

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
 PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG
 (19) Weltorganisation für geistiges

Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
 Veröffentlichungsdatum
 9. Juli 2015 (09.07.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/101413 A2

- (51) **Internationale Patentklassifikation:** Nicht klassifiziert
 (21) **Internationales Aktenzeichen:** PCT/EP2014/003477
 (22) **Internationales Anmeldedatum:**
 2. Januar 2015 (02.01.2015)
 (25) **Einreichungssprache:** Deutsch
 (26) **Veröffentlichungssprache:** Deutsch
 (30) **Angaben zur Priorität:**
 10 2014 100 049.8
 5. Januar 2014 (05.01.2014) DE
 (71) **Anmelder:** **KRONOTON GMBH** [DE/DE];
 Kedenburgstraße 44, 22041 Hamburg (DE).
 (72) **Erfinder; und**
 (71) **Anmelder (nur für US):** **KRON, Gunnar** [DE/DE];
 Badestraße 39, 20148 Hamburg (DE).
 (74) **Anwalt:** **JERSCH, Ralf;** Dominicus · Jersch
 Rechtsanwälte, Südring 18, 59065 Hamm (DE).
 (81) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
 jede verfügbare nationale Schutzrechtsart):** AE, AG, AL,
 AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM,
 DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
 HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
 KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG,
 MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM,
 PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC,
 SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
 TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
 jede verfügbare regionale Schutzrechtsart):** ARIPO (BW,
 GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
 SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
 KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
 CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
 IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
 RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
 GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
 veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
 2 Buchstabe g)

(54) **Title:** METHOD FOR AUDIO REPRODUCTION IN A MULTI-CHANNEL SOUND SYSTEM

(54) **Bezeichnung :** VERFAHREN ZUR AUDIOWIEDERGABE IN EINEM MEHRKANALTONSYSTEM

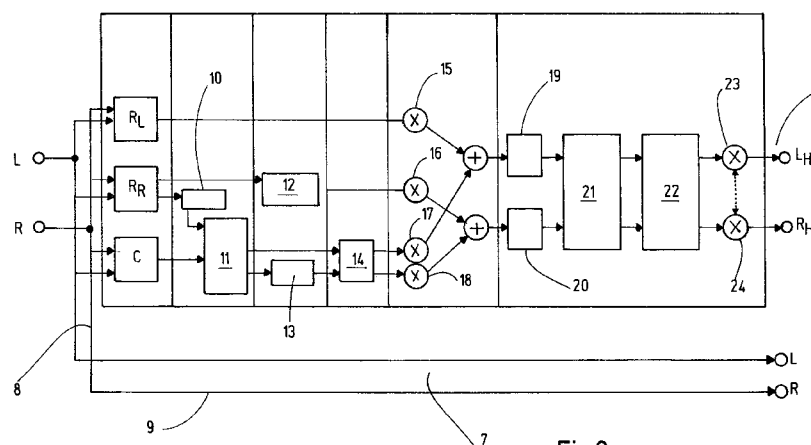


Fig.2

(57) **Abstract:** The invention relates to a method for reproducing audio in a multi-channel sound system including two input signals (L and R), wherein output signals are generated for different sound perception levels. In order to develop said method in such a way that audio can be reproduced within a larger range of applications in a multi-channel sound system, according to the invention, only a lower sound perception level (7) and a higher sound perception level (6) are generated, and a maximum of six output signals are generated, a maximum of two output signals being allocated to the lower sound perception level (7) and a maximum of four output signals being allocated to the higher sound perception level (6).

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Audiowiedergabe in einem Mehrkanaltonsystem mit zwei

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/101413 A2

Eingangssignalen (L und R), bei dem Ausgangssignale für verschiedene Hörebenen erzeugt werden. Um das Verfahren derart weiterzuentwickeln, dass die Audiowiedergabe in einem Mehrkanaltonsystem einen größeren Anwendungsbereich erhält, schlägt die Erfindung vor, dass nur eine untere Hörebene (7) und nur eine obere Hörebene (6) erzeugt werden, wobei maximal sechs Ausgangssignale generiert werden mit maximal zwei Ausgangssignalen für die untere Hörebene (7) und maximal vier Ausgangssignalen für die obere Hörebene (6).

Verfahren zur Audiowiedergabe in einem Mehrkanaltonsystem

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Audiowiedergabe in einem Mehrkanaltonsystem mit zwei Eingangssignalen L und R, bei dem Ausgangssignale für verschiedene Hörebenen erzeugt werden.

Verfahren der eingangs genannten Art sind dem Fachmann bekannt und stellen eine Weiterentwicklung eines herkömmlichen Surround-Sound (engl. für umgebenden Klang) dar, einer Audiowiedergabe, die sich nur auf Ohrenhöhe, d.h. auf der unteren Hörebene abspielt.

Bei der dreidimensionalen Audiowiedergabe in einem Mehrkanaltonsystem wird der unteren Hörebene noch eine höhere Hörebene hinzugefügt. Hierin liegt auch der maßgebliche Vorteil der Verfahren der eingangs genannten Art, da das menschliche Ohr nach oben gestaffelte Klänge deutlich wahrnehmen und differenzieren kann, so dass der Hörer durch dreidimensionale Lautsprecheranordnungen in den Genuss eines erweiterten Klangerlebnisses kommt. Verfahren der eingangs genannten Art sind hauptsächlich für Tonsignale in großen Räumen, wie beispielsweise in Kinosälen, entwickelt worden.

Im Stand der Technik werden unterschiedliche Auffassungen vertreten, welche Lautsprecherkonfigurationen oder Art der Erzeugung des dreidimensionalen Klangs, ob kanal- oder objektbasiert, zu einem optimalen Klangerlebnis führen, wobei entweder die mehrkanalige Aufnahme und Reproduktion eines dreidimensionalen Klangraumes, wie in der WO 01/47319 A2 beschrieben, oder der von verschiedenen Anbietern angebotene Upmix von variablen Eingangskanälen zu einem dreidimensionalen Klangraum im Vordergrund der Betrachtungen stehen. Die dreidimensionalen Audiosysteme von Dolby Laboratories beispielsweise weisen bis zu 64 Lautsprecher (z.B. Dolby Atmos) auf, was wiederum eine entsprechende Anzahl von Ausgangssignalen erfordert

Allen Verfahren der eingangs genannten Art ist es gemeinsam, dass eine

-2-

komplexe Lautsprecherkonfiguration und somit eine entsprechende erhöhte Anzahl von Ausgangssignalen erforderlich ist, um den gewünschten dreidimensionalen Klangraum zu generieren.

Selbst eine Lautsprecherkonfiguration in einem 9.1 dreidimensionalen Soundsystem, das sich beispielsweise für ein Heimkino eignet, besteht aus zehn Lautsprechern, was wiederum eine entsprechende Anzahl von Ausgangssignalen für die untere und obere Hörebene erfordert.

Nach heutigem Stand der Technik ist es den an AV-Geräten (Audiovideo-Geräten) gewöhnten Konsumenten jedoch nur schwer möglich, in den Genuss der Vorteile der dreidimensionalen Audiowiedergabe zu kommen, da es nur Wenigen vorbehalten bleibt, die kostspieligen Anlagen mit einer dreidimensionalen Audiowiedergabe zu erwerben und nur eine begrenzte Anzahl von Konsumenten die geeigneten Räumlichkeiten besitzen, in denen es möglich ist, eine erhöhte Anzahl von Lautsprechern samt Verkabelung zu realisieren. Die Realität ist daher, dass zwar Kinos, Musikstudios oder auch ausgesuchte Konzertsäle über die Technik der dreidimensionalen Audiowiedergabe verfügen, sie aber nicht Einzug in den Alltag derer hält, die einfach und unkompliziert z.B. am Arbeitsplatz oder im Wohnzimmer oder auf Reisen mit wenig Handgriffen und vergleichsweise geringem Etat in den Vorteil der dreidimensionalen Audiowiedergabe kommen möchten.

Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren der eingangs genannten Art derart weiterzuentwickeln, dass diese Nachteile beseitigt werden.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen des Anspruches 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung sieht vor, dass nur eine untere Hörebene und nur eine obere Hörebene erzeugt werden, wobei maximal sechs Ausgangssignale generiert werden mit maximal zwei Ausgangssignalen für die untere Hörebene und ma-

-3-

ximal vier Ausgangssignalen für die obere Hörebene.

Kernidee der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Verfügung zu stellen, welches unter Generierung einer kleinstmöglichen Anzahl von Ausgangssignalen eine dreidimensionale Audiowiedergabe widerspiegeln kann und gleichzeitig sowohl den Mono- als auch den Stereobereich abdeckt.

Hierdurch entsteht eine kleinste Einheit, die vorzugsweise modular erweitert werden kann, indem die Ausgangssignale als weitere Eingangssignale dienen, um weiter untere und obere Hörebene und somit eine noch komplexere Lautsprecherkonfiguration zu erzeugen.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren und die hierzu korrespondierende Software ist es möglich, beispielsweise in heimischen Fernsehern oder Laptops durch Hinzufügen von zwei kleinen Lautsprechern die erhöhte Klangebene zu realisieren.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung sieht vor, dass aus den für die Eingangssignale R und L vorgesehenen Eingangskanälen Kanäle decodiert werden. Bei diesen Kanälen handelt es sich vorzugsweise um einen linken Raumkanal $R_L=L-R$, einen rechten Raumkanal $R_R=R-L$ sowie einen Centerkanal $C=L+R$. Zweckmäßigerweise werden zu diesen decodierten Kanälen aus den Eingangskanälen linear und parallel geführte Kanäle R und L generiert, die vorzugsweise als Ausgangskanäle für die untere Hörebene dienen. Praktikable Varianten der Erfindung sehen vor, dass für die Signale in der unteren und oberen Hörebene Stereosignale bzw. Monosignale erzeugt werden.

Ein Gerät mit Toneingangs- und Tonausgangskanälen sowie mit einem Prozessor, wobei dem Prozessor Lautsprecher zugeordnet sind, ist Gegenstand von Anspruch 10, wobei auf dem Prozessor eine Software portiert ist, die einen Algorithmus enthält, der von dem Prozessor abgearbeitet wird, wobei der Algo-

-4-

rithmus das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 erfasst.

Im Rahmen der Erfindung ist auch eine Software vorgesehen, die sich auf einem Signalprozessor befindet, d.h. auf dem Signalprozessor portiert ist. Die Software enthält dabei einen Algorithmus, der von dem Signalprozessor abgearbeitet wird, wobei der Algorithmus das Verfahren erfasst.

Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt in schematischer Darstellung:

Fig. 1 eine Lautsprecheranordnung eines 3D-Sound-Formats mit unterschiedlichen Hörebenen gemäß dem Stand der Technik,

Fig. 2 ein Verfahren gemäß der Erfindung,

Fig. 3 bis 8 verschiedene Ausführungsformen von Audio-Video-Geräten, in die ein Verfahren aus Fig. 2 integriert ist,

Fig. 9 bis 11 weitere Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens und

Fig.12 ein Gerät, in das ein erfindungsgemäßes Verfahren gemäß der Ausführungsform in Figur 11 integriert ist.

Fig. 1 zeigt eine herkömmliche dreidimensionale Audiowiedergabe in einem mit einem Hörer 3 besetzten größeren Raum 2 im Rahmen eines 9.1 Surround-Sound-Formats. In dem Raum 2 sind mehrere Lautsprecher einer Lautsprecheranordnung 5 verteilt, den untere sowie höhere Hörebenen 4a, 4b, 5a, 5b zugeordnet sind.

Im vorderen Bereich des Raums 2 befinden sich die obere Hörebene 4a mit zwei Lautsprechern mit dem linken höheren Signal L_{Hi} und dem rechten

-5-

höheren Signal R_{Hi} als Ausgangssignale. Weiterhin befindet sich in dem vorderen Bereich des Raums 2 die untere Hörebene 5a mit vier Lautsprechern mit dem linken Signal L, dem Kanal C (Center/Mitte), dem rechten Kanal R und dem Kanal LFE (Low Frequency Effect) als Ausgangssignale. Im hinteren Bereich des Raums 2 befinden sich die obere Hörebene 4b mit zwei Lautsprechern mit dem linken höheren Surroundsignal $S_{L,hi}$ und dem rechten höheren Surroundsignal $S_{R,hi}$ als Ausgangssignale. Weiterhin befindet sich in dem vorderen Bereich des Raums 2 die untere Hörebene 5b mit zwei Lautsprechern mit den beiden Surroundsignalen S_L, S_R als Ausgangssignale.

Bevor die Signale in den unteren und oberen Hörebene 4a, 4b, 5a, 5b auf die Lautsprecher verteilt werden, sind sie im Rahmen eines Mehrkanaltonsystems und ausgehend von den Eingangssignalen R und L von einem hierfür vorgesehenen Audioprozessor bearbeitet worden.

Fig. 2 zeigt das erfindungsgemäße Verfahren, das ausgehend von den beiden Eingangskanälen R und L über linear und parallel geführte Kanäle 8,9 die Ausgangssignale R und L in der unteren Hörebene 7 und in der oberen Hörebene 6 das linke Ausgangssignal L_{Hi} und das rechte Ausgangssignal R_{Hi} generiert, sodass vier Ausgangssignale, zwei für die obere und zwei für die untere Hörebene, erzeugt werden. Für die Durchführung des Verfahrens dient ein Signalprozessor in Form eines Audioprozessors, auf dem sich eine Software befindet. Die Software enthält dabei einen Algorithmus, der von dem Signalprozessor abgearbeitet wird, wobei der Algorithmus das Verfahren erfasst.

In der oberen Hörebene 6 werden, wie Fig. 2 weiter zeigt, ausgehend von den beiden Eingangssignalen L und R weitere Verfahrensschritte durchlaufen.

Im Einzelnen handelt es sich bei den Verfahrensabschnitten um

- eine Decodierung ,
- eine Signalsteuerung,

-6-

- eine Phasenkorrektur,
- eine Frequenzjustierung,
- eine Encodierung,
- eine Master-Sektion.

Aus den beiden Eingangssignalen L und R werden zunächst drei Kanäle decodiert und parallel neben den linear zum Ausgang geführten Kanälen 8,9 gebildet. Hierdurch entsteht die obere Hörebene 6, während die linear zum Ausgang geführten Kanäle 8,9 die untere Hörebene 7 bilden.

Bei den decodierten Kanälen handelt es sich um den linken Raumkanal $R_L = L-R$, den rechten Raumkanal $R_R = R-L$ sowie den Centerkanal $L+R$

Die Kanäle R_L und R_R bilden die Räumlichkeiten und Reflektionen innerhalb der Eingangssignale L, R ab, wohingegen der Kanal C (Centerkanal) die Addition beider Eingangskanäle L, R abbildet. Hierdurch ist es möglich, die Eingangssignale L, R weiter zu bearbeiten, wenn es sich um ein Monosignal handelt. Liegt am Eingang ein Monosignal an, bleiben die Kanäle R_L und R_R stumm und der Kanal C führt die Signalinformation weiter und macht so die weitere Signalverarbeitung möglich.

Nach diesem Schritt der Encodierung wird der Kanal R_R in den Signaldetektor 10 geführt. Dieser gibt das Steuersignal „1“ heraus, wenn die Signalstärke von R_R unter den gewählten Threshold (Schwellwert)-Pegel sinkt und das Steuersignal „0“, wenn der Pegel des Kanals R_R über den gewählten Threshold-Pegel steigt. Der Threshold (Schwellwert)-Pegel beträgt -20dB und die Reaktionszeit (Trigger) null Sekunden.

Die Steuersignale des Signaldetektors 10 werden durch den Signalmultiplizierer 11 mit dem Signal des Centerkanals multipliziert. Liegt kein erkanntes Signal im Kanal R_R an, so dass kein Stereosignal in den Kanälen R_L und R_R über oder gleich der durch den Threshold-Pegel festgelegten Signalstärke

-7-

vorliegt und der Signaldetektor 10 das Steuersignal „1“ generiert, wird der Kanal C mit „1“ multipliziert und einer weiteren Bearbeitung zugeführt. Liegt ein erkanntes Signal im Kanal R_R an, so dass ein Stereosignal in den Kanälen R_L und R_R über oder gleich der durch den Threshold-Pegel festgelegten Signalstärke vorliegt und der Signaldetektor 10 das Steuersignal „0“ generiert, wird der Kanal C mit „0“ multipliziert und zur weiteren Bearbeitung nicht freigegeben, da das Signal gleich null ist, so dass zweifelsfrei erkannt wird, ob ein Stereosignal vorhanden ist.

Um eine Phasendrehung der Kanäle R_L , R_R zu vermeiden, wird, wie Figur 2 weiter verdeutlicht, in einem nächsten Verfahrensschritt eine Phasenkorrektur vorgenommen, um das Signal aus den Kanälen R_L und R_R in ein phasentreues Stereosignal zu überführen. Dies wird durch den Einsatz eines Delays 12 in den Kanal R_R erreicht. Der Kanal R_R wird so zum Kanal R_L verzögert, dass sich die Phasen beider Kanäle in ein nicht phasengedrehtes Audiosignal in Stereo zueinander stellen. Die Delay-Zeit beträgt 140 Samples bei einer Taktung von 48kHz und 16bit.

Um den späteren Eindruck einer Reflektion für die obere Hörebene 6 zu verstärken, wird auch der C-Kanal in seiner Phase nachjustiert und zwar durch ein Delay 13, welches auf den Kanal C_R angewendet wird, nachdem der Kanal C (L+R) nach dem Signalmultiplizierer 11 in die Kanäle C_L und C_R aufgespalten und so in Dual-Mono-Kanälen weitergeführt worden ist. Der Kanal C ein reiner Monokanal und kann durch die Aufspaltung in die beiden Duo-Mono-Kanäle C_L und C_R und die Verzögerung des Kanals C_R zu C_L durch ein Delay in ein Stereosignal überführt werden und zwar mit einer Phasenkorrelation über 0. Hierdurch entsteht der Höreindruck einer erhöhten Diffusität des ursprünglichen Signals, welches zum Eindruck der Klangweite des erhöhten Hörens beiträgt, da sich ein Monosignal, welches mit erhöht installierten Mikrofonen aufgenommen wurde, abhängig von der Beschaffenheit des Aufnahmeraumes und der Höhe der angebrachten Mikrophone, ebenfalls nicht linear, sondern diffus und mit Reflektionen behaftet, abbildet.

Im Rahmen eines weiteren Verfahrensschrittes erfolgt die Frequenzjustierung des Center-Kanals C mittels des Equalizers 14. Die Frequenzjustierung des Kanals C justiert dessen Frequenz abhängige Abbildung in den späteren Ausgangssignalen L_{Hi} , R_{Hi} der oberen Hörebene 6 und zwar unabhängig von der späteren Frequenzjustierung des Ausgangssignals. Hierdurch kann der Klangcharakter der Ausgangssignale L_{Hi} , R_{Hi} optimal auf die in den Fig. 3 bis 8 gezeigten AV-Gerät eingestellt werden, über die diese beiden Kanäle abgestrahlt werden können

Die Encodierung als weiterer Verfahrensschritt summiert das Stereosignal der Kanäle R_L , R_R mit dem Stereosignal der Kanäle C_L , C_R zu den Kanälen L_t , R_t in der Weise, dass die Kanäle R_L und C_L den Kanal L_t und die Kanäle C_R und R_R den Kanal R_t bilden. Mit der Summierung geht eine Pegeljustierung an den Pegelstellern 15, 16, 17, 18 einher, da sich die Pegel der neu entstandenen Kanäle L_t , R_t durch die beschriebene Summierung der Kanäle R_L , R_R mit C_L , C_R erhöhen. Die Pegeljustierung senkt die Pegel R_L , R_R , C_L , C_R dementsprechend ab, so dass es durch deren Summierung nicht zu Übersteuerungen kommen kann. Durch die Encodierung liegt nun ein Stereosignal vor, welches durch die nachfolgende Master Sektion veredelt und auch durch handelsübliche Audioabspielkomponenten abgespielt werden kann. Alternativ ist es auch möglich, zwei unabhängige Stereosignale zu generieren, indem die Kanäle R_L , R_R und C_L , C_R nicht encodiert werden, sodass sich in der oberen Hörebene 6 vier Ausgangssignale ergeben.

Um den Höreindruck einer „Klangreflektion nach oben“ zu verstärken, werden die Signale L_t , R_t wie aus Fig. 2 weiter hervorgeht, im Rahmen der Master-Sektion individuell auf ihren späteren Einsatz in seinen Frequenzgängen über die Equalizer 19, 20 justiert. Je nach der gewünschten Abstrahlcharakteristik erscheinen die Signale L_t , R_t von der ursprünglichen Klangquelle weiter entfernt. Auch kann hier die Wirkung der Schallemission durch einen Frequenzgang imitiert werden. Je weiter entfernt sie von der ursprünglichen

Klangquelle nach oben hin scheinen soll, desto mehr können z.B. die oberen Frequenzen durch einen Low-Pass Filter abgesenkt werden. Auch ist es durch die Frequenzjustierung möglich, das Klangergebnis optimal auf die oder den Lautsprecher abzustimmen, der die Ausgangssignale L_{Hi} , R_{Hi} später abstrahlt.

Durch den Einsatz eines Halls oder/und eines Stereo-Delays 21, die dem Signal L_t , R_t beigemischt werden und zwar in einem Verhältnis, welches individuell und nach Einsatzart des Verfahrens justiert wird, wird eine Räumlichkeit, sowie eine Schallverzögerung dargestellt. Hierdurch wird gewährleistet, dass die Ausgangssignale L_{Hi} , R_{Hi} der oberen Hörebene 6 auch verschiedene Räumlichkeiten und Schallverzögerungen durch den Einsatz von verschiedenen, abspeicherbaren Voreinstellungen (Presets) darstellen können, um das Klangergebnis noch näher an eine echte „Schallreflektion nach oben“ anpassen zu können, so wie den individuellen Klangvorstellungen des Herstellers und/oder der Nutzer.

Um das Hörgefühl noch weiter zu verstärken, dass die Ausgangssignale L_{Hi} , R_{Hi} Klang wiedergeben, der „von unten hochschallt“, wird, wie Fig. 2 zeigt, eine Kompressionsstufe in die Master-Sektion eingesetzt. Die Justierung des Kompressors 22 oder eines Begrenzers gewährleistet, dass das Signal derart geglättet wird, dass die Schallspitzen abgefangen und die leiseren Anteile des Audiosignals $L_{t,Hi}$, $R_{t,Hi}$ angehoben werden können. Dies verstärkt den Höreindruck des diffusen und entfernten Klangs, da Schallspitzen vorzugsweise in der Nähe einer Klangquelle auftreten und abnehmen, je weiter das aufnehmende Mikrophon von dort nach oben hin weg bewegt wird. Zudem ist es durch die Kompression möglich, das Verhältnis der Dynamik zu den Kanälen L, R in der unteren Hörebene 7 zu justieren.

Ein weiterer Verfahrensschritt sieht die Pegeljustierung der Kanäle $L_{t,Hi}$, $R_{t,Hi}$ an den Pegelstellern 23, 24 vor, indem der Ausgangspegel im Verhältnis zu Kanälen der unteren Hörebene 7 justiert wird, so dass der Eindruck des er-

-10-

höhten Hörens perfekt auf die jeweilige Hörsituation abgestimmt werden kann. Alternativ ist es auch möglich, das Audiosignal $L_{t,Hi}$, $R_{t,Hi}$ den Kanälen L, R wieder hinzuzumischen, um einen erhöhten Klangeindruck auch in Lautsprechersystemen mit nur zwei Lautsprechern oder sogar nur einem darstellen zu können.

Für die einzelnen Verfahrensschritte kommen folgende Parameter in Betracht:

- Phasenkorrektur:
Delay-Zeit: 140 Samples bei Taktung 48kHz, 16bit
- Phasenjustierung C-Kanal:
Delay-Zeit: 10 Samples bei Taktung 48kHz, 16bit
- Frequenzjustierung C-Kanal:
High Pass Filter: Grenzfrequenz bei 200 Hz, Gain = 0, Q-Faktor= 1.41
Low Pass Filter: Grenzfrequenz bei 3000 Hz, Gain = 0, Q-Faktor= 1.41
- Encodierung:
Die Pegel werden so justiert, dass die encodierte Summierung der Kanäle R_L , R_R , C_L , C_R den gleichen Pegel hat (dB) wie der von R_L, R_R vor der Summierung
- Master-Sektion / Frequenzjustierung:
HighPass Filter: Grenzfrequenz bei 200 Hz, Gain = 0, Q-Faktor= 1.41
LowPass Filter: Grenzfrequenz bei 3000 Hz, Gain = 0, Q-Faktor= 1.41
- Master-Sektion / Räumlichkeit / Reflektion:

-11-

Individuell justierbar, keine idealen Einstellungen, hängt vom Einsatz des Verfahrens ab. Vorteilhaft sind beim Hall kurze Decay, also Ab-schwillzeiten von 0,51 Sekunden bis 0,67 Sekunden und einem Predelay von 20 Millisekunden

- Master-Sektion / Compression:

Threshold: -10 dB

Ratio: 8:00:1

Attack: 0,46 Millisekunden

Release: 560 Millisekunden

Knee: 80

- Master-Sektion Pegeljustierung (dB):

Die Pegeljustierung ist individuell auf das Gerät/das Umfeld einstellbar, in dem das Verfahren eingesetzt werden soll

Die Figuren 3 bis 8 zeigen Audio-Video-Geräte (AV-Geräte), in die das erfindungsgemäße Verfahren integriert ist. Hierzu weisen die AV-Geräte jeweils einen in den Figuren 3 bis 8 nicht gezeigten Signalprozessor auf, auf dem sich eine Software befindet. Die Software enthält dabei einen Algorithmus, der von dem Signalprozessor in Form eines Audioprozessors abgearbeitet wird, wobei der Algorithmus das erfindungsgemäße Verfahren erfasst. Den in den Fig. 3 bis 7 gezeigten AV-Geräten ist es gemeinsam, das sie neben Toneingangs- und Tonausgangskanälen auch Bildeingangs- und Bildausgangskanäle aufweisen.

AV-Geräte, wie ein Fernsehgerät (TV) und ein in den Fig. 3a, 3b gezeigter Flatscreen 28 verfügen nicht, wie bisher, nur über einen oder zwei Lautsprecher zum Ausstrahlen von Mono- oder Stereoklang, sondern über drei Lautsprecher 26, 27 für den Monoklang (Fig. 3b) bzw. vier Lautsprecher 26, 27

-12-

für den Stereoklang (Fig. 3a), da die obere Hörebene hinzugekommen ist. Die obere Hörebene wird aus der unteren Hörebene gewissermaßen extrahiert und zwar durch die in Fig. 2 beschriebene Encodierung, was in den Fig. 3 bis 8 durch die gestrichelten Pfeile angedeutet ist. Die Lautsprecher 26, 27 werden gemäß individueller Geräteanforderungen in herkömmlicher Weise verbaut und so angebracht, dass sie ein in sich abgestimmtes Hörfeld ermöglichen. Auch ist es z.B. möglich, die Lautsprecher der oberen Hörebene nach oben abstrahlen zu lassen, um das Hörfeld nach oben noch diffuser werden zu lassen.

Weitere Anwendungsbeispiele stellen ein mobiler PC 25 (Fig. 4a, 4b), ein Tablet PC 29 (Fig. 5a, 5b) sowie ein Smartphone 31 (Fig. 7a, 7b) und zwar sowohl in Vertikalnutzung als auch Horizontalnutzung sowie ein Radio 32 (Fig. 8a, 8b) dar.

Auch eine Soundbar 33 wird nicht, wie aus Fig. 6a, 6b hervorgeht, nur zur Wiedergabe des Gesamtklanges eines AV-Gerätes, wie zum Beispiel eines Fernsehers eingesetzt, sondern gemäß der Erfindung auch für das Abstrahlen der extrahierten oberen Hörebene. Hieraus ergeben sich neue Lautsprecherkonstellationen innerhalb dieser Gerätetypen, da z. B. auch eine Soundbar mit erfindungsgemäßen Einzelausgängen für die obere Hörebene, die ansonsten bei Betrieb einer Soundbar nicht mehr aktiv geschalteten Lautsprecher des TV-Gerätes mit den neuen Signalen der oberen Hörebene versorgen und so das TV-Gerät wirtschaftlicher betreiben kann. Da im Rahmen der Erfindung auch ein Stereosignal generiert wird, kann es in den AV-Geräten wiederum mit Matrix-Surround-Decodern kombiniert werden, um auch den Klang der oberen Hörebene einem Surround-Decoding zu unterziehen. Damit ist es möglich, eine gesamte obere Hörebene nach vorne und hinten zu extrahieren.

Die vorliegende Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf die vorstehend angegebenen Ausführungsbeispiele. Vielmehr ist eine Anzahl

-13-

von Varianten denkbar, welche von der dargestellten Lösung auch bei anders gearteten Ausführungen Gebrauch machen. Beispielsweise können die Kanäle 8, 9 in der unteren Hörebene 7 ebenfalls weiter bearbeitet werden.

Das erfindungsgemäße Prinzip der modulartig erweiterbaren kleinsten Einheit einer Signalerzeugung, die zu komplexen Lautsprecherkonfigurationen führt, veranschaulicht auch Figur 9.

Ausgehend von den beiden Eingangskanälen R und L werden mittels eines Algorithmus in dem Signalprozessor 34 die Ausgangssignale R und L in der unteren Hörebene 7 und in der oberen Hörebene 6 das linke Ausgangssignal L_{Hi} und das rechte Ausgangssignal R_{Hi} generiert, sodass zunächst vier Ausgangssignale, zwei für die obere Hörebene 6 und zwei für die untere Hörebene 7, erzeugt werden.

In der oberen Hörebene 6 werden dann, wie aus Figur 9 weiter hervorgeht, das linke Ausgangssignal L_{Hi} und das rechte Ausgangssignal R_{Hi} zu einem Monosignal $L_{Hi} + R_{Hi}$ addiert und einem ersten Lautsprecher 35 zugeführt.

Die Ausgangssignale R und L in der unteren Hörebene 7 werden als Kanäle L_1 und R_1 direkt zu den Lautsprechern 36, 37 der Soundbar 40 geführt. Gleichzeitig dienen die Ausgangssignale R und L als Eingangssignale R und L, um erneut im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens eine untere Hörebene 7 und eine obere Hörebene 6 zu generieren, was wiederum mittels des Algorithmus in dem Signalprozessors 34 erfolgt, auf dem sich die Software befindet. Die Software enthält dabei einen Algorithmus, der von dem Signalprozessor abgearbeitet wird.

Hierbei werden, ausgehend von der Aufspaltung der Eingangssignale R und L, die Ausgangssignale R und L in der unteren Hörebene 7 und in der oberen Hörebene 6 das linke Ausgangssignal L_{Hi} und das rechte Ausgangssignal R_{Hi} generiert, sodass erneut vier Ausgangssignale, zwei für die obere Hörebene,

-14-

6 d.h. L_{Hi} und R_{Hi} , und zwei für die untere Hörebene 7, d.h. L und R, erzeugt werden. Danach werden die Signale L_{Hi} und R_{Hi} den Signalen R und L in der unteren Hörebene 7 beigemischt, d.h. L_{Hi} wird mit dem Signal L und R_{Hi} mit dem Signal R addiert. Die addierten bzw. gemischten Signale werden hierdurch in der unteren Hörebene zwei weiteren Lautsprechern 38, 39 der Soundbar 40 zugeführt. Die Soundbar 40 besitzt somit insgesamt fünf Ausgangskanäle, nämlich vier Ausgangssignale R, L, $L_{Hi} + L$, $R_{Hi} + R$ in der unteren Hörebene 7 und ein Ausgangssignal $L_{Hi} + R_{Hi}$ in der oberen Hörebene 6, wobei alle Ausgangskanäle auch durch Pegelregler, Equalizer, Kompressor etc. weiterverarbeitet werden können.

Die in Figur 9 gezeigte Variante einer modulartig erweiterbaren kleinsten Einheit kann in einer Soundbar, wie Figur 10 veranschaulicht, noch um eine Bassbox (Subwoofer) 41 ergänzt werden. Hierzu werden, wie Figur 10 verdeutlicht, die Ausgangssignale R und L in der unteren Hörebene in der Signalabfolge vor ihrer erneuten Aufspaltung addiert durch einen Lowpass Filter 42 geschickt und gleichzeitig als R und L – Signale in dem Signalprozessor 34 verarbeitet.

Eine weitere Variante des erfindungsgemäßen Prinzips der modulartig erweiterbaren kleinsten Einheit einer Signalerzeugung, die zu komplexen Lautsprecherkonfigurationen führt, veranschaulicht auch Figur 11.

Fig. 11 zeigt das erfindungsgemäße Verfahren, das die beiden Eingangskanälen R_{11} und L_{11} , die aus den Summationen $R + C$ und $L + C$ (C =Centerkanal) entstehen, die Ausgangssignale R_{1Hi} und L_{1Hi} in der oberen Hörebene 7 und in der unteren Hörebene 6 das linke Ausgangssignal L_1 und das rechte Ausgangssignal R_1 generiert, sodass vier Ausgangssignale, zwei für die obere und zwei für die untere Hörebene, erzeugt werden. Für die Erzeugung dient auch hier der Signalprozessor 34 und zwar in Form eines Audioprozessors, auf dem sich eine Software befindet, die den Algorithmus enthält.

Die in Figur 11 gezeigte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens unterscheidet sich von der in Figur 10 beschriebenen dadurch, dass die generierten Ausgangssignale R_{1Hi} , L_{1Hi} , L_1 und R_1 nicht erneut als Eingangssignale dienen, sondern in dem Prozessor 34 parallel zwei weitere Eingangssignale S_R und S_L in Gestalt von Surroundsignalen zu Ausgangssignalen verarbeitet werden, die durch eine parallele Bearbeitung in die Ausgangssignale R_{2Hi} , L_{2Hi} , L_2 und R_2 in der oberen und unteren Hörebene decodiert werden. Die zwei Ausgangssignale L_1 , L_2 sowie die beiden Ausgangssignale R_1 , R_2 werden an die Lautsprecher der unteren Hörebene 6 geschickt, wohingegen die Ausgangssignale L_{1Hi} , R_{1Hi} , L_{2Hi} und R_{2Hi} der oberen Hörebene 7, wie Figur 11 weiter verdeutlicht, zu Signalen R_{tHi} , L_{tHi} der oberen Hörebene 7 summiert werden, die Lautsprechern der oberen Hörebene 7 zugeführt werden.

Der weitere Kanal LFE wird direkt zu einem eigenen Ausgang geführt und dort als Ausgangskanal LFE einem weiteren Lautsprecher zugeführt, wobei dieser Ausgangskanal, wie auch alle anderen Ausgangskanäle, auch durch Pegelregler, Equalizer, Kompressor etc. weiterverarbeitet werden kann. Die Lautsprecherkonfiguration eines Audiogeräts, das zu der in Figur 11 beschriebenen Ausführungsform korrespondiert, veranschaulicht Figur 12.

Beiden in den Figuren 10 und 11 gezeigten Ausführungsformen ist es gemeinsam, dass das das erfindungsgemäße Verfahren wiederholt in dem Signalprozessor 34 abgearbeitet wird.

Bezugszeichenliste:

2	Raum
3	Hörer
5	Lautsprecheranordnung
4a,4b,6	obere Hörebene
5a,5b,7	untere Hörebene
8, 9	Kanäle
10	Signaldetektor
11	Signalmultiplizierer
12,13,21	Delay
14,19,20	Equalizer
15,16	Pegelsteller
17,18	Pegelsteller
22	Kompressor
23,24	Pegelsteller
25	PC
26,27	Lautsprecher
28	Flatscreen
29	PC
31	Smartphone
32	Radio
33	Soundbar
34	Signalprozessor
35,36,37	Lautsprecher
38,39	Lautsprecher
40	Soundbar
41	Bassbox
42	Lowpass Filter

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Audiowiedergabe in einem Mehrkanaltonsystem mit zwei Eingangssignalen L und R, bei dem Ausgangssignale für verschiedene Hörebene erzeugt werden, dadurch gekennzeichnet, dass nur eine untere Hörebene (7) und nur eine obere Hörebene (6) erzeugt werden, wobei maximal sechs Ausgangssignale mit maximal zwei Ausgangssignalen für die untere Hörebene (7) und maximal vier Ausgangssignalen für die obere Hörebene (6) generiert werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die Signale in der unteren Hörebene (7) und oberen Hörebene (6) Stereosignale erzeugt werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die Signale in der unteren Hörebene (7) und oberen Hörebene (6) Monosignale erzeugt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die Signale in der unteren Hörebene (7) Monosignale erzeugt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die Signale in der oberen Hörebene (7) Monosignale erzeugt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausgangssignale als weitere Eingangssignale dienen.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass aus den für die Eingangssignale R und L vorgesehenen Eingangskanäle Kanäle decodiert werden.
8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die decodierten Kanäle in Gestalt eines linken Raumkanals $R_L=L-R$, eines rechten

Raumkanals $R_R=R-L$ sowie eines Center-Kanals $C=L+R$ generiert werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass zu den decodierten Kanälen aus den Eingangskanälen linear und parallel geführte Kanäle (8, 9) generiert werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass R und L als Ausgangssignale für die untere Hörebene (7) erzeugt werden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die decodierten Signale zu Ausgangssignalen der höheren Hörebene (6) weiterverarbeitet werden.
12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein Teil der Eingangskanäle und/oder der Ausgangskanäle miteinander addiert werden.
13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass maximal zwei Ausgangssignalen für die untere Hörebene (7) und maximal zwei Ausgangssignalen für die obere Hörebene (6) generiert werden.
14. Gerät mit Toneingangs- und Tonausgangskanälen sowie einem Prozessor, wobei dem Gerät Lautsprecher (26, 27, 33) zugeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, dass auf den Prozessor eine Software importiert ist, die einen Algorithmus enthält, der von dem Prozessor abgearbeitet wird, wobei der Algorithmus das Verfahren gemäß einem der Ansprüche 1 bis 9 erfasst.
15. Gerät nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass es Bildeingangs- und Bildausgangskanäle aufweist.

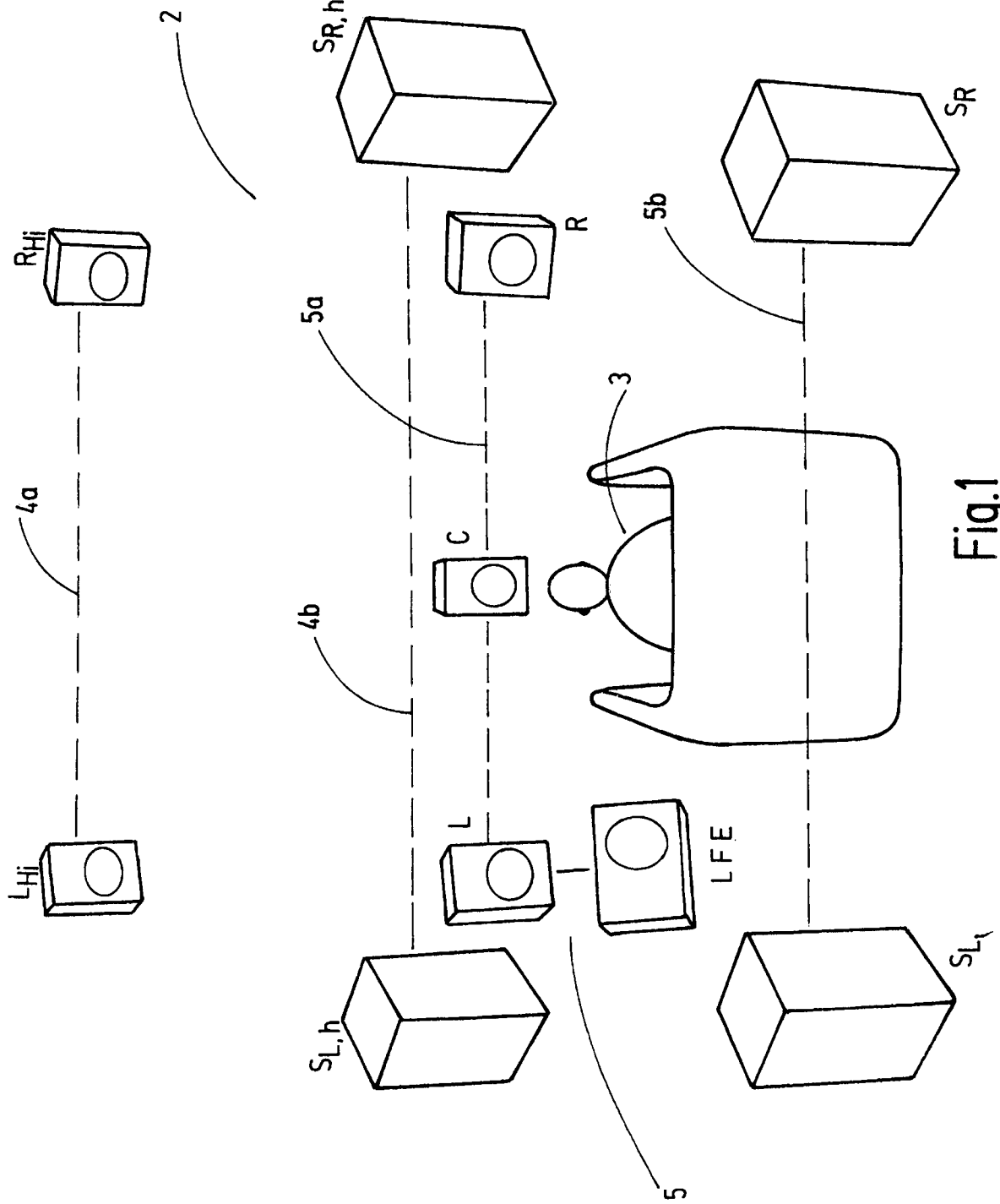


Fig.1

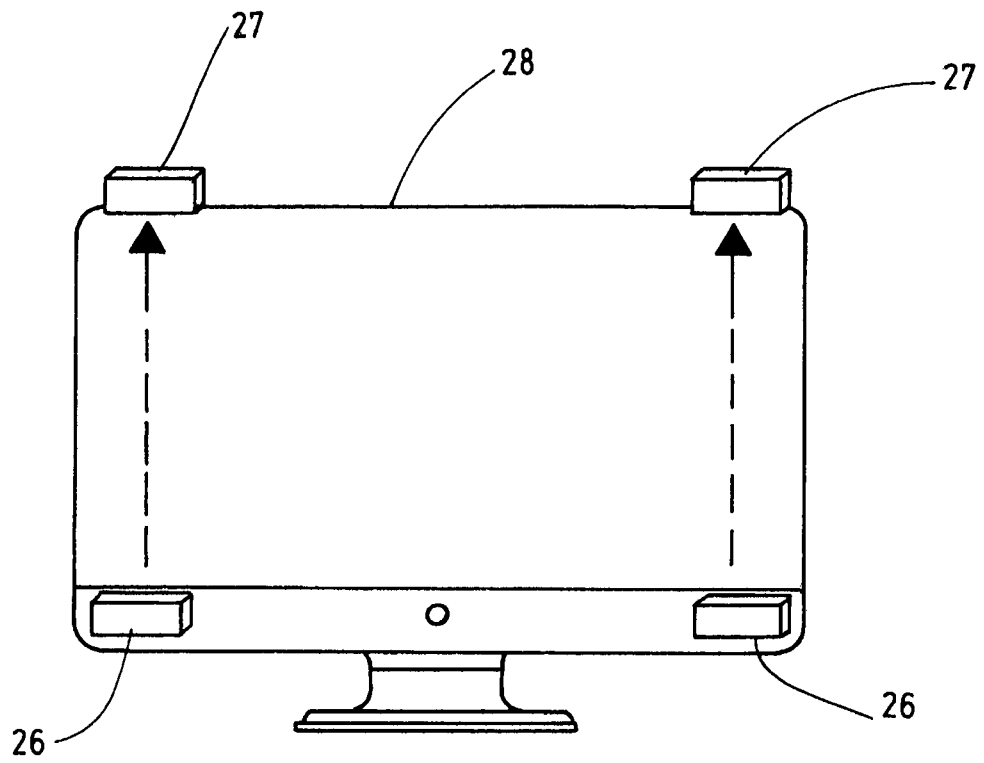


Fig.3a

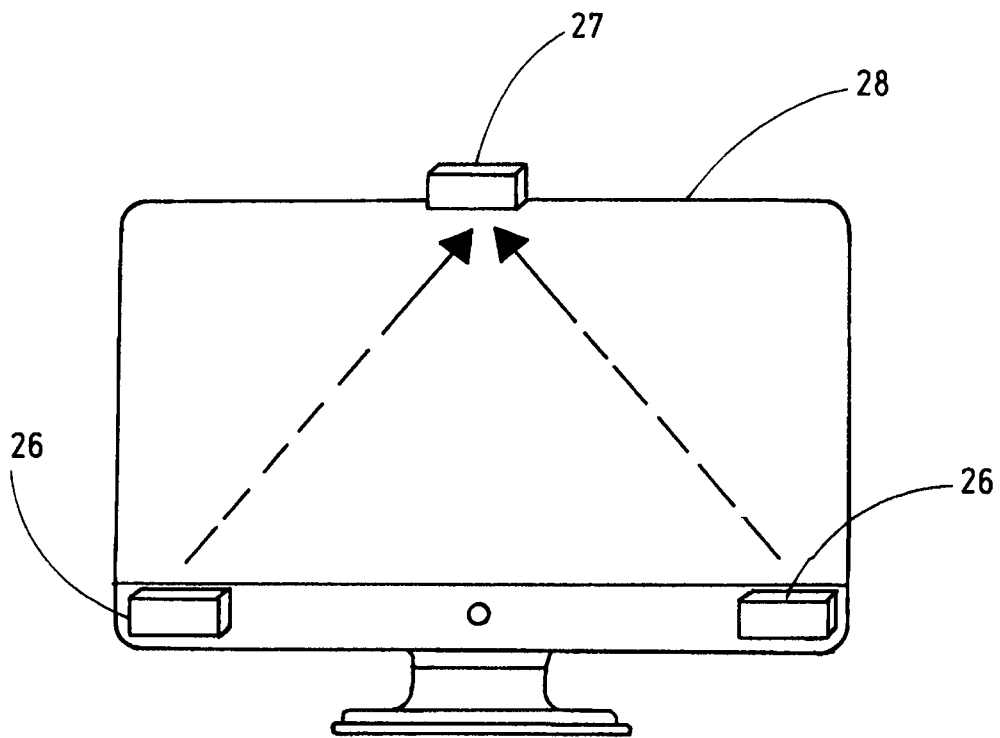


Fig.3b

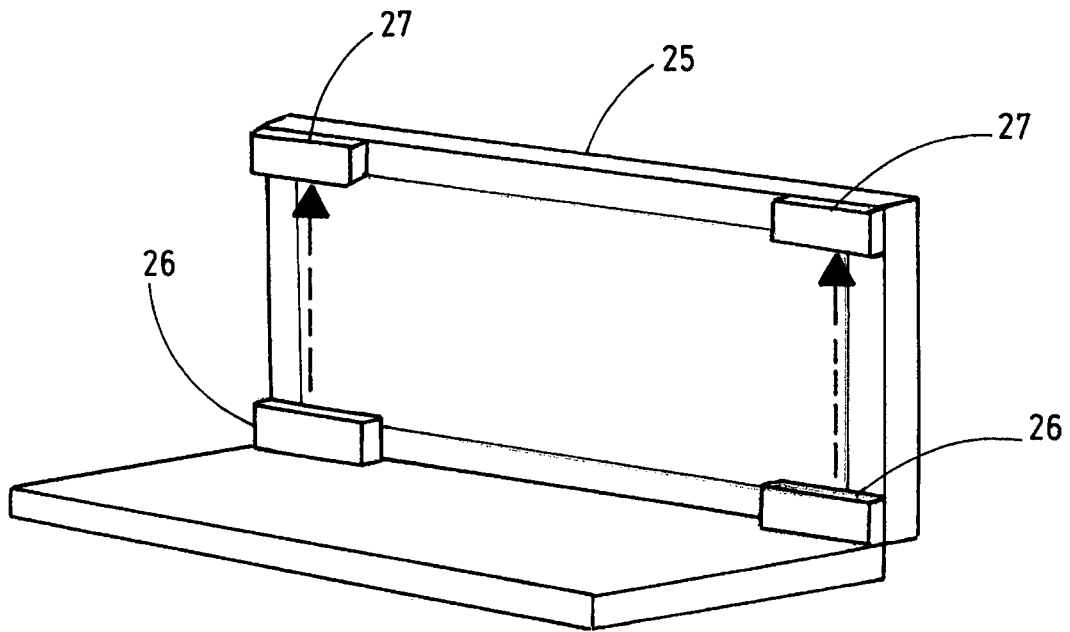


Fig.4a

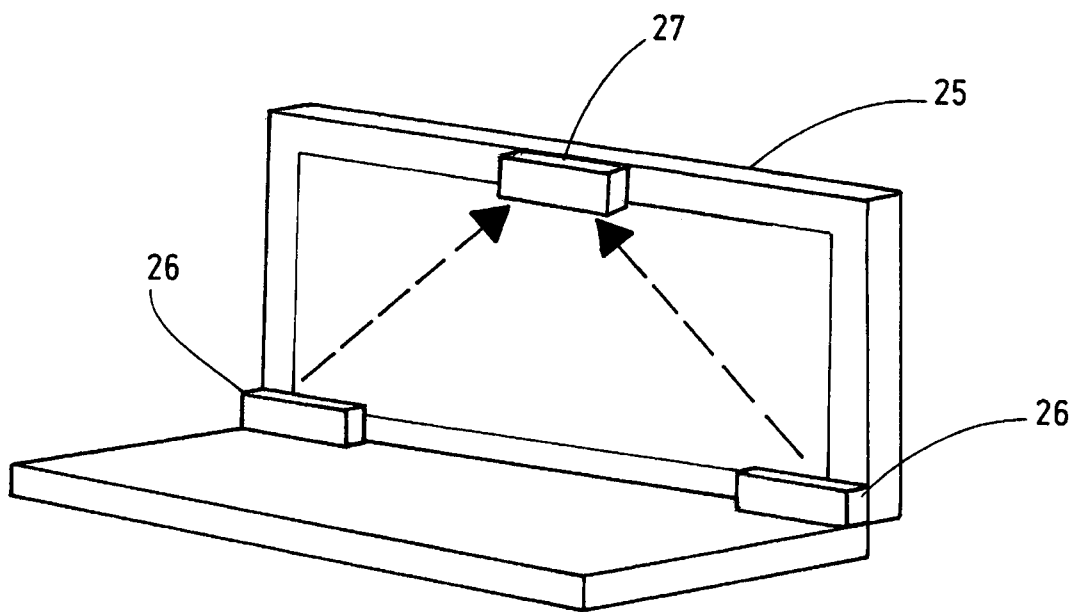


Fig.4b

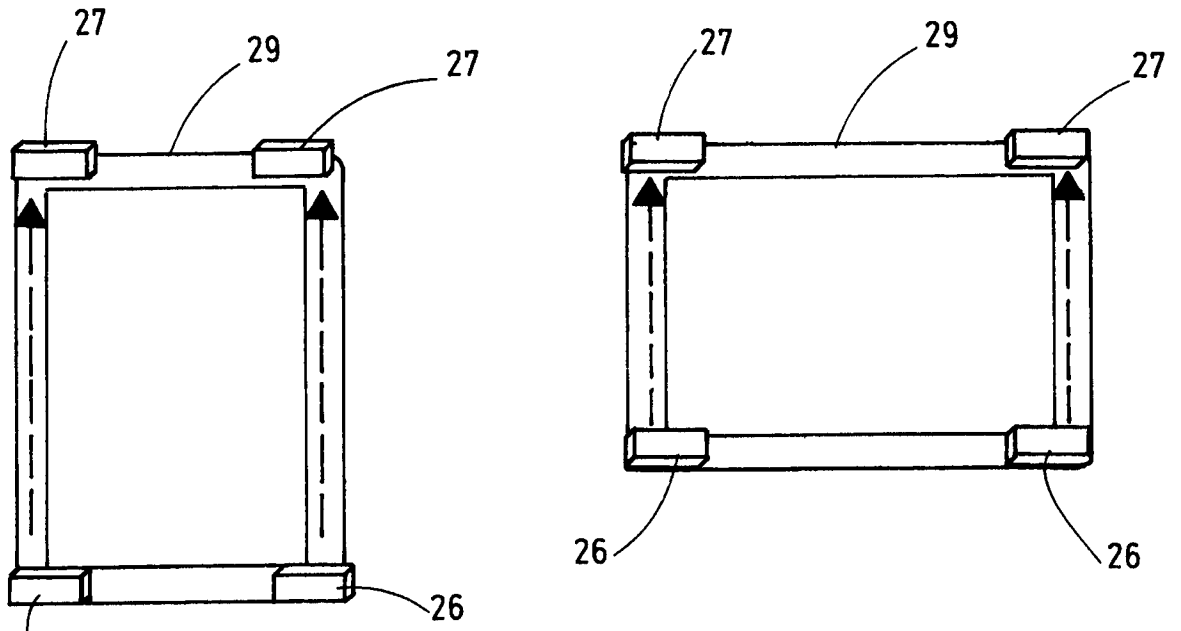


Fig.5a

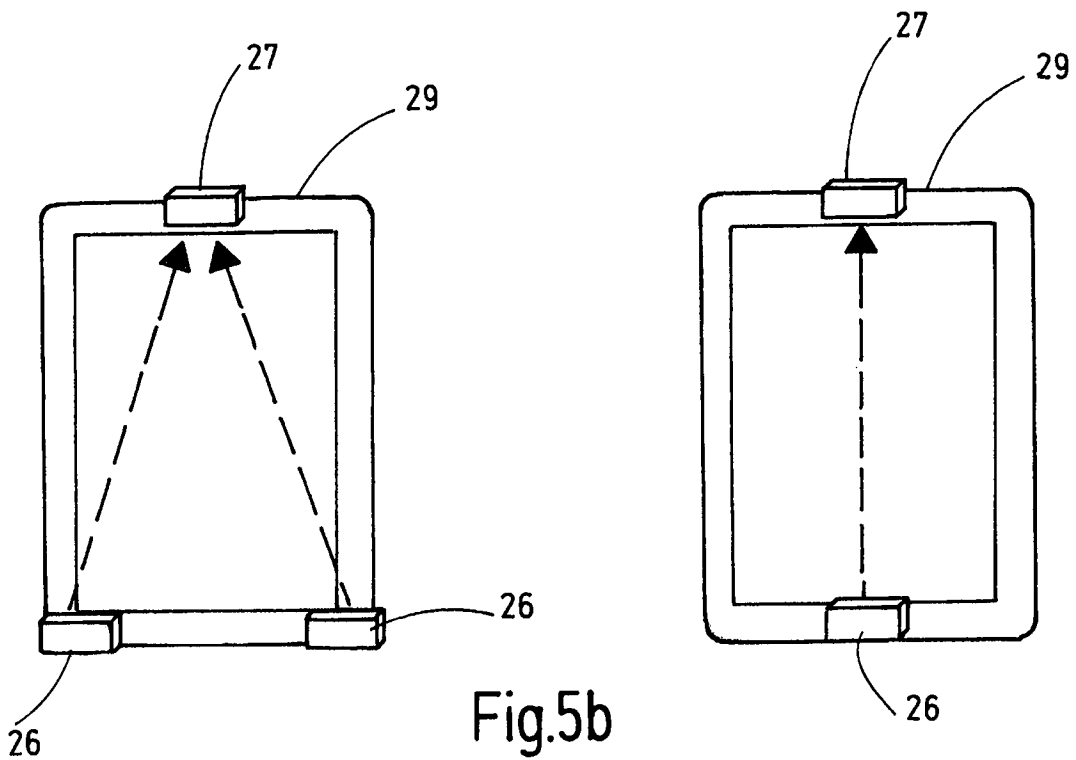


Fig.5b

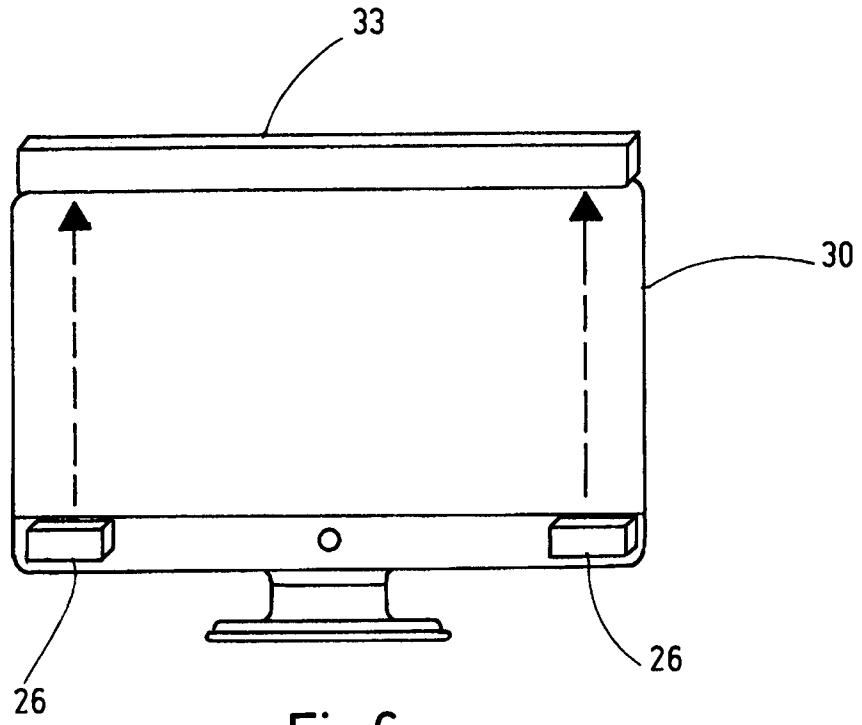


Fig.6a

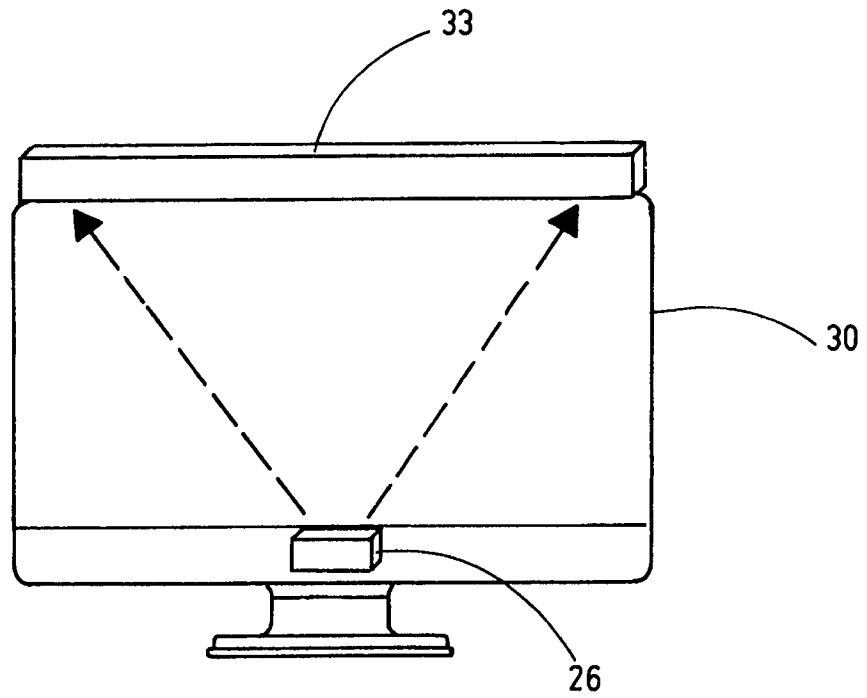


Fig.6b

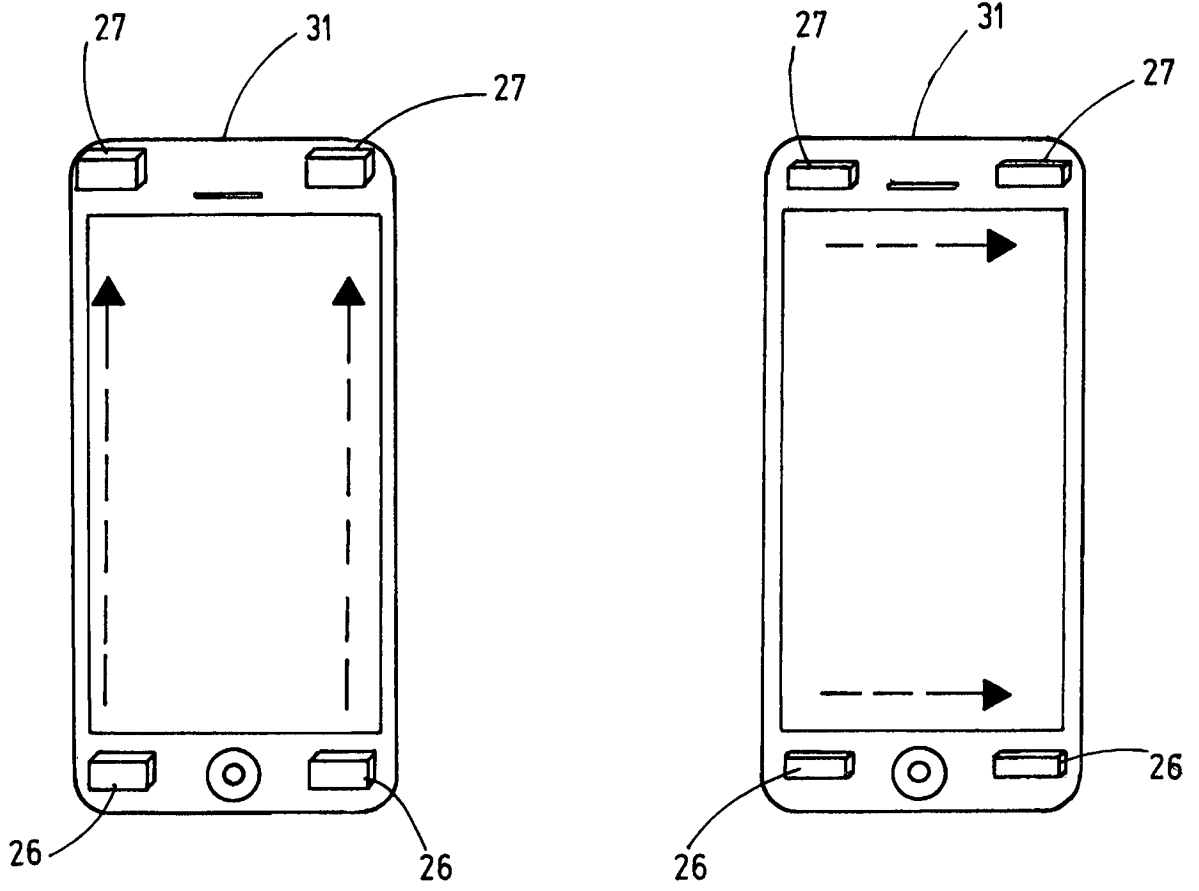


Fig.7a

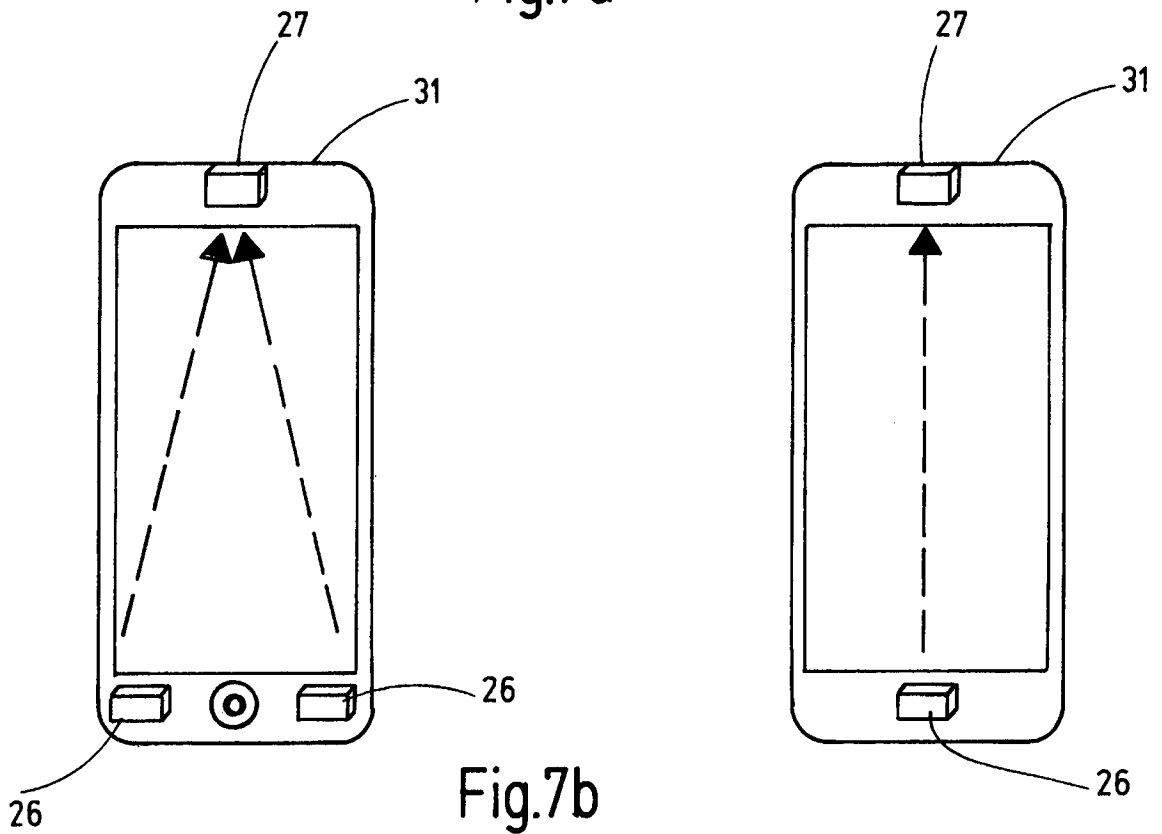
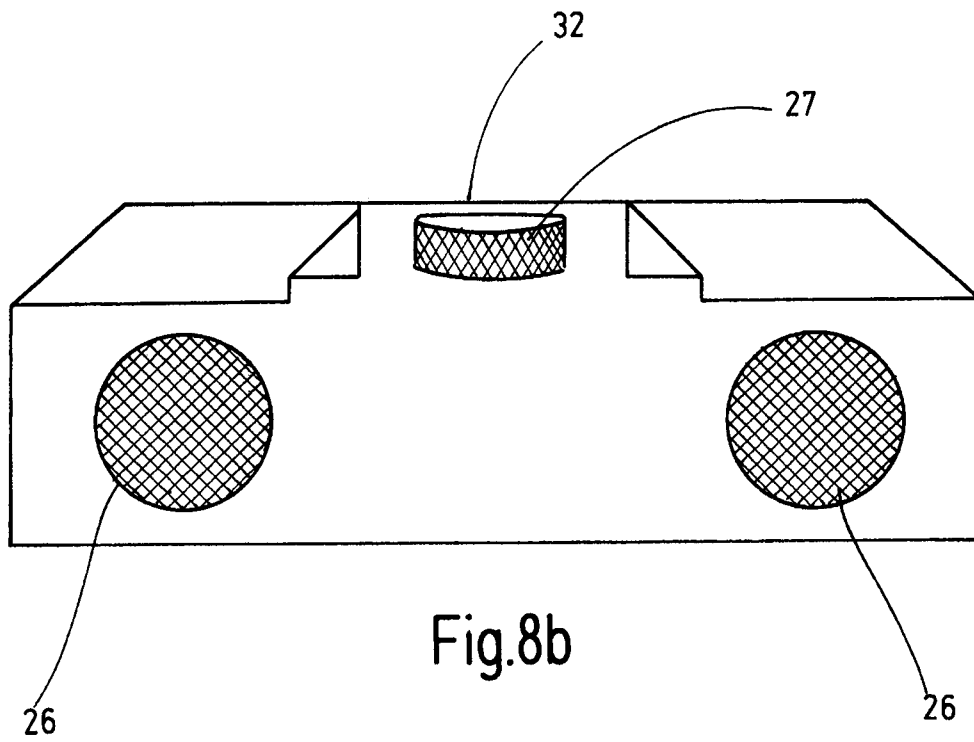
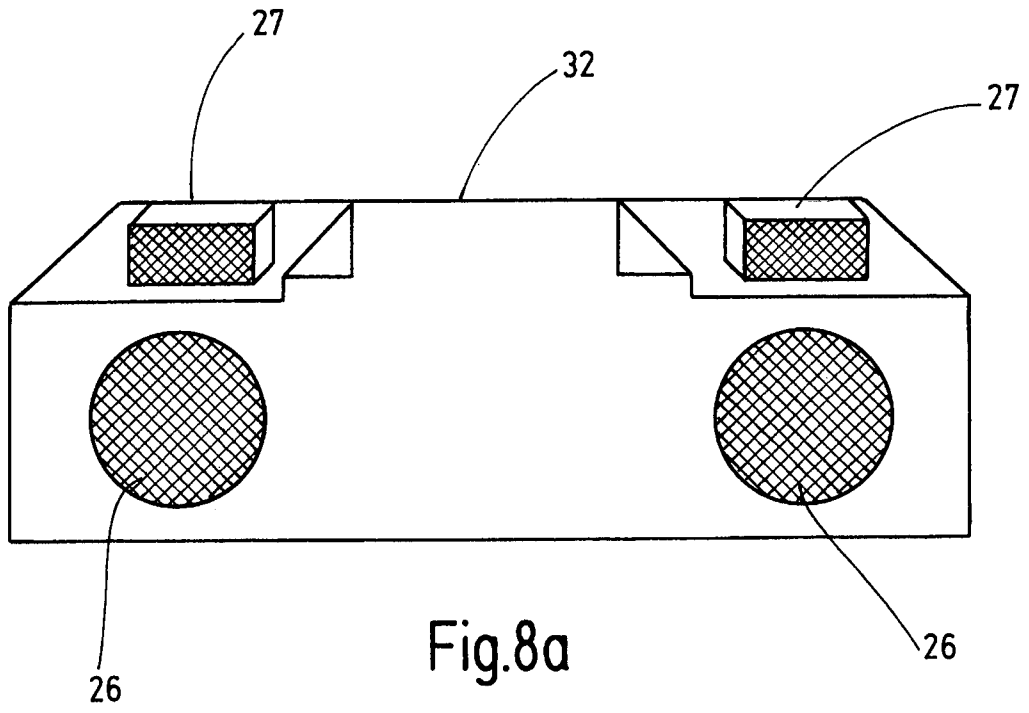


Fig.7b



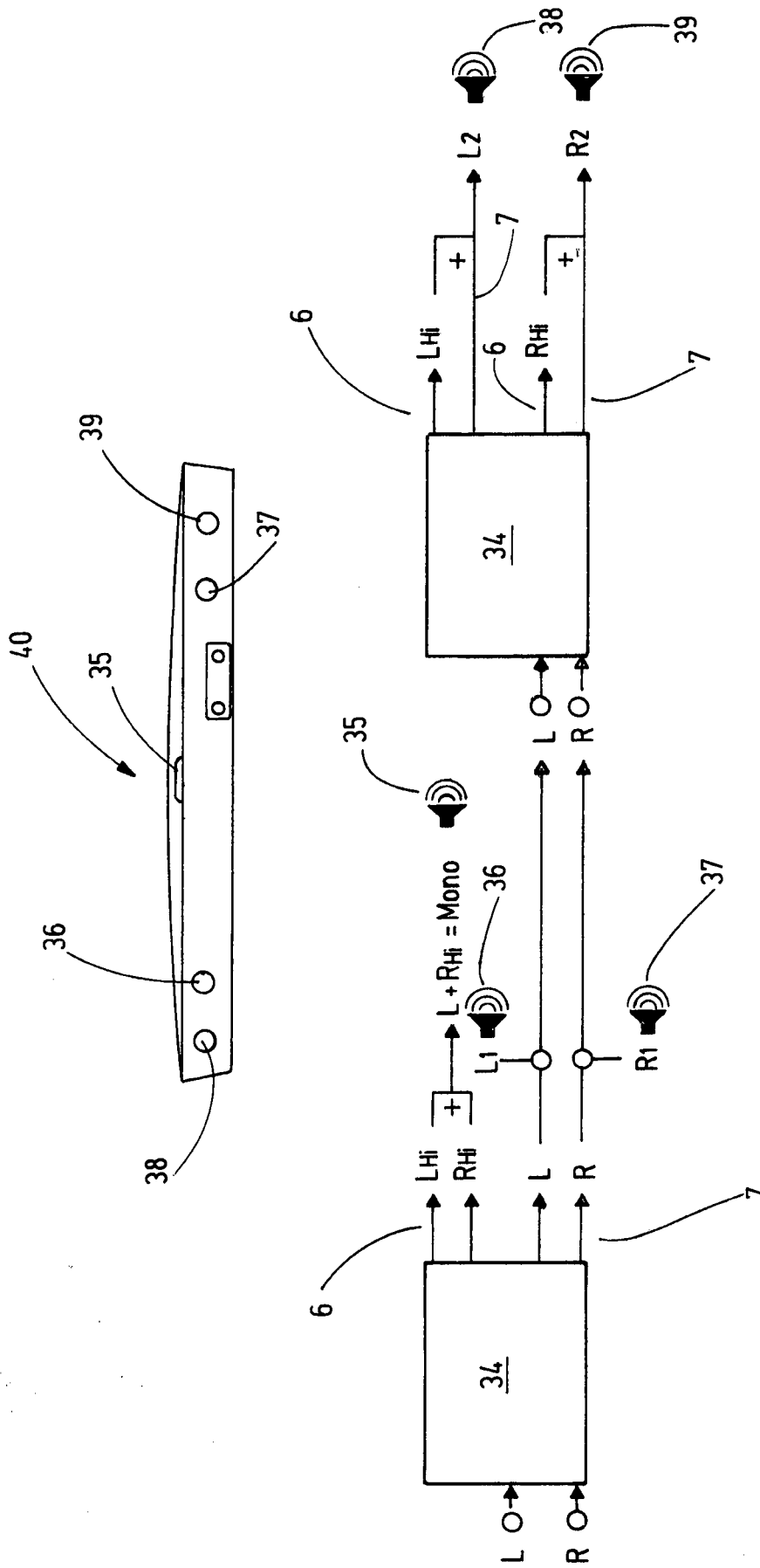


Fig.9

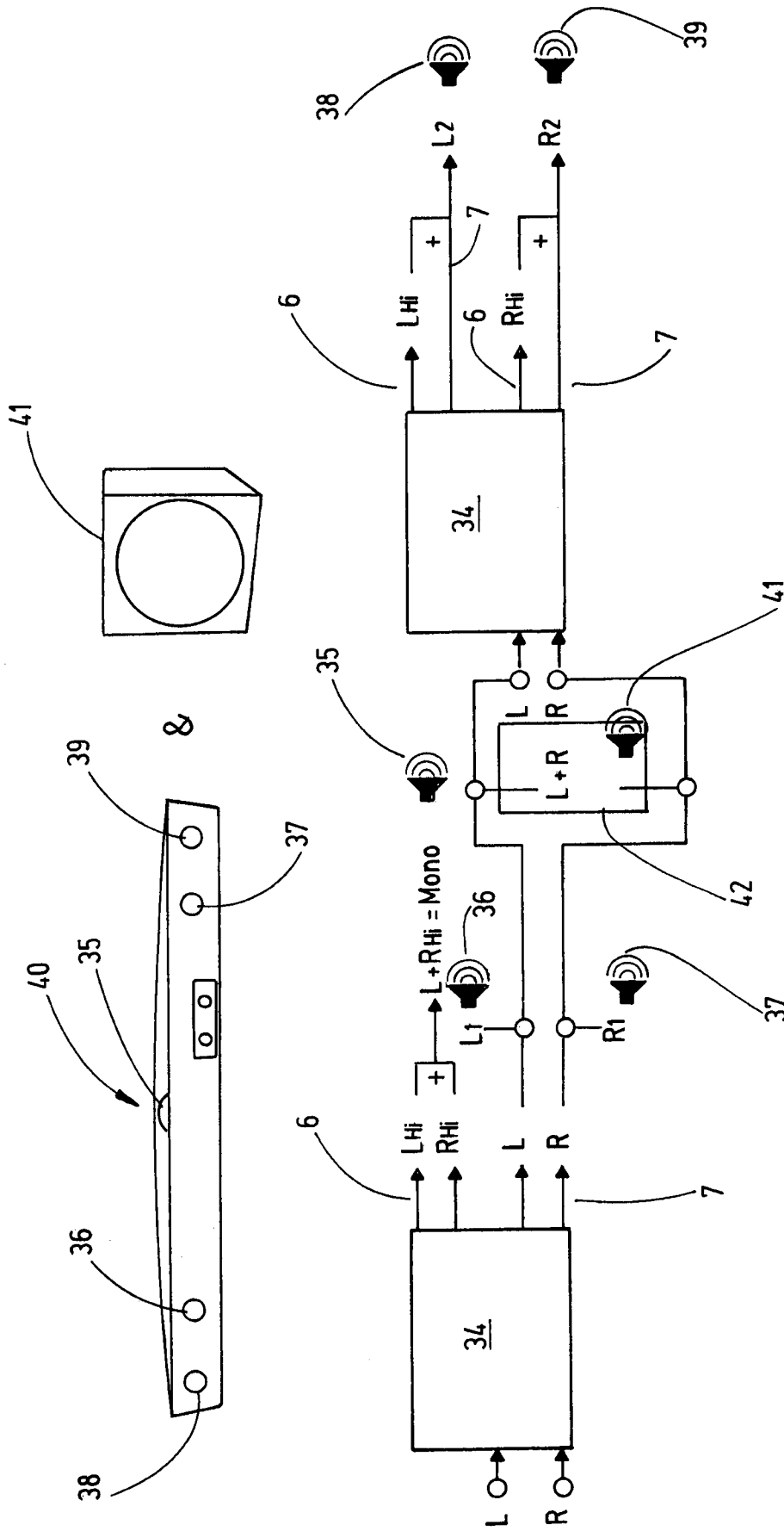


Fig.10

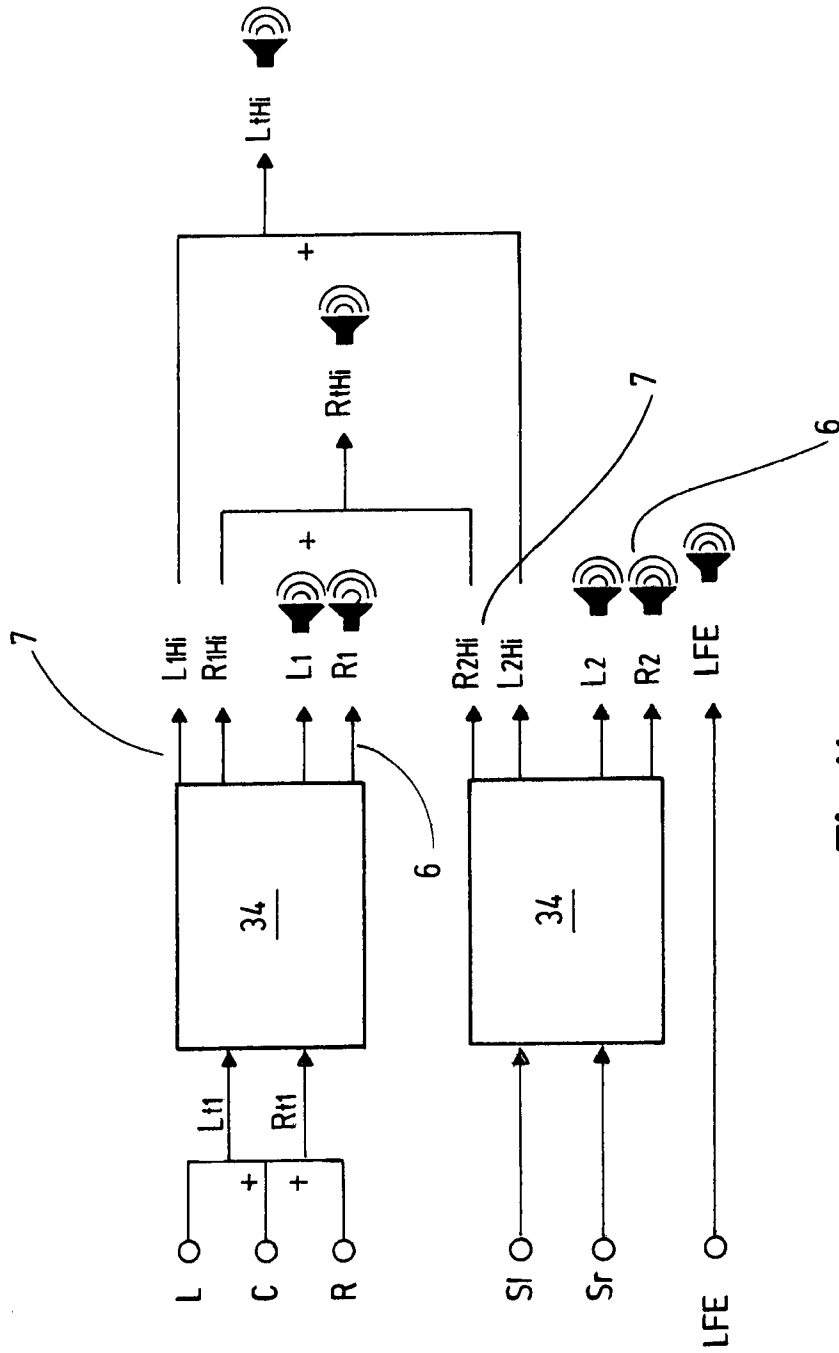


Fig.11

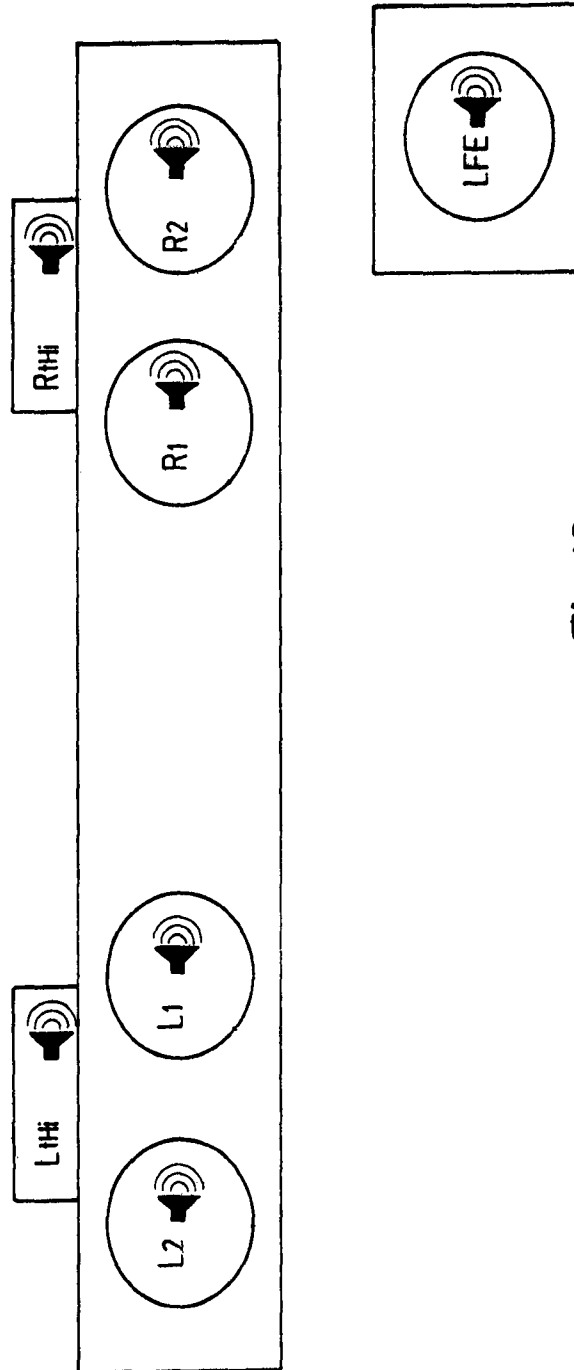


Fig.12