



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
18.11.2009 Patentblatt 2009/47

(51) Int Cl.:
H04S 3/02 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08009095.4**

(22) Anmeldetag: **16.05.2008**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA MK RS

(72) Erfinder: **Vierthaler, Matthias**
79211 Denzlingen (DE)

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

(71) Anmelder: **Micronas GmbH**
79108 Freiburg (DE)

(54) **Vorrichtung und Verfahren zum Erzeugen eines Raumklangs**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Raumklangs mit einer Quelle, die zumindest ein erstes Signal (SL) zum Erzeugen eines ersten Klangeindrucks und ein zweites Signal (SR) zum Erzeugen eines zweiten Klangeindrucks bereitstellt, mit einer Schaltungsanordnung zum Modifizieren des ersten Signals (SL) und des zweiten Signals (SR) zum Erzeugen eines dritten Klangeindrucks einer virtuellen Quelle (SC) und mit Anschlüssen zum Ausgeben eines ersten

derart modifizierten Signals (SL') und eines zweiten derart modifizierten Signals (SR') an jeweils einen Lautsprecher (L1, L2). Vorteilhaft wird diese Schaltung dadurch, dass diese eine Phasenverschiebungsanordnung (2) zum Modifizieren des ersten Signals (SL) und des zweiten Signals (SR) relativ zueinander mit einer Phasenverschiebung von 170° bis 190° aufweist. Vorteilhaft ist außerdem ein Verfahren zum Durchführen einer entsprechenden Signalverarbeitung.

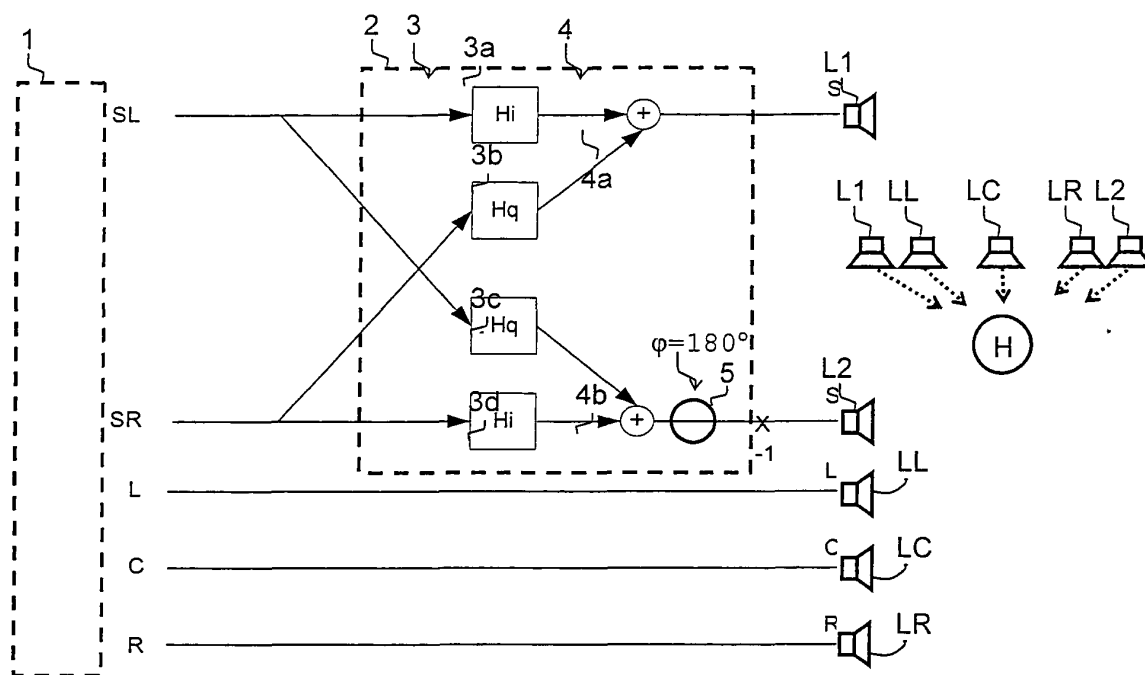


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Raumklangs mit den oberbegrifflichen Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 bzw. auf ein Verfahren zum Erzeugen eines Raumklangs mit den oberbegrifflichen Merkmalen gemäß Patentanspruch 9.

[0002] Ziel ist es, ein virtuelles Raumklangsystem (engl. surround sound system) zu entwickeln, das für einen möglichst großen "sweet spot" einen guten Raumeindruck vermittelt, ohne dabei notwendigerweise einen oder mehrere Lautsprecher hinter dem Zuhörer platzieren zu müssen. Unter dem sweet spot wird ein Bereich des Raumes verstanden, in dem eine Wiedergabe von Klängen, insbesondere Musik oder Sprache, auf einen Hörer den optimal erwünschten Klang erzielt.

[0003] Es sind verschiedene Verfahren zur Erzeugung eines Raumklangs bekannt. Insbesondere Verfahren wie Dolby Digital AC-3®, Dolby ProLogic II® und DTS®, stellen Signale für vorne links, vorne mitte, vorne rechts, hinten links und hinten rechts zur Verfügung, die an Lautsprecher angeschlossen werden, welche entsprechend im Raum um einen Hörer herum angeordnet sind. Optional kann ein Subwoofer für tieffrequente Signale angeschlossen werden. Es gibt auch Verfahren, wie z.B. Dolby Pro Logic®, die nur einen rückwärtigen Kanal zur Verfügung stellen, der mittig hinten angeordnet wird. Alle diese Verfahren erfordern, dass ein oder mehrere Lautsprecher hinter dem Zuhörer platziert und verkabelt werden. Das ist aus Platzgründen oder optischen Gründen oft nicht möglich oder erwünscht.

[0004] Deshalb wurden sogenannte virtuelle Raumklangsysteme entwickelt. Diese geben die Signale über eine reduzierte Anzahl von Lautsprechern wieder, indem die Signale über spezielle Filter zusammengemischt werden. Diese Systeme erzeugen beim Zuhörer den Eindruck, der Klang käme von einem "virtuellen" Lautsprecher, obwohl dieser physikalisch nicht vorhanden ist. Die Grundlage für diese Verfahren ist z.B. in "John C. Middlebrooks et al., "Sound localization by human listeners", Annu. Rev. Psychol. 1991, 42:135-59" beschrieben. Eine gängige Anordnung vor allem für Fernsehgeräte ist z.B., die fünf Kanäle für die Signale Links, Center, Rechts, Surround Links, Surround Rechts auf den linken und rechten Lautsprecher des Fernsehgeräts auszugeben. Bekannte Beispiele für solche Virtuellen Raumklangsysteme sind z.B. 3D Panorama® der Firma Micronas, das in vielen Fernsehgeräten in Europa und Asien eingebaut ist, SRS TruSurround XT® der Firma SRS oder Dolby Virtual Digital® der Firma Dolby.

[0005] Fig. 6 skizziert das Prinzip eines sogenannten Virtualizers. Wäre eine reale Schallquelle, der ein Surround-Signal S angelegt wird, an einer Position L_v platziert, würde das rechte Ohr eines Hörers H Schallwellen mit einer Übertragungsfunktion H_s , und das linke Ohr Schallwellen mit einer Übertragungsfunktion H_a empfangen. Der gleiche Höreindruck soll nun erzeugt werden, indem Signale SL' eines ersten Lautsprechers L_1 und Signale SR' eines zweiten Lautsprechers L_2 dabei so modifizierend verarbeitet sind, dass bei dem Hörer H der Eindruck erweckt wird, dass das Signal S von einem virtuellen Lautsprecher L_v komme. Schallwellen der beiden Lautsprecher L_1 , L_2 erreichen das linke bzw. das rechte Ohr des Hörers H mit den Übertragungsfunktionen V_{s1} , V_{a1} , V_{a2} und V_{s2} . Die Übertragungsfunktionen V_{s1} , V_{a1} , V_{a2} , V_{s2} , H_a und H_s werden Kopfübertragungsfunktionen (engl. HRTF / Head related transfer functions) genannt. Der Entwurf dieser Funktionen ist z.B. beschrieben in "Jyri Huopaniemi and Matti Karjalainen, Comparison of Digital Filter Design Methods for 3-D Sound, IEEE Nordic Signal Processing Symposium (NOR-SIG96), Helsinki, Finland, Sept. 24-27, 1996"

[0006] Dieser Effekt kann z.B. über eine in Fig. 7 dargestellte Schaltung, ein sogenanntes "cross cancellation network" (deutsch: Kreuzauslöschungsnetz) und die Kopfübertragungsfunktionen V_s , V_a , H_s , H_a erreicht werden, bei welcher beispielhaft ein Surround-Signal S angelegt ist.

[0007] Befindet sich der Zuhörer zentral zwischen den beiden Lautsprechern L_1 und L_2 kann vereinfachend angenommen werden $V_s = V_{s1} = V_{s2}$ und $V_a = V_{a1} = V_{a2}$. Dann gilt

$$SL' = S \cdot \frac{\overbrace{H_s \cdot V_s - H_a \cdot V_a}^{H_i}}{V_s^2 - V_a^2} \quad (1)$$

bzw.

$$SR' = S \cdot \frac{\overbrace{H_a \cdot V_s - H_s \cdot V_a}^{H_q}}{V_s^2 - V_a^2} \quad (2)$$

[0008] Dabei ist SL' , das dem ersten Lautsprecher L_1 angelegte Signal, welches entsprechend Gleichung (1) modifiziert wird. SR' ist entsprechend das modifizierte zweite Signal, welches dem zweiten Lautsprecher L_2 angelegt wird. V_{s1} ,

Vs2 entsprechen den Signalanteilen, welche von den beiden Lautsprechern L1, L2 zu demjenigen Ohr des Hörers auf der selben Seite von dessen Kopf gelaufen sind und Va1, Va2 entsprechen den Signalanteilen, welche von den Lautsprechern L1, L2 zum Ohr des Hörers auf dessen anderen Seiten des Kopfes gelaufen sind. Hs bzw. Ha entsprechen den Übertragungsfunktionen der virtuellen Schallquelle zum linken bzw rechten Ohr des Zuhörers. Die Übertragungsfunktionen Hi und Hq fassen die die Übertragungsfunktionen gemäß Gleichung (1) und (2) zusammen.

[0009] Besondere Beachtung sollte man Signalen schenken, die zentral von Hinten kommen. Da in diesem Fall das rechte und das linke Ohr eines Hörers genau die gleichen Signale empfangen, ist eine räumliche Ortung des Signals nicht möglich und der Klang scheint zentral von vorne zu kommen. Dieser Effekt wird in der Literatur als Front-Back Confusion bezeichnet (deutsch: Vorne/Hinten-Verwirrung).

[0010] Systeme, wie z.B. 3D Panorama®, die nur einen rückwärtigen Kanal verarbeiten, adressieren dieses Problem, indem dieser Mono-Kanal zuerst in ein sogenanntes Pseudo-stereo-Signal gewandelt wird und danach virtualisiert wird. Systeme zur Erzeugung eines Pseudo-stereo-Signals aus einem Mono-Signal sind z.B. aus der Veröffentlichung "Audio Engineering Society", "Stereophonic Techniques", New York, 1986, Seite 64-96 bekannt.

[0011] In Fig. 8 ist ein einfaches System zur Erzeugung eines virtuellen Raumklangs aus einem solchen Mono Surround-Kanal dargestellt. Ein solches System, das auf ein monophones Surround-Eingangssignal ausgelegt ist, kann einen guten Surround-Eindruck erzeugen. Dies wird jedoch mit einer nur ungenauen Ortung der Signalquelle in Kauf genommen, da das Signal irgendwo von hinten herkommt, meist sogar aus mehreren Richtungen zu kommen scheint. Dabei wird ein Surroundsignal sowohl an eine als Verzögerungselement und Allpassfilter ausgelegte Schaltung als auch an ein Modul zum Multiplizieren mit einer Übertragungsfunktion Hq angelegt. Die addierten Ausgangswerte der beiden Zweige werden als ein Signal SR' für z.B. den rechten Lautsprecher bereitgestellt. Für den anderen Lautsprecher wird dessen Signal SL' durch Addition aus dem Ausgangswert der Schaltung und dem invertierten Ausgangswert des Moduls bereitgestellt. Diese beiden Signale SR', SL' werden zusammen mit weiteren Signalen R, C, L bzw. R', C' und L', die für den rechten, mittleren bzw. linken Kanal bereitgestellt werden, einer Matrix M angelegt. In der Matrix M werden die Signale der Kanäle SL', SR', L', R', C' auf die beiden virtualisierten Kanäle Lv und Rv gemischt, die dann an die beiden Lautsprecher ausgegeben werden. Dies kann z.B. gemäß $L_v = L' + 0,5 \cdot C' + SL'$, $R_v = R' + 0,5 \cdot C' + SR'$ erfolgen. Dabei sind die Bezugszeichen der Ausgangskanäle gegenüber den Eingangskanälen mit einem "1" gekennzeichnet, wobei auf der Strecke zwischen den entsprechenden Ein- und Ausgängen optional eine weitere, jedoch zur Vereinfachung der Darstellung nicht skizzierte Signalverarbeitung stattfinden kann.

[0012] Bei einem System, das in Fig. 9 skizziert und als Stereo Surround bekannt ist, ist hingegen eine Ortung der Schall- bzw. Signalquelle möglich. Ein Hörer hat den Eindruck, dass das Signal z.B. von hinten links oder hinten rechts kommt. Von einer Signalquelle 1 werden wieder ein erstes Signal SL und ein zweites Signal SR bereitgestellt. Das erste und das zweite Signal SL, SR werden einer Vielzahl von Übertragungsfunktionen 3 einer Schaltungsanordnung angelegt. Dabei erfolgt in einem ersten und einem vierten Übertragungsfunktion 3a, 3d eine Verarbeitung mit der ersten Übertragungsfunktion Hi, wobei die Ergebnisse an einen ersten bzw. zweiten Addierer 4a, 4b ausgegeben werden. Ein Ausgang des ersten Addierers 4a stellt das erste modifizierte Signal SL' bereit, welches an die Matrix angelegt wird. Ein Ausgang des zweiten Addierers 4b stellt das zweite modifizierte Signal SR' bereit, welches ebenfalls an die Ausgangsmatrix angelegt wird. Außerdem wird das erste Signal SL einem dritten Filterfunktion 3c zur Verarbeitung mit der Übertragungsfunktion Hq angelegt. Nach der Multiplikation erfolgt eine Phasenverschiebung um 180°, wobei das phasenverschobene Signal der dritten Filterfunktion 3c an einem zweiten Eingang des zweiten Addierers 4b angelegt wird. Entsprechend wird das zweite Signal SR an eine zweite Filterfunktion 3b angelegt, in welchem es mit der Übertragungsfunktion Hq verarbeitet wird. Das Ergebnis wird um 180° phasenverschoben einem zweiten Eingang des ersten Addierers 4a angelegt. Die Signale für vorne links (L), vorne rechts (R) und vorne Mitte (C) werden ebenfalls an die Matrix angelegt. Aus den Signalen SL', SR', L', R' und C' werden durch linearkombination die beiden Signale Lv und Rv erzeugt, welche auf den Lautsprechern L1 und L2 ausgegeben werden. Ein einfaches Beispiel für die Matrix wäre z.B. $L_v = L' + 0,5 \cdot C' + SL'$ sowie $R_v = R' + 0,5 \cdot C' + SL'$.

[0013] Signale, die von hinten mittig kommen, bei denen also die Signale SL und SR von links bzw. von rechts gleich sind, so dass $SL = SR$ gilt, werden jedoch wahrgenommen, als kämen sie zentral von vorn. Für solche Signale besteht daher kein Raumeindruck mehr, was auch als Front-Back Confusion bezeichnet wird (deutsch: Vorne/Hinten-Verwirrung).

[0014] Allgemein bekannt ist aus aufwändigeren Systemen, Echos hinzuzufügen. Verschiedene, auch kommerzielle Virtualisierungssysteme unterscheiden sich hauptsächlich durch die Wahl der Kopfübertragungsfunktionen.

[0015] EP 0 808 076 B1 beschreibt ein Raumklangsystem mit einer Quelle für raumbezogene Signale, die ein Rechts- und ein Links-Signal und weitere, das Rechts- und Links-Signal zu einem Raumklangbild ergänzende Signale enthalten, wobei eine Modifikationsschaltung zur Stereo-Basisverbreiterung vorgesehen ist, der von den raumbezogenen Signalen nur das reine Rechts- und Links-Signal der Quelle zugeführt sind und wobei die das Raumklangbild ergänzenden Signale ein Mitten-Signal enthalten, das den Ausgangssignalen der Modifikationsschaltung, die ein modifiziertes Rechts- und ein modifiziertes Links-Signal bilden, additiv hinzugefügt ist.

[0016] Die Nachteile dieser Systeme stellen sich wie folgt dar: Entweder kann nur ein monophones Surroundsignal

verarbeitet werden, was nach der Virtualisierung keine genaue räumliche Ortung des Signals zulässt. Oder es werden stereophone Surroundsignale verarbeitet, welche eine räumliche Ortung eines Klangs von hinten links oder hinten rechts zulassen. Aber selbst wenn eine Signalquelle separate Signale für hinten links und hinten rechts zur Verfügung stellt, z.B. Dolby AC-3®, beinhalten diese Kanäle oft einen großen Anteil monophoner Signale. Diese Anteile lassen sich nicht

hinter dem Hörer virtualisieren.
[0017] WO 01/05187 A1 betrifft ein System, das die Vorteile der beiden oben genannten Verfahren vereinigt. Ein Detektionsschaltkreis erkennt, ob ein Großteil der Surroundinformation monophon ist. Wenn ja, wird das monophone Surroundsignal in ein Pseudo-stereo-Signal gewandelt und erst dann virtualisiert. Bei diesem System wird eine Signalverarbeitung also dynamisch, abhängig von den Eingangssignalen durchgeführt.

[0018] Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, bei einer Vorrichtung bzw. bei einem Verfahren zum Erzeugen eines Raumklangs einen räumlichen Eindruck zu verbessern. Insbesondere soll dies sowohl für monophone als auch für stereophone Surroundsignale ermöglicht werden, ohne dass dafür ein Detektionsschaltkreis notwendig ist.

[0019] Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Raumklangs mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 1 bzw. durch ein Verfahren zum Erzeugen eines Raumklangs mit den Merkmalen gemäß Patentanspruch 9. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind vorrichtungs- und entsprechend auch verfahrensgemäß Gegenstand von abhängigen Ansprüchen.

[0020] Bevorzugt wird demgemäß eine Vorrichtung zum Erzeugen eines Raumklangs mit einer Quelle, die zumindest ein erstes Signal zum Erzeugen eines ersten Klangeindrucks und ein zweites Signal zum Erzeugen eines zweiten Klangeindrucks bereitstellt, mit einer Schaltungsanordnung zum Modifizieren des ersten Signals und des zweiten Signals zum Erzeugen eines dritten Klangeindrucks einer virtuellen Quelle und mit Anschlüssen zum Ausgeben eines ersten derart modifizierten Signals und eines zweiten derart modifizierten Signals an eine Matix oder an jeweils einen Lautsprecher, wobei die Schaltungsanordnung oder einem dieser nachgeschalteten Phasenverschiebungsmodul ausgelegt und/oder gesteuert ist mit einer Phasenverschiebungsanordnung zum Modifizieren des ersten Signals und des zweiten Signals relativ zueinander mit einer Phasenverschiebung von 170° bis 190° . Die Phasenverschiebungsanordnung oder das dieser nachgeschaltete Phasenverschiebungsmodul ist bevorzugt als ein Inverter ausgelegt und/oder gesteuert zum Modifizieren des ersten Signals mit der Phasenverschiebung von 180° gegenüber dem zweiten Signal. Überraschend erzielt werden kann durch eine solche Ausgestaltung der Eindruck eines von hinten kommenden Signals, wenn die Signalanteile der beiden Signale betragsmäßig gleich sind und ohne eine solche Phasenverschiebung bei einem Hörer den Eindruck eines von vorne kommenden Signals erzeugen würden.

[0021] Die Phasenverschiebungsanordnung kann als ein Verzögerungsmodul ausgelegt und/oder gesteuert sein zum verzögerten Ausgeben des von der Signalquelle bereitgestellten oder modifizierten ersten Signals und des von der Signalquelle bereitgestellten oder modifizierten zweiten Signals, wobei die Phasenverschiebungsanordnung dann ausgelegt und/oder gesteuert ist zum Modifizieren des ersten Signals mit einer positiven Phasenverschiebung gegenüber dem von der Signalquelle bereitgestellten ersten Signal und zum Modifizieren des zweiten Signals mit einer relativ dazu negativen Phasenverschiebung gegenüber dem von der Signalquelle bereitgestellten zweiten Signal. Die Phasenverschiebungsanordnung ist dabei bevorzugt ausgelegt und/oder gesteuert zum Modifizieren des ersten Signals mit einer Phasenverschiebung von $+70^\circ$ bis $+100^\circ$, insbesondere von $+90^\circ$, und des zweiten Signals mit einer Phasenverschiebung von -100° bis -70° , insbesondere von -90° . Anstelle der Möglichkeit, nur eines der Signale um 180° zu verschieben, besteht auch die Möglichkeit, beide Signale um jeweils $\pm 90^\circ$ zu verschieben, um insgesamt eine Phasenverschiebung von 180° zu erzielen.

[0022] Ein erstes Verzögerungselement und/oder ein erster Dekorrelator verzögern optional das von der Signalquelle bereitgestellte erste Signal und legen dieses verzögert einem dritten Addierer zum Aufaddieren auf das phasenverschobene erste Signal an. Ein zweites Verzögerungselement und/oder ein zweiter Dekorrelator verzögern entsprechend das von der Signalquelle bereitgestellte zweite Signal und legen dieses verzögert einem vierten Addierer zum Aufaddieren auf das phasenverschobene zweite Signal an. Um in der praktischen Umsetzung eine negative Phasenverschiebung zu vermeiden, können eines oder beide der Signale in einem insbesondere ersten Verarbeitungsschritt zeitlich verzögert werden, um dann die Verschiebung eines der Signale ggfs. auch in negativer Richtung umzusetzen. Beide Signale können aber z.B. auch um entsprechend 90° und 270° verschoben werden.

[0023] Ein Anpassungsmodul kann einen Anpassungswert aus dem von der Signalquelle bereitgestellten ersten und zweiten Signal bilden und verzögert einem dritten Addierer zum Aufaddieren auf das phasenverschobene erste Signal und einem vierten Addierer zum Aufaddieren auf das phasenverschobene zweite Signal anlegen.

[0024] Ein Rotationsmodul kann ausgelegt und/oder gesteuert sein zum zyklischen Drehen der Phasen des ersten Signals oder des ersten modifizierten Signals, des zweiten Signals oder des zweiten modifizierten Signals und eines aus dem ersten und zweiten Signal gebildeten Mittensignals oder eines aus dem ersten und zweiten modifizierten Signal gebildeten modifizierten Mittensignals um jeweils 90° .

[0025] Die Quelle kann auch weitere Signale zum Erzeugen weiterer Klangeindrücke bereitstellen, beispielsweise für einen linken Kanal und einen rechten Kanal. In diesem Fall kann die Schaltungsanordnung zum Erzeugen des dritten Klangeindrucks der virtuellen Quelle vorteilhaft Schaltungen zum Ändern von Phasen des ersten bzw. des zweiten

Signale und Schaltungen zum Ändern von Phasen der weiteren Signale aufweisen, wobei die Schaltungen ausgelegt und/oder gesteuert sind in Verbindung mit der Phasenverschiebungsanordnung zumindest die Phase eines ersten der weiteren Signale zur Phase des ersten modifizierten Signals um im wesentlichen $+90^\circ$ zu ändern und die Phase des ersten der weiteren Signale zur Phase des zweiten modifizierten Signals um im wesentlichen -90° zu ändern.

[0026] Erzielt wird mit solchen Schaltungen bzw. Signalverarbeitungen eine gute räumliche Ortung für von hinten Links/Rechts kommende Signalanteile und gleichzeitig auch ein guter Raumeindruck für zentral von hinten kommende Signalanteile. Umsetzbar sind bevorzugte Schaltungen sowohl für monophone als auch für stereophone Surroundsignale, ohne dass dafür ein Detektionsschaltkreis notwendig ist. Dadurch wird der Aufwand der Vorrichtung reduziert und negative Einflüsse durch die Regelung und deren Zeitkonstanten werden vermieden.

[0027] Anstelle einer Umsetzung durch eine Schaltungsanordnung mit einer Vielzahl individueller Komponenten kann auch eine Umsetzung durch einen oder mehrere Prozessoren zur Signalverarbeitung erfolgen, welche dann entsprechend angesteuert bzw. programmiert werden, um die Signalverarbeitung verfahrensgemäß entsprechend durchzuführen.

[0028] Ein Ausführungsbeispiel wird nachfolgend anhand der Zeichnung näher erläutert. Soweit bei verschiedenen Figuren gleiche Bezugszeichen verwendet werden, handelt es sich um gleich aufgebaute oder gleich wirkende Komponenten, Signale bzw. Funktionen, weshalb diesbezüglich jeweils auch auf die Ausführungen zu den übrigen Figuren verwiesen wird. Es zeigen:

Fig. 1 schematisch Komponenten und Signalanteile einer ersten bevorzugten Schaltungsanordnung bzw. Vorrichtung zum Erzeugen eines Raumklangs;

Fig. 2 eine gegenüber Fig. 1 modifizierte Ausführungsform;

Fig. 3 eine noch weiter modifizierte Ausführungsform;

Fig. 4 eine weitere Ausführungsform einer vorteilhaften Schaltungsanordnung;

Fig. 5 eine noch weitere beispielhafte Schaltungsanordnung zum Erzeugen eines Raumklangs;

Fig. 6 eine Skizze zur Veranschaulichung von Signalen, welche bei einem Hörer einen Raumklang erzeugen;

Fig. 7 ein so genanntes Cross-Cancellation-Network und kopfbezogene Übertragungsfunktionen dazu;

Fig. 8 eine Schaltungsanordnung gemäß dem Stand der Technik zum Erzeugen eines Raumklangs für ein monophones Surround-Eingangssignal und

Fig. 9 eine weitere Anordnung gemäß dem Stand der Technik zum Erzeugen eines Raumklangs für ein stereophones Surround-Eingangssignal.

[0029] Fig. 1 zeigt eine erste Ausführungsform, bei der von einer Signalquelle 1, z.B. einem Dekoder oder einem DVD-Abspielgerät, ein erstes Signal SL und ein zweites Signal SR bereitgestellt werden. Dabei ist das erste Signal SL zur Ausgabe über einen ersten Lautsprecher L1 vorgesehen und das zweite Signal SR zur Ausgabe über einen zweiten Lautsprecher L2 vorgesehen. An die beiden Lautsprecher L1, L2 werden jedoch anstelle dieser Signale SL, SR ein modifiziertes erstes Signal SL' bzw. ein modifiziertes zweites Signal SR' angelegt, um einen Raumklang zu erzeugen, welcher den Eindruck vermittelt, dass zusätzlich ein weiteres Signal in Art eines Mitten-Signals über einen noch weiteren Lautsprecher als einem virtuellen Mitten-Lautsprecher ausgegeben werden würde.

[0030] Zur Verarbeitung der beiden Signale SL, SR dient eine Schaltungsanordnung, welche im Wesentlichen in für sich bekannter Art und Weise ausgebildet ist und weitere für sich bekannte Komponenten aufweisen kann. Zur Erzeugung eines Raumklangs, welcher eine Unterscheidung eines vermeintlich von mittig hinten hörbaren Signals dient, ist die Schaltungsanordnung als eine Phasenverschiebungsanordnung 2 ausgestaltet. Das erste Signal SL wird einem ersten Multiplikationsglied 3a einer Vielzahl von Multiplikationsgliedern 3 angelegt und in diesem mit der ersten der Übertragungsfunktionen H_i aus den einleitend genannten Gleichungen multipliziert. Die Übertragungsfunktionen können optional als komplexe und/oder frequenzabhängige Faktoren ausgestaltet sein. Ein multipliziertes Ausgangssignal des ersten Multiplikationsglieds 3a wird einem Addierer 4a einer Addiereranordnung 4 angelegt. Ein Additionsergebnis des ersten Addierers 4a wird als das erste modifizierte Signal SL' an den ersten Lautsprecher L1 ausgegeben. Das zweite Signal SR wird entsprechend einem vierten Multiplikationsglied 3d zur Multiplikation mit der ersten Übertragungsfunktion H_i angelegt. Das Multiplikationsergebnis wird vom vierten Multiplikationsglied 3d einem zweiten Addierer 4b der Addiereranordnung 4 angelegt. Dessen Additionsergebnis wird einem Phasenverschiebungsmodul 5 angelegt, welches eine

Phasenverschiebung ϕ um 180° vornimmt. Das phasenverschobene Signal wird von dem Phasenverschiebungsmodul 5 als das zweite modifizierte Signal SR' an den zweiten Lautsprecher L2 ausgegeben. Somit wird die Phase nicht, wie es für ein Cross cancel Filter üblich wäre, nach den Filtern Hq invertiert, sondern nur vor dem Ausgang des modifizierten Signals SR' .

[0031] Außerdem wird das erste Signal SL einem dritten Multiplikationsglied 3c der Multiplikationsglieder 3 zur Multiplikation mit der zweiten Übertragungsfunktion Hq aus den bekannten Gleichungen angelegt. Das Multiplikationsergebnis wird einem weiteren Additionseingang des zweiten Addierers 4b zur Addition angelegt. Entsprechend wird das zweite Signal SR zusätzlich einem zweiten Multiplikationsglied 3b zur Multiplikation mit der zweiten Übertragungsfunktion Hq angelegt, wobei das Multiplikationsergebnis an einen weiteren Additionseingang des ersten Addierers 4a angelegt wird.

[0032] Die Auswirkung der Signalverarbeitung dieser Ausführungsform ist mittels der nachfolgenden Tabelle im Vergleich zu der Auswirkung bei einer Schaltungsanordnung des Standes der Technik gemäß Fig. 9 dargestellt.

Signal	Fig. 9	Fig. 1	Kommentar
nur SL	$SL' = H_i * SL$ $SR' = -H_q * SL$	$SL' = H_i * SL$ $SR' = -H_q * SL$	beide gleich
nur SR	$SL' = -H_q * SR$ $SR' = H_i * SR$	$SL' = H_q * SR$ $SR' = -H_i * SR$	beide 180° phasengedreht
SL = SR	$SL' = SL * (H_i - H_q)$ $SR' = SL * (H_i - H_q)$	$SL' = SL * (H_i + H_q)$ $SR' = -SL * (H_i + H_q)$	Fig.9: $SL' = SR' \rightarrow$ kein Surround, Fig.1: gegenphasig

[0033] In der Tabelle werden drei Fälle verglichen. Gemäß dem ersten Fall wird nur das erste Signal SL an die Schaltungsanordnung angelegt. Gemäß der bekannten Schaltungsanordnung nach Fig. 9 wird dann vom ersten Lautsprecher L1 das erste modifizierte Signal als Produkt der ersten Übertragungsfunktion H_i mit dem ersten Signal SL ausgegeben. Der zweite Lautsprecher L2 gibt das zweite modifizierte Signal SR' als Produkt des ersten Signals SL mit der negativen zweiten Übertragungsfunktion Hq aus. Im Fall der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 1 werden dieselben modifizierten Signale SL' , SR' durch die beiden Lautsprecher L1 bzw. L2 ausgegeben.

[0034] Für den Fall, dass nur das zweite Signal SR an die Schaltungsanordnungen angelegt wird, wird durch die Schaltungsanordnung gemäß Fig. 9 über den ersten Lautsprecher L1 das erste modifizierte Signal SL' als Produkt aus dem zweiten Signal SR und der negativen zweiten Übertragungsfunktion Hq und aus dem zweiten Lautsprecher L2 das zweite modifizierte Signal SR' als Produkt aus der ersten Übertragungsfunktion H_i und dem zweiten Signal SR ausgegeben. Im Gegensatz dazu werden bei der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 1 aus den beiden Lautsprechern zwar betragsmäßig dieselben Signale ausgegeben, jedoch ist das Vorzeichen umgekehrt. Dies bedeutet, dass die von den Lautsprechern L1, L2 der beiden verglichenen Schaltungsanordnungen ausgegebenen Signale um 180° phasengedreht sind.

[0035] Bei dem dritten verglichenen Fall sind die Anteile der beiden Signale SL , SR gleich. Im Fall der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 9 wird durch den ersten Lautsprecher L1 entsprechend das erste modifizierte Signal SL' als Produkt des ersten Signals SL mit der Differenz der ersten und der zweiten Übertragungsfunktion $H_i - H_q$ ausgegeben. Das letztendlich selbe Signal wird als zweites modifiziertes Signal SR' aus dem zweiten Lautsprecher L2 ausgegeben. Bei der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 1 wird hingegen als das erste modifizierte Signal SL' durch den ersten Lautsprecher L1 das Produkt aus dem ersten Signal SL mit dem Additionswert der beiden Übertragungsfunktionen $H_i + H_q$ ausgegeben und aus dem zweiten Lautsprecher L2 der negative Wert desselben Produkts ausgegeben. In diesem Fall wird bei der Schaltungsanordnung des Standes der Technik gemäß Fig. 9 durch beide Lautsprecher L1, L2 das identisch gleiche Signal $SL' = SR'$ ausgegeben, so dass kein räumlicher Surround-Effekt eintritt. Bei der bevorzugten Ausgestaltung gemäß Fig. 1 werden die beiden modifizierten Signale SL' , SR' hingegen gegenphasig ausgegeben, so dass ein Umgebungseindruck entsteht.

[0036] Das erste und das zweite modifizierte Signal SR' , SL' werden zusammen mit weiteren Signalen R, C, L bzw. R' , C' und L' , die für den rechten, mittleren bzw. linken Kanal bereitgestellt werden, jeweils einem eigenen Lautsprecher L1, L2, LR, LC, LL angelegt. Vorteilhaft können alle fünf Lautsprecher L1, L2, LR, LC, LL vor einem Hörer H angeordnet werden und trotzdem einen gewohnten Surround-Klang bewirken. Trotz einer Wirkung von Klängen von hinten kann eine Anordnung von Lautsprechern hinter dem Hörer H entfallen.

[0037] Diese erste Ausführungsform hat noch einen Nachteil, da dort bei bestimmten Signalverhältnissen die ausgegebenen modifizierten Signale SL' , SR' nicht mehr symmetrisch sind, weil sie immer gegenphasig sind. Dieser nachteilige Effekt spielt aber nur eine Rolle, wenn gleichzeitig auf den restlichen Kanälen bzw. insbesondere den Signalen für Links,

Mitte und Rechts ein identischer Signalanteil anliegt.

[0038] Fig. 2 zeigt eine zweite Ausführungsform, welche diesen Nachteil der ersten Ausführungsform beseitigt. Die Symmetrie lässt sich wieder herstellen, indem statt der Gegenphasigkeit die Surround-Kanäle bzw. deren Signale SL, SR um $\pm 90^\circ$ verschoben werden, was z.B. durch eine Hilpert-Transformation erzielbar ist.

[0039] Dazu werden die beiden von dem ersten bzw. dem zweiten Addierer 4a, 4b ausgegebenen Signale jeweils einem Phasenverschiebungsmodul 5a bzw. 5b angelegt und darin um $+90^\circ$ bzw. -90° verschoben. Die Ausgänge der beiden Phasenverschiebungsmodule 5a, 5b stellen das erste bzw. das zweite modifizierte Signal SL' bzw. SR' bereit. Die weiteren Komponenten entsprechen denen der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 1.

[0040] Das erste und das zweite modifizierte Signal SR', SL' werden bei dieser Variante zusammen mit weiteren Signalen R, C, L bzw. R', C' und L', die für den rechten, mittleren bzw. linken Kanal bereitgestellt werden, einer Matrix M als einer Ausgangsmatrix angelegt. In der Matrix M werden die Signale der Kanäle SL', SR', L', R', C' auf die beiden virtualisierten Kanäle Lv und Rv gemischt, die dann an nur die beiden Lautsprecher L1, L2 ausgegeben werden.

[0041] Um die Symmetrie wieder herzustellen soll dabei besonders bevorzugt annähernd gelten, dass der Phasengang der Übertragungsfunktionen Hi und Hq annähernd gleich ist. Der Phasengang der Übertragungsfunktionen Hi bzw. Hq wird im Pfad für die weiteren Signale L, R und C nachgebildet. Dies kann vorzugsweise durch Verzögerungselemente oder Verzögerungsfunktionen und Allpassfilter in einem oder mehreren Verarbeitungsblöcken 10 umgesetzt werden.

[0042] Anstatt um 0° für das erste modifizierte Signal SL' und 180° für das zweite modifizierte Signal SR' wie bei der ersten Variante wird die Phase bei dieser Variante für zumindest einen Teil des Frequenzbereichs um $\pm 90^\circ$ gedreht. Das kann mit Allpassfiltern erfolgen. Dadurch wird erreicht, dass die Phase des linken Kanals bzw. dessen Signale L' gegenüber dem ersten modifizierten Signal SL' um 90° und gegenüber dem zweiten modifizierten Signal SR' um -90° verschoben ist. Selbiges gilt für die beiden übrigen weiteren Signale C' bzw. R', welche gegenüber dem ersten modifizierten Signal SL' um 90° und gegenüber dem zweiten modifizierten Signal SR' um -90° verschoben sind. Die Phase des ersten modifizierten Signals SL' zur Phase des zweiten modifizierten Signals SR' soll 180° betragen. Somit ist der Betragswert des addierten linken Signals L' und ersten modifizierten Signals SL' gleich dem Betragswert des addierten rechten Signals L' und zweiten modifizierten Signals SR'. Diese Phasen Anpassung kann immer nur näherungsweise erfolgen und erfolgt vorzugsweise frequenzabhängig. Besonders wichtig ist diese Anpassung für Frequenzen, die für den Surround-Eindruck wichtig sind, also im Bereich von ca. 200Hz - 2kHz liegen.

[0043] Eine solche Verschiebung um $+90^\circ$ ist in der Realität nicht unmittelbar umsetzbar. Jedoch kann dieser Effekt erreicht werden, indem die entsprechenden Signalanteile L, R, C um -90° gedreht bzw. phasenverschoben werden, was mit einer Ausführungsform bzw. Schaltungsanordnung gemäß Fig. 3 einfacher implementierbar ist. Dabei wird insbesondere eine Dekorrelation der Monosurround-Anteile durchgeführt. Die im oberen Abschnitt skizzierte Schaltungsanordnung entspricht wieder der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 1 bzw. 2.

[0044] Die Phasenverschiebungen werden durch mehrere Verarbeitungsblöcke 10 in Form von Schaltungen Ps für die Phasen der Surround-Komponenten SL, SR und von Schaltungen Plrc für die Phasen der weiteren Signale L, R und C umgesetzt. Die Filter, vorzugsweise Allpassfilter und Verzögerungselemente werden so implementiert, dass die Phasenverschiebungen insbesondere wie zu Fig. 2 beschrieben erfolgen. Die Phase des linken Signals L zur Phase des ersten modifizierten Signals SL' soll 90° betragen, die Phase des rechten Signals R zur Phase des zweiten modifizierten Signals SR' soll -90° betragen, die Phase des ersten modifizierten Signals SL' zur Phase des zweiten modifizierten Signals SR' soll 180° betragen.

[0045] Fig. 4 zeigt eine weitere Ausführungsform, bei welcher eine Dekorrelation der Mono-Anteile unter Einsatz einer Verzögerung durchgeführt wird. Nicht dargestellt sind zur Vereinfachung die weiteren Signale für den rechten, mittleren und linken Kanal. Basis ist die Ausgestaltung gemäß Fig. 2. Gegenüber dieser befinden sich zwei zusätzliche Module als Dekorrelationselement und/oder Verzögerungselement 6a, 6b sowie ein dritter und ein vierter Addierer 7a, 7b in der Schaltungsanordnung. Das erste Signal SL wird entsprechend zusätzlich an das erste Dekorrelationselement und/oder Verzögerungselement 6a angelegt und nach einer entsprechenden Signalverarbeitung dem dritten Addierer 7a zur Addition angelegt. Der dritte Addierer 7a ist hinter das erste Rotations- bzw. Phasenverschiebungsmodul 5a geschaltet und gibt an seinem Ausgang das erste modifizierte Signal SL' aus. Entsprechend wird das zweite Signal SR an das zweite Dekorrelationselement und/oder Verzögerungselement 6b angelegt, dessen Ausgangssignal an den vierten Addierer 7b angelegt wird. Der vierte Addierer 7b ist entsprechend zwischen das zweite Phasenverschiebungsmodul 5b und den zweiten Lautsprecher L2 geschaltet, um das zweite modifizierte Signal SR' als Additionsergebnis bereitzustellen.

[0046] Fig. 5 zeigt eine noch weitere Ausführungsform, bei welcher eine Mono-Dekorrelation wird. Ausgehend von wieder der Schaltungsanordnung gemäß Fig. 2 wird in einem Anpassungsmodul einleitend mittels eines fünften Addierers 7d ein Additionssignal bereitgestellt, wobei der fünfte Addierer 7d die jeweils momentanen Werte des ersten und des zweiten Signals SL, SR addiert. Das Additionssignal des fünften Addierers 7d wird einem Dekorrelationselement und/oder Verzögerungselement 6c angelegt, dessen Ausgangswert sowohl einem dritten als auch einem vierten Addierer 7a, 7b angelegt wird. Der dritte Addierer 7a ist zwischen das erste Phasenverschiebungsmodul 5a und den ersten Lautsprecher L1 zum Bereitstellen des ersten modifizierten Signals SL' geschaltet. Der vierte Addierer 7b ist zwischen das zweite Phasenverschiebungsmodul 5b und den zweiten Lautsprecher L2 geschaltet, um das zweite modifizierte

Signals SR' auszugeben.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Erzeugen eines Raumklangs mit

- einer Quelle, die zumindest ein erstes Signal (SL) zum Erzeugen eines ersten Klangeindrucks und ein zweites Signal (SR) zum Erzeugen eines zweiten Klangeindrucks bereitstellt,
- einer Schaltungsanordnung zum Modifizieren des ersten Signals (SL) und des zweiten Signals (SR) zum Erzeugen eines dritten Klangeindrucks einer virtuellen Quelle und
- Anschlüssen zum Ausgeben eines ersten derart modifizierten Signals (SL') und eines zweiten derart modifizierten Signals (SR') an eine Matix (M) oder an jeweils einen Lautsprecher (L1, L2),

dadurch gekennzeichnet, dass

- die Schaltungsanordnung oder einem dieser nachgeschalteten Phasenverschiebungsmodul (5) ausgelegt und/oder gesteuert ist mit einer Phasenverschiebungsanordnung (2) zum Modifizieren des ersten Signals (SL) und des zweiten Signals (SR) relativ zueinander mit einer Phasenverschiebung (φ) von 170° bis 190° .

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der die Phasenverschiebungsanordnung (2) oder das dieser nachgeschaltete Phasenverschiebungsmodul (5) als ein Inverter ausgelegt und/oder gesteuert ist zum Modifizieren des ersten Signals (SL) mit der Phasenverschiebung (φ) von 180° gegenüber dem zweiten Signal (SR).

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,

- bei welcher die Phasenverschiebungsanordnung (2) als ein Verzögerungsmodul ausgelegt und/oder gesteuert ist zum verzögerten Ausgeben des von der Signalquelle (1) bereitgestellten oder modifizierten ersten Signals (SL) und des von der Signalquelle (1) bereitgestellten oder modifizierten zweiten Signals (SR), und
- bei welcher die Phasenverschiebungsanordnung (2) ausgelegt und/oder gesteuert ist
- zum Modifizieren des ersten Signals (SL) mit einer positiven Phasenverschiebung (φ) gegenüber dem von der Signalquelle (1) bereitgestellten ersten Signal (SL) und
- zum Modifizieren des zweiten Signals (SR) mit einer relativ dazu negativen Phasenverschiebung (φ) gegenüber dem von der Signalquelle (1) bereitgestellten zweiten Signal (SR).

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, bei welcher die Phasenverschiebungsanordnung (2) ausgelegt und/oder gesteuert ist zum Modifizieren des ersten Signals (SL) mit einer Phasenverschiebung (φ) von $+70^\circ$ bis $+100^\circ$, insbesondere von $+90^\circ$, und des zweiten Signals (SR) mit einer Phasenverschiebung (φ) von -100° bis -70° , insbesondere von -90° .

5. Vorrichtung nach einem vorstehenden Anspruch, bei der

- ein erstes Verzögerungselement (6a) und/oder ein erster Dekorrelator das von der Signalquelle (1) bereitgestellte erste Signal (SL) verzögern und verzögert einem dritten Addierer (7a) zum Aufaddieren auf das phasenverschobene erste Signal anlegen und
- ein zweites Verzögerungselement (6b) und/oder ein zweiter Dekorrelator das von der Signalquelle (1) bereitgestellte zweite Signal (SR) verzögern und verzögert einem vierten Addierer (7b) zum Aufaddieren auf das phasenverschobene zweite Signal anlegen.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei der

- ein Anpassungsmodul (7d, 6c) einen Anpassungswert (H_d^*) aus dem von der Signalquelle (1) bereitgestellten ersten und zweiten Signal (SL, SR) bildet und verzögert einem dritten Addierer (7a) zum Aufaddieren auf das phasenverschobene erste Signal und einem vierten Addierer (7b) zum Aufaddieren auf das phasenverschobene zweite Signal anlegt.

7. Vorrichtung nach einem vorstehenden Anspruch, bei der ein Rotationsmodul (5c) ausgelegt und/oder gesteuert ist zum zyklischen Drehen der Phasen des ersten Signals (SL) oder des ersten modifizierten Signals, des zweiten Signals (SR) oder des zweiten modifizierten Signals und eines aus dem ersten und zweiten Signal (SL, SR) gebildeten

Mittensignals (R) oder eines aus dem ersten und zweiten modifizierten Signal gebildeten modifizierten Mittensignals um jeweils 90° .

8. Vorrichtung nach einem vorstehenden Anspruch, bei der

- die Quelle (1) weitere Signale (L, R, C) zum Erzeugen weiterer Klangeindrücke bereitstellt, und
- die Schaltungsanordnung zum Erzeugen des dritten Klangeindrucks der virtuellen Quelle Schaltungen (Ps) zum Ändern von Phasen des ersten bzw. des zweiten Signals (SL, SR) und Schaltungen (Plrc) zum Ändern von Phasen der weiteren Signale (L, R, C) aufweist, wobei die Schaltungen (Ps, Plrc) ausgelegt und/oder gesteuert sind in Verbindung mit der Phasenverschiebungsanordnung (2) zumindest die Phase eines ersten der weiteren Signale (L) zur Phase des ersten modifizierten Signals (SL') um $+90^\circ$ zu ändern und die Phase des ersten der weiteren Signale (L) zur Phase des zweiten modifizierten Signals (SL') um -90° zu ändern.

9. Verfahren zum Erzeugen eines Raumklangs, bei dem

- zumindest ein erstes Signal (SL) zum Erzeugen eines ersten Klangeindrucks und ein zweites Signal (SR) zum Erzeugen eines zweiten Klangeindrucks bereitgestellt wird und
- das erste Signal (SL) und das zweite Signal (SR) zum Erzeugen eines dritten Klangeindrucks einer virtuellen Quelle (SC) modifiziert und als ein erstes derart modifiziertes Signal (SL') bzw. als ein zweites derart modifiziertes Signal (SR') ausgegeben werden,

dadurch gekennzeichnet, dass

- das erste Signal (SL) und das zweite Signal (SR) beim Modifizieren relativ zueinander mit einer Phasenverschiebung (φ) von 170° bis 190° phasenverschoben werden.

10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die Phasenverschiebung (φ) mit 180° relativ zueinander durchgeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, bei dem

- das von der Signalquelle (1) bereitgestellte oder modifizierte erste Signal (SL) und das von der Signalquelle (1) bereitgestellte oder modifizierte zweite Signal (SR) verzögert wird und
- das erste Signal (SL) mit einer positiven Phasenverschiebung (φ) gegenüber dem von der Signalquelle (1) bereitgestellten ersten Signal (SL) und
- das zweite Signal (SR) mit einer relativ dazu negativen Phasenverschiebung (φ) gegenüber dem von der Signalquelle (1) bereitgestellten zweiten Signal (SR) modifiziert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem das erste Signal (SL) mit einer Phasenverschiebung (φ) von $+70^\circ$ bis $+100^\circ$, insbesondere von $+90^\circ$, und das zweite Signal (SR) mit einer Phasenverschiebung (φ) von -100° bis -70° , insbesondere von -90° verschoben wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei dem

- das von der Signalquelle (1) bereitgestellte erste Signal (SL) dekorreliert und/oder verzögert wird und verzögert auf das phasenverschobene erste Signal addiert wird und
- das von der Signalquelle (1) bereitgestellte zweite Signal (SR) dekorreliert und/oder verzögert und verzögert auf das phasenverschobene zweite Signal addiert wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, bei dem einen Anpassungswert (Hd^*) aus dem von der Signalquelle (1) bereitgestellten ersten und zweiten Signal (SL, SR) gebildet wird und der Anpassungswert verzögert sowohl auf das phasenverschobene erste Signal als auch auf das phasenverschobene zweite Signal addiert wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei dem Phasen des ersten Signals (SL) oder des ersten modifizierten Signals, des zweiten Signals (SR) oder des zweiten modifizierten Signals und eines aus dem ersten und zweiten Signal (SL, SR) gebildeten Mittensignals (R) oder eines aus dem ersten und zweiten modifizierten Signal gebildeten modifizierten Mittensignals um jeweils 90° gedreht werden.

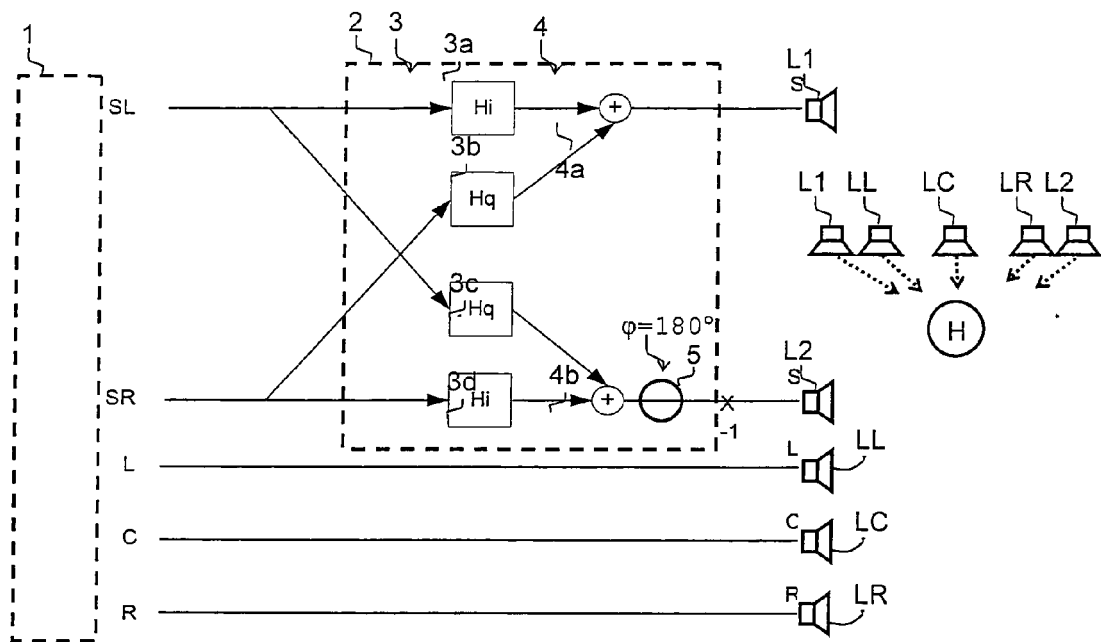


Fig. 1

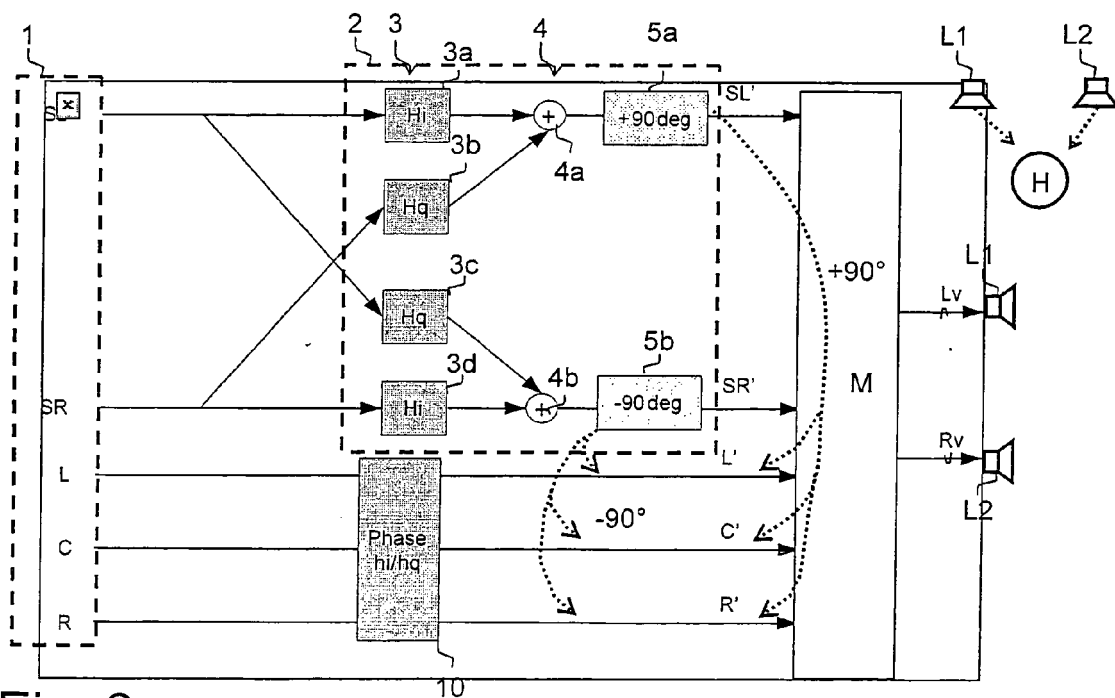


Fig. 2

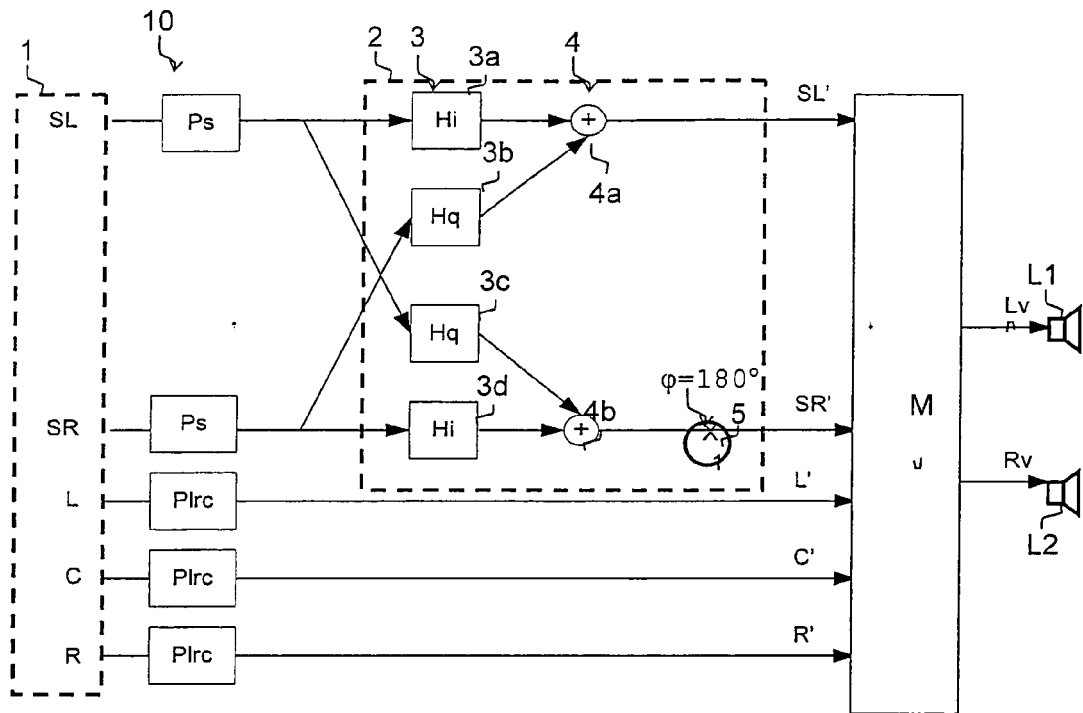


Fig. 3

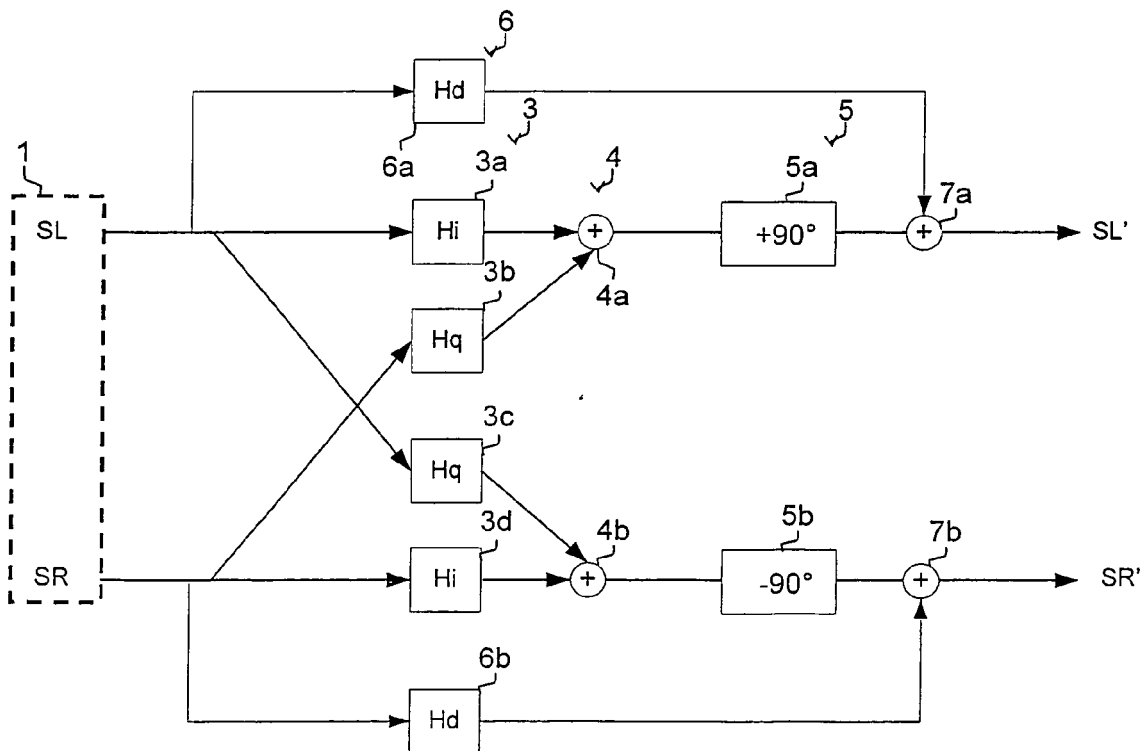


Fig. 4

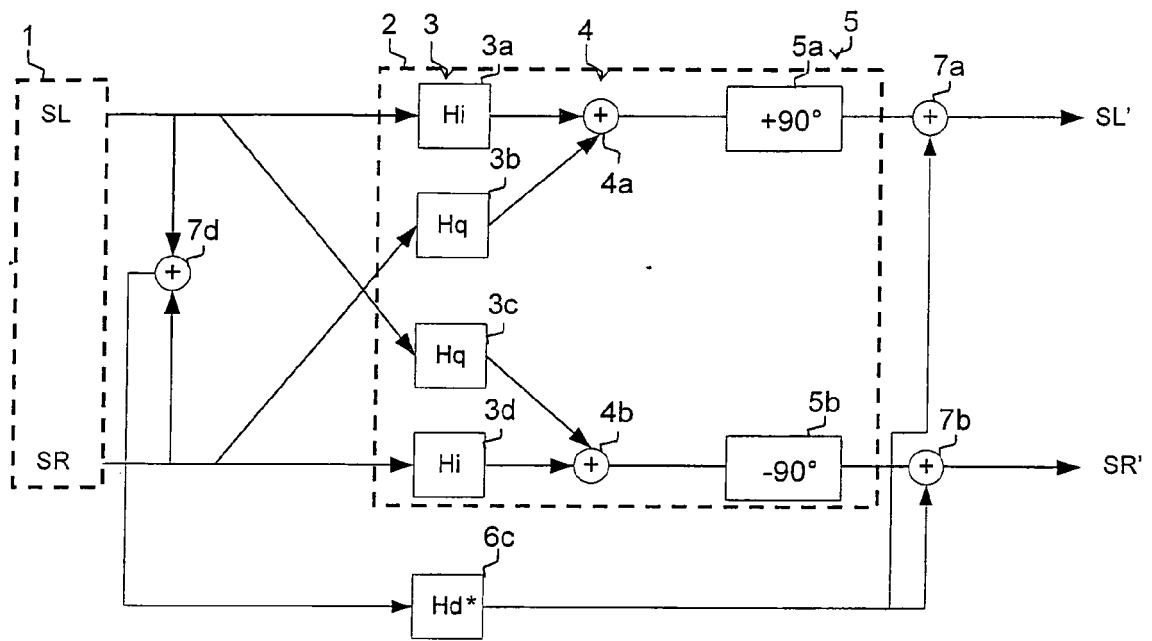


Fig. 5

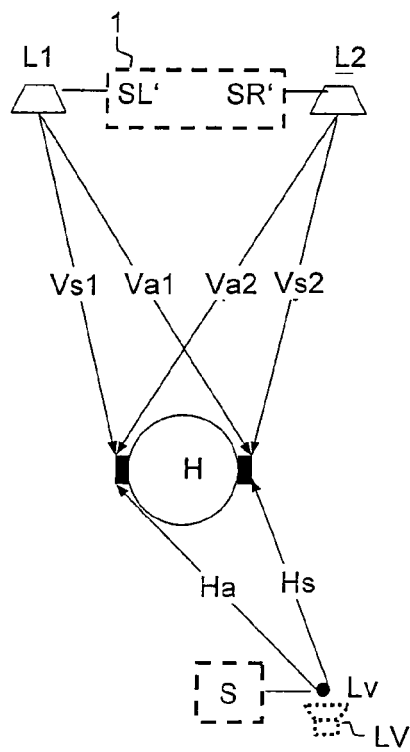


Fig. 6

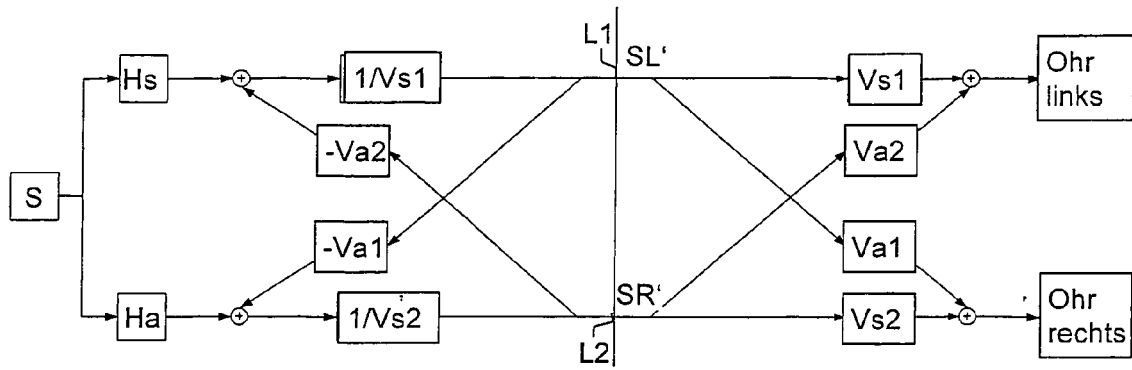


Fig. 7

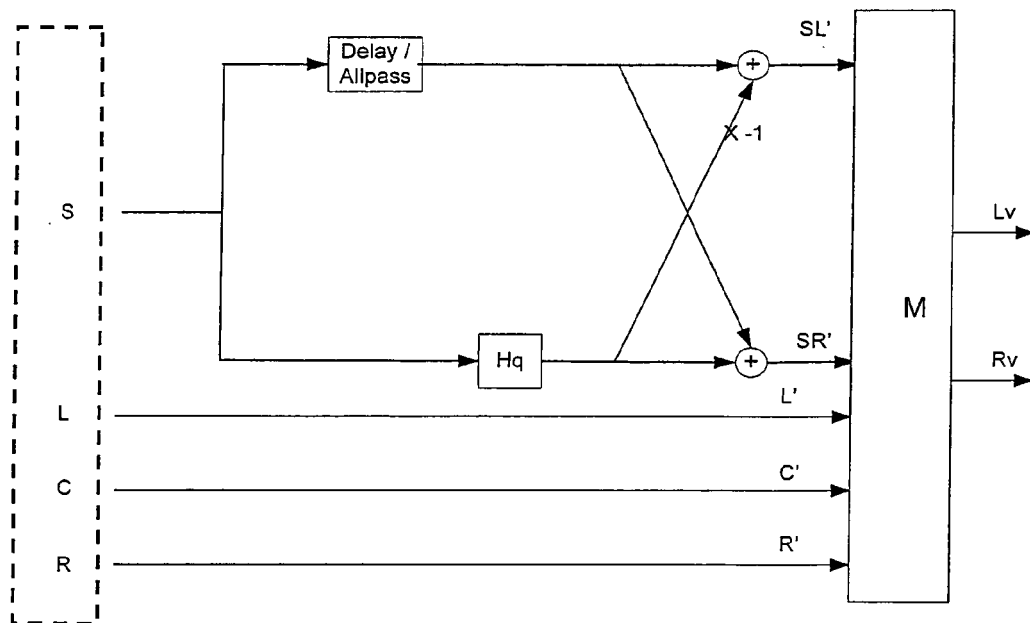


Fig. 8

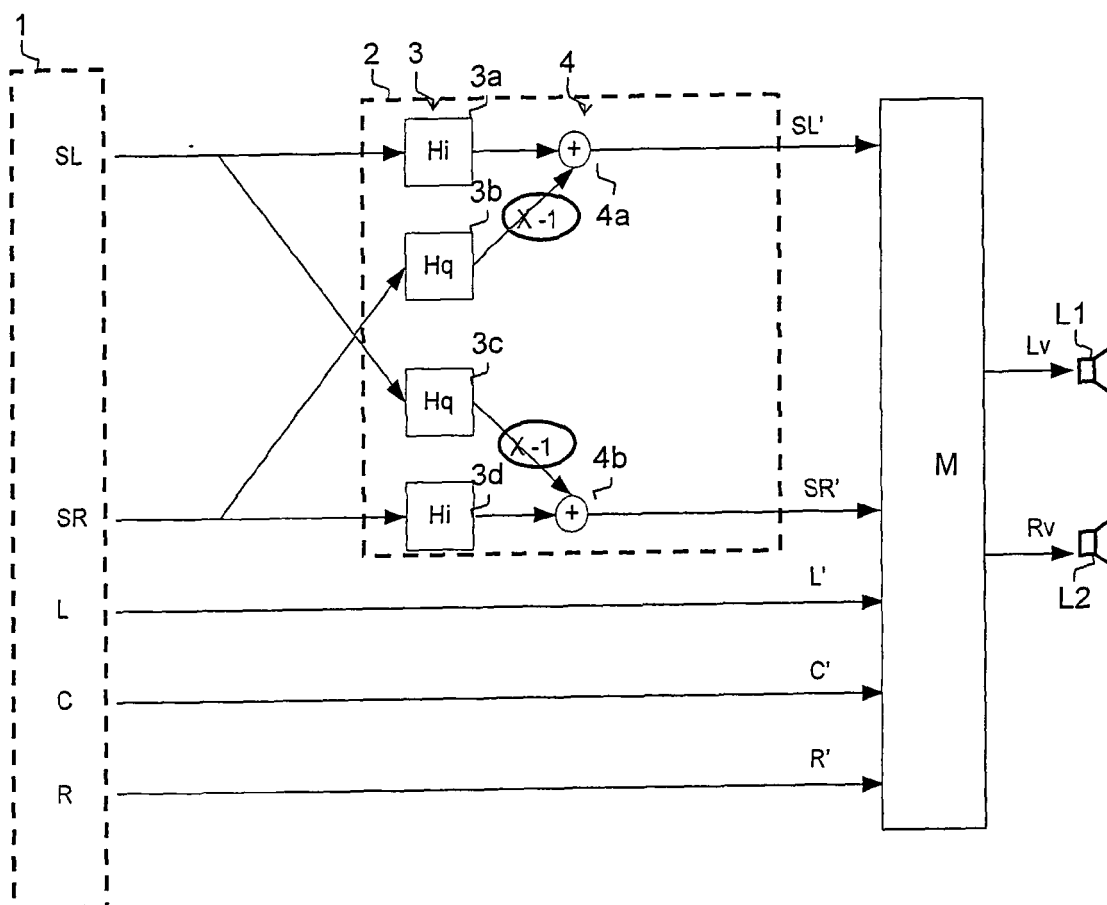


Fig. 9



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 08 00 9095

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 2004/086128 A1 (RISCH JON M [US] ET AL) 6. Mai 2004 (2004-05-06)	1,2,7,9,10	INV. H04S3/02
Y	* Seite 2, Absatz 16 - Seite 6, Absatz 62 *	5,6,13,14	

X	WO 2007/106551 A (DOLBY LAB LICENSING CORP [US]; COOK BRYAN AUSTIN [US]; SMITHERS MICHAEL) 20. September 2007 (2007-09-20) * Seite 9, Zeile 8 - Seite 12, Zeile 32 * * Seite 23, Zeile 6 - Seite 25, Zeile 20 *	1,3,4,8,9,11,12,15	

Y	WO 01/05187 A (AUREAL SEMICONDUCTOR INC [US]) 18. Januar 2001 (2001-01-18) * Seite 8, Zeile 10 - Seite 18, Zeile 14 *	5,6,13,14	

			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H04S
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 8. September 2008	Prüfer Coda, Ruggero
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 08 00 9095

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

08-09-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004086128 A1	06-05-2004	US 2006013406 A1	19-01-2006
WO 2007106551 A	20-09-2007	KEINE	
WO 0105187 A	18-01-2001	AU 5784700 A	30-01-2001
		US 6175631 B1	16-01-2001
		US 6714652 B1	30-03-2004

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 0808076 B1 [0015]
- WO 0105187 A1 [0017]

In der Beschreibung aufgeführte Nicht-Patentliteratur

- **John C. Middlebrooks et al.** Sound localization by human listeners. *Annu. Rev. Psychol.*, 1991, vol. 42, 135-59 [0004]
- **Jyri Huopaniemi ; Matti Karjalainen.** Comparison of Digital Filter Design Methods for 3-D Sound. *IEEE Nordic Signal Processing Symposium (NOR-SIG96)*, 24. September 1996 [0005]
- Audio Engineering Society. *Stereophonic Techniques*, 1986, 64-96 [0010]