, T3* einer entsprechenden Gruppe aus Multiplikatoren zum Anlegen entsprechend gewünschter Verzögerungsfaktoren g1ls, g1rs, ... zugeführt. Die Ausgangssignale der entsprechenden Multiplikatoren M* werden einer linken bzw. einer rechten Komponente RLS, RRS eines entsprechenden Umgebungs-Reverberationsbusses RBS zugeführt.

[0032] Das auf dem Reverberationsbus RB bzw. auf dem Umgebungs-Reverberationsbus RBS vorliegende Reverberationssignal bzw. dessen Komponenten RR, RL, RRS, RLS werden einer weiteren Gruppe Multiplikatoren M2 bzw. M2* zugeführt. Mittels dieser weiteren Gruppe aus Multiplikatoren M2, M2* erfolgt eine gewünschte Verstärkung bzw. Abschwächung des Reverberationssignals auf dem jeweiligen Bus RB, RBS.

[0033] Anstelle von Bussen können natürlich übliche Leitungen als Einzelleitungen vorgesehen werden. Neben einer Übertragung analoger Signale über derartige Leitungen ist auch eine Übertragung über digitale Leitungen bzw. Busse mit einer Übertragung der Komponenten mehrerer Kanäle auf einer einzigen Leitung in zeitlich versetzter Abfolge und dergleichen möglich.

[0034] Die Reverberationssignale auf dem Reverberationsbus RB werden mittels einer weiteren Anordnung

aus Addierern A2 als einer Mischeranordnung der linken bzw. der rechten Komponente L, R des Eingangssignals aufaddiert und über einen Ausgang 0 zu einer weiteren Tonsignalverarbeitung oder einem entsprechenden Lautsprecher als Ausgangstonsignal ausgegeben. Entsprechend werden die Signale des Umgebungs-Reverberationsbusses RBS mittels weiterer Addierer A2* den Umgebungskomponenten LS, RS des Eingangssignals bzw. des vom Tonsignaleingang I bereitgestellten Umgebungssignals zur Ausgabe über den Ausgang 0 bereitgestellt.

[0035] Bei der dargestellten Ausführungsform wird der zentralen Komponente C des Tonsignaleingangs I kein Reverberationssignal aufaddiert. Optional können jedoch auch dieser Komponente C Reverberationssignale aufaddiert werden. Dies können beispielsweise separat erzeugte Reverberationssignale oder eine Kombination oder Summierung der übrigen Reverberationssignale sein.

[0036] Bei der Beschreibung der weiteren beispielhaften Ausführungsformen anhand der Figuren 2 bis 4 werden nachfolgend lediglich Komponenten oder Verfahrensschritte beschrieben, welche einen Unterschied zu der Ausführungsform gemäß Fig. 1 bilden. Ansonsten wird Bezug genommen auf die Ausführungen zu Fig. 1.

[0037] Während Fig. 1 eine Nachhallgenerierung bei einer Multikanal-Ausgangskonfiguration mit separaten Abgriffen der Verzögerungsstrecke für die Surround-Kanäle bzw. -Komponenten darstellt, stellt Fig. 2 eine Nachhallgenerierung bei einer Stereo-Ausgangskonfiguration in Verbindung mit separaten Abgriffen für Surround-Kanäle dar. Um am Ausgang 0 ein Stereosignal mit nur einer virtuellen rechten und einer virtuellen linken Komponente VR, LV bereitzustellen, werden die Ausgangssignale des Tonsignaleingangs für die einzelnen Komponenten L, R, LS, RS, C einem sogenannten Virtualizer V zugeführt. Der linken und rechten Komponente L, R wird zuvor entsprechend den Ausführungen gemäß Fig. 1 wieder ein entsprechendes Reverberationssignal aufaddiert. Ebenso wird der linken und der rechten Umgebungskomponente LS, RS vor der Zuführung zum Virtualizer V wieder ein entsprechendes Umgebungs-Reverberationssignal aufaddiert. Im Virtualizer V wird in für sich bekannter Art und Weise das virtuelle rechte und das virtuelle linke Signal so erzeugt, dass bei einem Hörer ein virtueller räumlicher Klang ähnlich dem eines Surround-Tonsignals entsteht. Im Fall eines 3D-Stereo-Tonsignals wird zusätzlich als dritte Komponente das Tonsignal der zentralen Komponente C unverändert oder ggf. ebenfalls angepasst ausgegeben.

[0038] Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform, bei welcher für die auszugebenden linken und rechten Komponenten einerseits und linken und rechten Umgebungskomponenten andererseits nicht zwei eigenständige Reverberationssignale RR, RL, RRS, RLS wie bei Fig. 1 sondern nur ein einziges Reverberationssignal RR, RL bereitgestellt wird. Dieses einzige Reverberationssignal RR, RL wird der linken bzw. rechten Komponente L, R nach einer

entsprechenden Multiplikation in der zweiten Gruppe der Multiplikatoren M2 aufaddiert. Außerdem wird dieses Reverberationssignal bzw. dessen Komponenten RR, RL nach einer Verstärkung bzw. Abschwächung mit entsprechenden Multiplikatoren M2* zusätzlich der linken bzw. rechten Umgebungskomponente LS, RS mittels der zweiten Gruppe Addierer A2* aufaddiert. Optional kann das Reverberationssignal RR, RL, welches den Umgebungskomponenten LS, RS aufaddiert wird, zuvor mittels einer Verzögerungseinrichtung D verzögert werden. Die derart erzeugten Signale werden wiederum direkt dem Ausgang 0 zugeführt.

[0039] Fig. 4 zeigt eine Ausführungsform in Art einer Kombination der Ausführungsformen gemäß Fig. 2 und 3. Gemäß Fig. 3 erfolgt wiederum die Bereitstellung nur eines einzigen Reverberationssignals mit zwei Komponenten RL, RR, welche der linken und der rechten Komponente L, R und ggf. zeitverzögert der linken und der rechten Umgebungskomponente LS, RS entsprechend aufaddiert wird. Zur Bereitstellung einer Stereo-Ausgangskonfiguration werden die derart bereitgestellten Tonsignale wiederum einem Virtualizer V entsprechend den Ausführungen gemäß Fig. 2 zugeführt.

[0040] Durch die Verwendung eines Tonsignaleingangs I in Form insbesondere einer Multikanalquelle, beispielsweise eines Multikanal-Decoders und der Bereitstellung eines Direktsignals auf dem Gesamtsignalbus GB für die Erzeugung des Nachhalls und durch das anschließende Aufaddieren des Nachhalls auf vorzugsweise alle Kanäle des ursprünglichen Multikanal-Tonsignals entsteht in einem ersten Verfahrensschritt ein mehrkanaliges Tonsignal, welches in einem nachfolgenden Schritt durch einen Virtualizer V wieder auf zwei oder drei Kanäle unter Zuhilfenahme der Kopfübertragungsfunktion (Head Transfer Function) zusammengemischt werden kann. Dadurch ergibt sich auch im Fall von zwei oder drei Lautsprechern ein verblüffend räumlicher Nachhall, während im Fall z.B. einer 5.1-Anwendung die Surroundkanäle . Die Nachhallgenerierung ist entsprechend vorteilhaft für alle Lautsprecherkonfigurationen am Ausgang 0 identisch.

[0041] Die Surroundkanäle "sorgen" nur dadurch für den Raumeindruck, weil der Schallpegel der Surroundkanäle verglichen mit dem Schallpegel der Frontkanäle geringer ist. Dadurch tritt das recht dezent dazugemischte Hallsignal in einem 5.1 System in erster Linie bei den Surroundkanälen zum Vorschein, obwohl das Hallsignal zu allen Kanälen dazugemischt wird.

[0042] Aus Gründen der Rechenzeit wird vorteilhafter Weise eine Mono-Hallstruktur mittels des Reverberators RV implementiert, an welcher an verschiedenen Stellen der Verzögerungsstrecke Ausgangssignale ausgekoppelt werden. Diese Abgriffe bzw. Verzögerungsleitungen T1, T2,... werden mit unterschiedlichen Gewichtungsfaktoren g1l, g1r, g2l, g2r,... für den linken und rechten Kanal bzw. die linke und die rechte Komponente L, R multipliziert und anschließend dieser aufaddiert. Somit kann für jeden Abgriff der Verzögerungsstrecke eine Position im

Stereo-Panorama gewählt werden, wobei die Stärke des Stereoeffekts über die Koeffizienten der Multiplikatoren M geregelt werden kann. Je nach Position des Hörers innerhalb eines virtuellen Raums können damit Reflexionen von Wänden in Stärke und Richtung simuliert werden.

[0043] Nachdem die Tonsignale der einzelnen Verzögerungsleitungen T1, T2,... bzw. Abgriffe der Verzögerungsstrecke mit Gewichtungsfaktoren g1l, g1r,... multipliziert und aufaddiert wurden, steht ein Nachhallsignal für die linke und die rechte Komponente L, R als das Reverberationssignal RL, RR zur Verfügung, welches mit einem weiteren Faktor für die Gesamtlautstärke des Nachhalls gegenüber dem Direktsignal in den weiteren Multiplizieren M2 beaufschlagt wird.

[0044] Für die Umgebungskanäle bzw. Umgebungs-komponenten LS, RS des vom Tonsignaleingang I bereitgestellten Tonsignals können entweder eigene Abgriffe aus der oder einer weiteren Verzögerungsstrecke bereitgestellt werden oder die Nachhallsignale bzw. Reverberationssignale der linken bzw. rechten Komponente RL, RR für den linken bzw. den rechten Umgebungs-kanal verwendet werden. Optional kann eine Verzögerung für die Reverberationssignale für die Umgebungs-komponenten verwendet werden. Eigene Abgriffe an der Verzögerungsstrecke führen zu unkorrelierbaren Signalen zwischen vorderseitigen (front) und rückseitigen (surround) Lautsprechern, was zu einem besseren Raumeindruck führt. (Front / Surround mit schlechter Korrelation ist vorteilhaft im Fall eines Hallsignals)

[0045] Die beschriebenen Ausführungsformen sind nicht auf einen 5.1-Decoder als Tonsignaleingang I begrenzt. Ein Einsatz ist auch in Verbindung mit einem Mono-Eingangssignal oder einem Stereo-Eingangssignal oder einem sonstigen mehrkanaligen Eingangssignal möglich. Insbesondere kann an Stelle eines Multikanal-Decoders als Tonsignaleingang I auch ein von extern eingespeistes Multikanal-Toneingangssignal anliegen.

[0046] Der Center-Kanal für die zentrale Komponente C muss nicht zwingend an der Nachhall-Generierung vorbeigeführt werden, wie bei den beschriebenen Ausführungsformen. Möglich ist auch eine Addition eines eigenständigen Nachhallsignals oder eine Addition eines vorhandenen oder aus einem vorhandenen Nachhallsignal erzeugten Nachhallsignals.

Patentansprüche

1. Schaltung zum Generieren von Nachhall für ein Tonsignal mit

- einer Signalquelle (I) zum Bereitstellen eines Tonsignals mit zumindest einer Komponente (L, R, LS, RS, C),
- einem Reverberator (RV) zum Bereitstellen zumindest eines Reverberationssignals (RL, RR) und

- einer Mischeranordnung (A2) zum Zusammenführen des Tonsignals oder einer Komponente (L, R) des Tonsignals und des Reverberationssignals (RL, RR),

dadurch gekennzeichnet, dass

- der Reverberator (RV) einen Eingang zum Eingeben des Tonsignals oder eines aus dem Tonsignal erzeugten Reverberator-Eingangssignals (GL, GR) als Basis für die Erzeugung des Reverberationssignals (RL, RR) aufweist.

2. Schaltung nach Anspruch 1 mit

- der ein Tonsignal mit einer Vielzahl von Komponenten (L, R, LS, RS, C) bereitstellenden Signalquelle (I) und
- einem Virtualizer (V) zum Zusammenmischen der von der Mischeranordnung (A2, A2*) ausgegebenen Signale auf eine geringere Anzahl von Komponenten (VL, VR) eines auszugebenden Tonsignals.

3. Schaltung nach Anspruch 1 oder 2 mit einer Mono-Hallstruktur im Reverberator (RV) zum Ausgeben zeitlich verzögerter Signale auf Verzögerungsleitungen (T1, T2, T3).

4. Schaltung nach Anspruch 3 mit jeweils einem ersten und einem zweiten Multiplikator (M) an den Verzögerungsleitungen (T1, T2, T3) zum Multiplizieren mit einem Gewichtungsfaktor (g1l, g1r, g1l, g2r,...) und zum Bereitstellen jeweils einer linksseitigen und einer rechtsseitigen Komponente (RL, RR) des Reverberationssignals.

5. Schaltung nach Anspruch 3 oder 4 mit einer zweiten Gruppe von Verzögerungsleitungen (T1*, T2*, T3*) zum Bereitstellen eines weiteren Reverberationssignals (RLS, RRS) zum Zusammenmischen mit zumindest einer anderen Komponente, insbesondere Umgebungs-komponente (LS, RS), als einer linken und einer rechten Komponente (L, R) des Tonsignals.

6. Schaltung nach Anspruch 4 mit einem Abgriff zum zusätzlichen Bereitstellen des Reverberationssignals als weiterem Reverberationssignal (RLS, RRS) zum Zusammenmischen mit zumindest einer anderen Komponente, insbesondere Umgebungs-komponente (LS, RS), als einer linken und einer rechten Komponente (L, R) des Tonsignals.

7. Schaltung nach Anspruch 5 oder 6 mit einer Verzögerungseinrichtung (D) zum Verzögern des weiteren Reverberationssignals gegenüber dem Reverberationssignal.

8. Verfahren zum Generieren von Nachhall für ein Tonsignal, bei dem

- von einer Signalquelle (I) ein Tonsignal mit zumindest einer Komponente (L, R, LS, RS, C) bereitgestellt wird, 5
- zumindest ein Reverberationssignal (RL, RR) bereitgestellt wird und
- das Tonsignal und das Reverberationssignal zusammengemischt werden, 10

dadurch gekennzeichnet , dass

- zum Bereitstellen des Reverberationssignals das Tonsignal oder ein aus dem Tonsignal erzeugtes Signal (GL, GR) verwendet wird. 15

9. Verfahren nach Anspruch 8, bei dem das aus dem Tonsignal und dem Reverberationssignal zusammengemischte Signal aus einer Vielzahl von Tonsignalkomponenten mit einer entsprechenden Vielzahl von Signalkomponenten bereitgestellt und nach dem Zusammenmischen zu einem auszugebenden Tonsignal mit einer geringeren Anzahl von Komponenten (VL, VR, C) zusammengemischt wird. 20 25

10. Verfahren nach Anspruch 8 oder 9, bei dem das Reverberationssignal mit einer Mono-Signalverarbeitung unter Ausgabe zeitlich verzögerter Signale bereitgestellt wird, wobei die zeitlich verzögerten Signale mit Gewichtungsfaktoren zum Bereitstellen einer ersten und einer zweiten Komponente (RL, RR) des Reverberationssignals gewichtet werden. 30

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10, bei dem ein weiteres Reverberationssignal zum Zusammenmischen mit zumindest einer anderen Komponente, insbesondere Umgebungskomponente (LS, RS), als einer linken und einer rechten Komponente (L, R) des Tonsignals bereitgestellt wird. 35 40

45

50

55

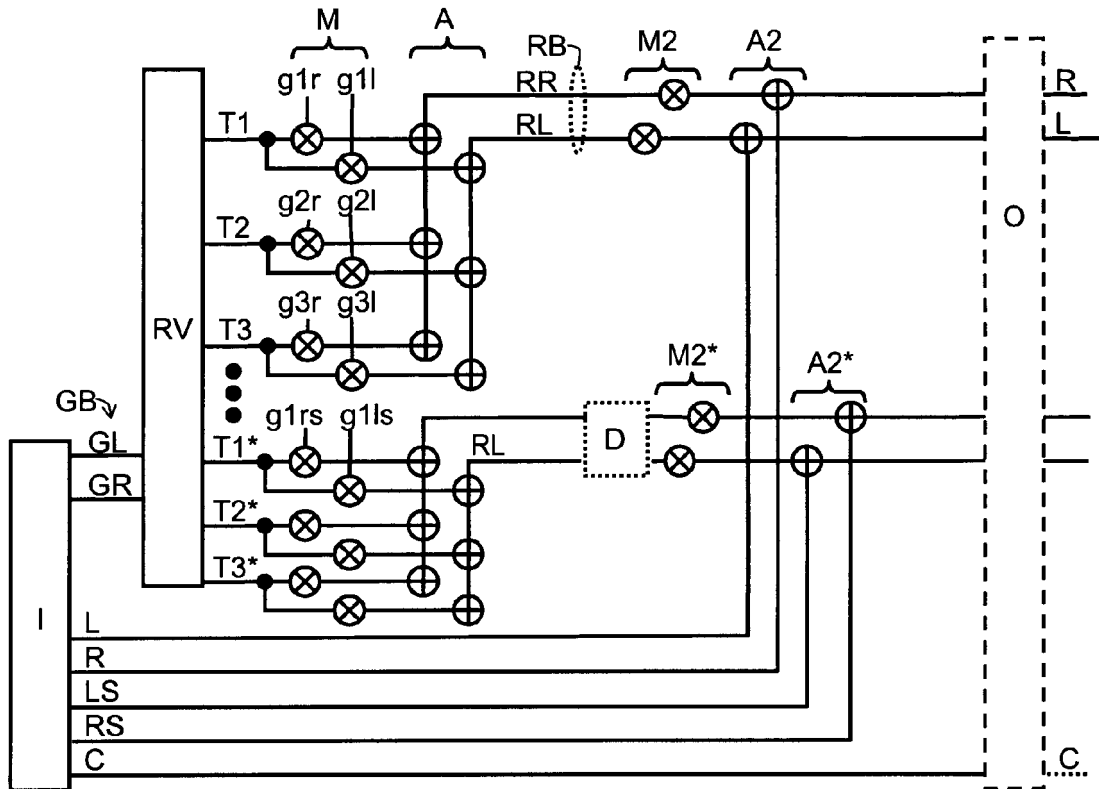


Fig. 1

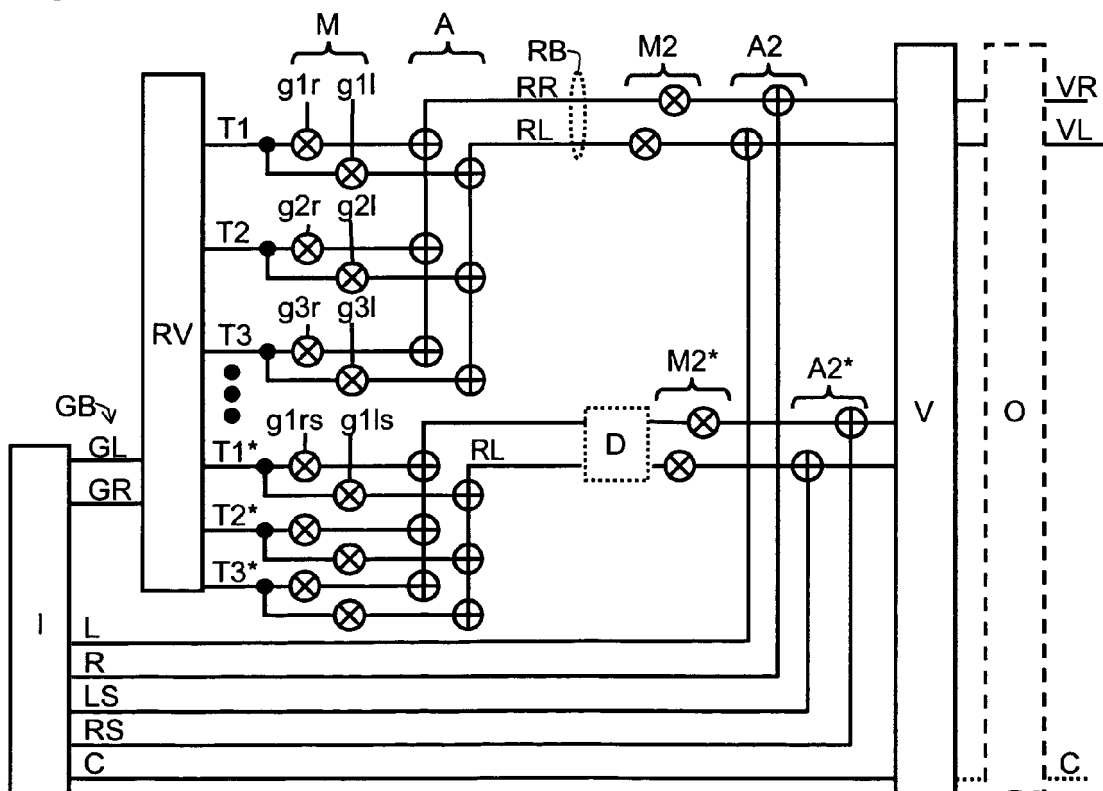


Fig. 2

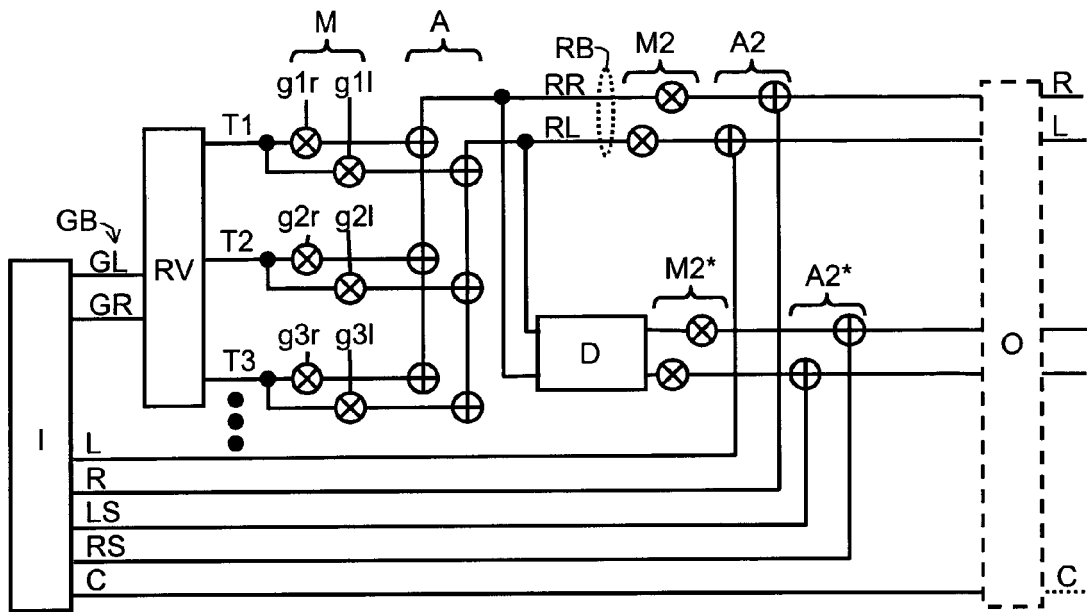


Fig. 3

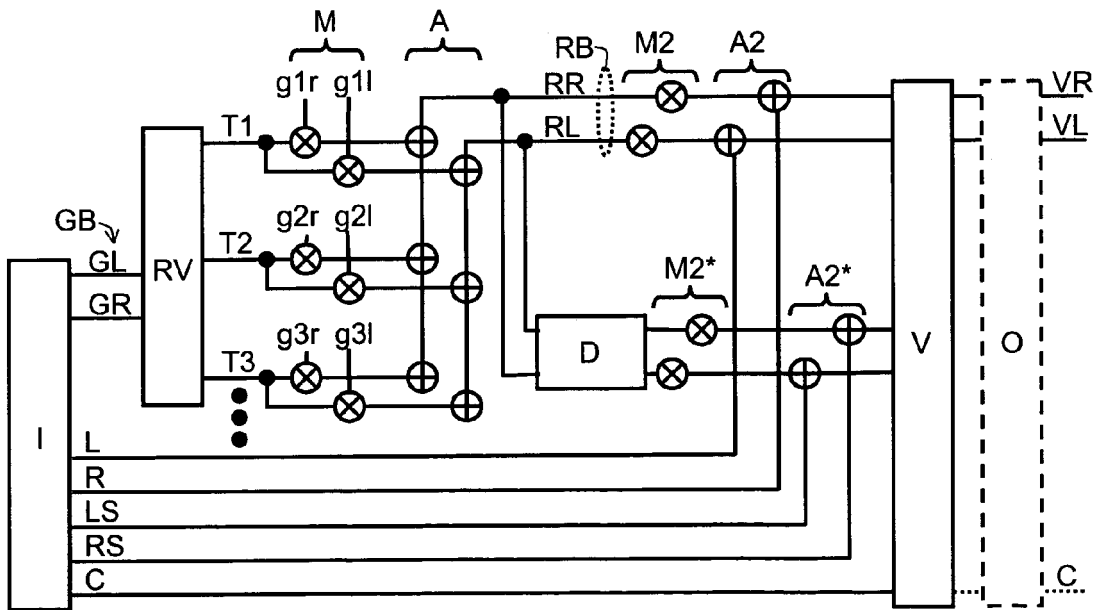


Fig. 4