



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.04.2008 Patentblatt 2008/16

(51) Int Cl.:
H04R 25/00 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07117164.9**

(22) Anmeldetag: **25.09.2007**

(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 MT NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

- **Fröhlich, Matthias**
91056, Erlangen (DE)
- **Hain, Jens**
91077, Kleinsendelbach (DE)
- **Puder, Henning**
91052, Erlangen (DE)
- **Steinbuß, André**
91052, Erlangen (DE)

(30) Priorität: **10.10.2006 DE 102006047986**

(71) Anmelder: **Siemens Audiologische Technik GmbH**
91058 Erlangen (DE)

(74) Vertreter: **Maier, Daniel Oliver et al**
Siemens AG
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

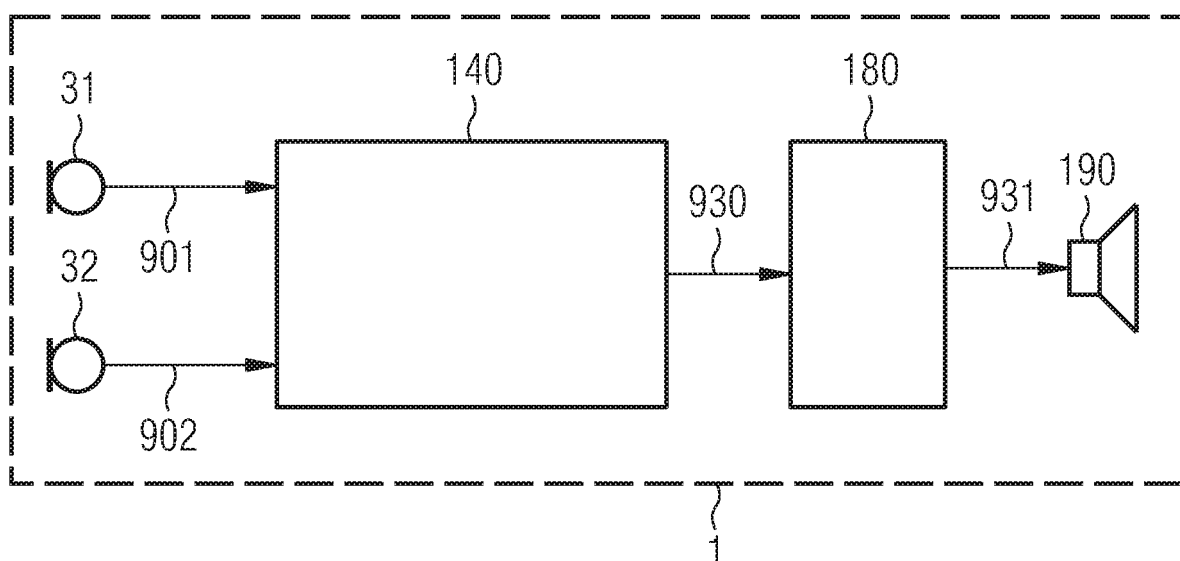
(72) Erfinder:
• **Fischer, Eghart**
91126, Schwabach (DE)

(54) **Verarbeitung eines Eingangssignals in einer Hörhilfe**

(57) Verfahren zur Verarbeitung von wenigstens einem ersten und einem zweiten Eingangssignal in einer Hörhilfe, wobei die Eingangssignale zur Erzeugung Zwischensignalen gefiltert werden, die Zwischensignale zu

Ausgangssignalen addiert werden, die Eingangssignale einer definierten Signalsituation zugeordnet werden, und wobei die Filterung abhängig von der zugeordneten definierten Signalsituation erfolgt.

FIG 3



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verarbeitung eines Eingangssignals in einer Hörhilfe, sowie eine Vorrichtung zur Verarbeitung eines Eingangssignals in einer Hörhilfe.

[0002] Der enorme Fortschritt der Mikroelektronik erlaubt heute eine umfangreiche analoge und digitale Signalverarbeitung auch auf engstem Raum. Die Verfügbarkeit analoger und digitaler Signalprozessoren mit minimalen räumlichen Dimensionen ebnete in den letzten Jahren auch den Weg für deren Einsatz in Hörgeräten, offensichtlich ein Einsatzgebiet bei dem die Systemgröße wesentlich begrenzt ist.

[0003] Eine einfache Verstärkung eines Eingangssignals von einem Mikrofon führt für den Benutzer oft zu einer unbefriedigenden Hörhilfe, da Störsignale gleichsam mitverstärkt werden und sich der Nutzen für den Anwender auf spezielle akustische Situationen beschränkt. Seit einigen Jahren werden daher bereits digitale Signalprozessoren in Hörgeräte eingebaut, die das Signal eines oder mehrerer Mikrofone digital verarbeiten, um so, beispielsweise, gezielt Störgeräusche zu unterdrücken.

[0004] Es ist bekannt, in Hörhilfen eine sogenannte blinde Quellentrennung (engl. BSS Blind Source Separation) zu implementieren, um Komponenten eines Eingangssignals verschiedenen Quellen zuzuordnen und entsprechend Einzelsignale zu generieren. Beispielsweise kann ein BSS-System das Eingangssignal zweier Mikrofone in zwei Einzelsignale zerlegen, von denen dann eines ausgewählt werden kann und an einen Anwender der Hörhilfe, unter Umständen nach einer Verstärkung oder weiteren Verarbeitung, über einen Lautsprecher ausgegeben wird.

[0005] Ferner ist bekannt eine sog. Klassifikation der tatsächlichen akustischen Situation vorzunehmen, bei dem die Eingangssignale analysiert und charakterisiert werden, um verschiedene Situationen, die Modellsituationen des täglichen Lebens nachempfunden sein können, voneinander abzugrenzen. Die ermittelte Situation kann dann beispielsweise die Auswahl der Einzelsignale, die dem Anwender bereitgestellt werden, bestimmen.

[0006] So wird beispielsweise in M. Büchler und N. Dillier, S. Allegro und S. Launer, Proc. DAGA, Seiten 282-283 (2000), eine Klassifizierung einer akustischen Umgebung für Hörgeräte-Anwendungen beschrieben, bei der u. A. ein gemittelter Signalpegel als Klassifikationsgröße zum Einsatz kommt.

[0007] In der Realität kann die Vielzahl an möglichen akustischen Situationen jedoch zu einer nicht zutreffenden Klassifikation führen und damit auch zu einer nachteiligen Auswahl der für den Anwender wahrnehmbaren Signale. Konventionelle Hörhilfen können daher in bestimmten akustischen Situationen dem Anwender nur ein unbefriedigendes Ergebnis liefern und einen manuellen Eingriff zur Korrektur der Klassifikation bzw. der Signalauswahl erfordern. In besonders nachteiligen Situationen können sogar wichtige Schallquellen dem Anwender verborgen bleiben, da sie aufgrund einer falschen Auswahl oder Klassifikation nur abgeschwächt oder gar nicht ausgegeben werden.

[0008] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Verarbeitung eines Eingangssignals in einem Hörgerät bereitzustellen. Es ist ferner Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Vorrichtung zur Verarbeitung eines Eingangssignals in einem Hörgerät bereitzustellen.

[0009] Diese Aufgaben werden durch das Verfahren gemäß Anspruch 1, sowie durch die Vorrichtung gemäß Anspruch 11 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

[0010] Gemäß eines ersten Aspekts der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Verarbeitung von wenigstens einem ersten und einem zweiten Eingangssignal in einer Hörhilfe vorgesehen.

[0011] Dabei wird das erste Eingangssignal zur Erzeugung eines ersten Zwischensignals mit wenigstens einem ersten Koeffizienten gefiltert, das erste Eingangssignal zur Erzeugung eines zweiten Zwischensignals mit wenigstens einem zweiten Koeffizienten gefiltert, das zweite Eingangssignal zur Erzeugung eines dritten Zwischensignals mit wenigstens einem dritten Koeffizienten gefiltert und das zweite Eingangssignal zur Erzeugung eines vierten Zwischensignals mit wenigstens einem vierten Koeffizienten gefiltert. Das erste und das dritte Zwischensignal werden zur Erzeugung eines ersten Ausgangssignals addiert und das zweite Zwischensignal und das vierte Zwischensignal werden zur Erzeugung eines zweiten Ausgangssignals addiert. Das erste und das zweite Eingangssignal werden einer definierten Signalsituation zugeordnet und wenigstens einer der Koeffizienten wird abhängig von der zugeordneten definierten Signalsituation verändert. Gemäß der vorliegenden Erfindung kann ein Koeffizient skalar oder auch mehrdimensional sein, wie z. B. ein Koeffizientenvektor oder einen Koeffizientensatz mit mehreren skalaren Komponenten.

[0012] Gemäß eines zweiten Aspekts der vorliegenden Erfindung ist eine Vorrichtung zur Verarbeitung von wenigstens einem ersten und einem zweiten Eingangssignal in einer Hörhilfe vorgesehen, wobei die Vorrichtung einen ersten Filter zur Filterung des ersten Eingangssignals und zur Erzeugung eines ersten Zwischensignals, einen zweiten Filter zur Filterung des ersten Eingangssignals und zur Erzeugung eines zweiten Zwischensignals, einen dritten Filter zur Filterung des zweiten Eingangssignals und zur Erzeugung eines dritten Zwischensignals, einen vierten Filter zur Filterung des zweiten Eingangssignals und zur Erzeugung eines vierten Zwischensignals, eine erste Summationseinheit zur Addition des ersten Zwischensignals und des dritten Zwischensignals zur Erzeugung eines ersten Ausgangssignals, eine zweite Summationseinheit zur Addition des zweiten Zwischensignals und des vierten Zwischensignals zur Erzeugung eines zweiten Ausgangssignals und eine Klassifikationseinheit, die das erste Eingangssignal und das zweite Eingangssignal einer definierten Signalsituation zuordnet und wenigstens einen der Filter abhängig von der zugeordneten definierten

Signalsituation verändert, umfasst.

[0013] Es ist gemäß der vorliegenden Erfindung in vorteilhafter Weise vorgesehen, wenigstens einen Filter bzw. den entsprechenden Koeffizienten in Abhängigkeit von einer definierten Signalsituation zu verändern. Damit kann die Verarbeitung des ersten und des zweiten Eingangssignals an verschiedene Signalsituationen angepasst werden. Das erste Ausgangssignal und das zweite Ausgangssignal können somit, abhängig von verschiedenen Signalsituationen, noch gemeinsame Komponenten aufweisen. Einem Anwender der Hörhilfe können somit auch beispielsweise weiterhin wichtige Signalkomponenten bereitgestellt werden und dem Anwender bleibt die akustische Existenz verschiedener Quellen nicht verborgen. Das Eingangssignal kann dabei von einer oder mehreren Quellen stammen, und es ist möglich, entsprechende Komponenten des Eingangssignals gezielt auszugeben oder gezielt abgeschwächt auszugeben. Dabei können gezielt akustische Signalkomponenten von bestimmten Quellen durchgelassen werden, wohingegen akustische Signalkomponenten anderer Quellen gezielt abgeschwächt bzw. unterdrückt werden. Dies ist in einer Vielzahl von realen Lebenssituationen denkbar, bei denen ein entsprechendes Durchlassen bzw. abgeschwächtes Durchlassen von Signalkomponenten von Vorteil für den Anwender ist.

[0014] Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird zur Zuordnung der Eingangssignale zu einer definierten Signalsituation wenigstens eine der Klassifikationsgrößen Anzahl der Signalkomponenten, Pegel einer Signalkomponente, Verteilung der Pegel der Signalkomponenten, Leistungsdichtespektrum einer Signalkomponente, Pegel eines Eingangssignals und/oder eine räumliche Position der Quelle einer der Signalkomponenten ermittelt. Die Eingangssignale können dann in Abhängigkeit wenigstens einer der aufgezählten Klassifikationsgrößen einer definierten Signalsituation zugeordnet werden. Die definierten Signalsituationen können dabei vorbestimmt sein, in der Hörhilfe abgespeichert sein, oder veränderbar bzw. aktualisierbar sein. Die definierten Signalsituationen entsprechen in vorteilhafter Weise üblichen realen Lebenssituationen, die sich durch die oben genannten Klassifikationsgrößen, oder auch andere geeignete Klassifikationsgrößen charakterisieren und einordnen lassen.

[0015] Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird eine maximale Korrelation des ersten Ausgangssignals und des zweiten Ausgangssignals abhängig von der zugeordneten definierten Signalsituation bestimmt und wenigstens einer der Koeffizienten bzw. Filter abhängig von der Korrelation verändert, bis die Korrelation der maximalen Korrelation entspricht. Damit kann in vorteilhafter Weise die Trennleistung bzw. die Korrelation zwischen dem ersten Ausgangssignal und dem zweiten Ausgangssignal an die tatsächliche akustische Situation angepasst werden. Dementsprechend kann vorgesehen sein, in einer definierten Signalsituation die Trennleistung zu maximieren, d.h. die maximale Korrelation gegen Null gehen zu lassen, um so die Korrelation des ersten Ausgangssignals und des zweiten Ausgangssignals zu minimieren. In einer anderen akustischen Situation kann hingegen vorgesehen sein, eine maximale Korrelation auf beispielsweise 0,2 oder 0,5 zu beschränken. Somit kann die Korrelation von dem ersten Ausgangssignal und dem zweiten Ausgangssignal bis 0,2 bzw. 0,5 betragen. Damit enthalten das erste Ausgangssignal und das zweite Ausgangssignal zu einem gewissen Anteil gemeinsame Signalkomponenten, die dann, auch bei Auswahl nur eines der Ausgangssignale, dem Anwender in jedem Fall bereitgestellt werden können und diesem in vorteilhafter Weise nicht verborgen bleiben.

[0016] Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer ersten Verarbeitungseinheit gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine schematische Darstellung einer zweiten Verarbeitungseinheit gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Hörhilfe gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 eine schematische Darstellung einer linken Hörhilfe und einer rechten Hörhilfe gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 eine schematische Darstellung einer Korrelation gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer FourierTransformierten gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

[0017] Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer ersten Verarbeitungseinheit 41 gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Eine erste Quelle 11 und eine zweite Quelle 12 senden akustische Signale aus,

die auf ein erstes Mikrofon 31 und auf ein zweites Mikrofon 32 treffen. Die akustische Umgebung, beispielsweise umfassend dämpfende Einheiten oder auch reflektierende Wände, werden hier durch einen ersten Umgebungsfilter 21, einen zweiten Umgebungsfilter 22, einen dritten Umgebungsfilter 23 und einen vierten Umgebungsfilter 24 modellhaft dargestellt. Das erste Mikrofon 31 generiert ein erstes Eingangssignal 901 und das zweite Mikrofon 32 generiert ein

[0018] Das erste Eingangssignal 901 wird einem ersten Filter 411 und einem zweiten Filter 412 bereitgestellt. Das zweite Eingangssignal 902 wird einem dritten Filter 413 und einem vierten Filter 414 bereitgestellt. Der erste Filter 411 filtert das erste Eingangssignal 901 zur Erzeugung eines ersten Zwischensignals 911. Der zweite Filter 412 filtert das erste Eingangssignal 901 zur Erzeugung eines zweiten Zwischensignals 912. Der dritte Filter 413 filtert das zweite Eingangssignal 902 zur Erzeugung eines dritten Zwischensignals 913. Der vierte Filter 414 filtert das zweite Eingangssignal 902 zur Erzeugung eines vierten Zwischensignals 914.

[0019] Das erste Zwischensignal 911 und das dritte Zwischensignal 913 werden von einer ersten Summationseinheit 415 zu einem ersten Ausgangssignal 921 addiert. Das zweite Zwischensignal 912 und das vierte Zwischensignal 914 werden von einer zweiten Summationseinheit 416 zu einem zweiten Ausgangssignal 922 addiert. Das erste Ausgangssignal 921 und das zweite Ausgangssignal 922 werden einer Korrelationseinheit 61 bereitgestellt, die die Korrelation zwischen dem ersten Ausgangssignal 921 und dem zweiten Ausgangssignal 922 ermittelt.

[0020] Das erste Eingangssignal 901 und das zweite Eingangssignal 902 werden auch einer Klassifikationseinheit 51 bereitgestellt. Optional kann vorgesehen sein, auch das erste Ausgangssignal 921 und/oder das zweite Ausgangssignal 922 der Klassifikationseinheit 51 bereitzustellen. Die Klassifikationseinheit 51 kann ferner eine Speichereinheit 52 aufweisen, in der definierte Signalsituationen abgespeichert sind. Die Klassifikationseinheit 51 ordnet die Eingangssignale 901, 902 und gegebenenfalls die Ausgangssignale 921, 922 einer definierten Signalsituation zu. Hierzu kann die Klassifikationseinheit 51 wenigstens eine der Klassifikationsgrößen Anzahl der Signalkomponenten, Pegel einer Signalkomponente, Verteilung der Pegel der Signalkomponenten, Leistungsdichtespektrum einer Signalkomponente und/oder Pegel einer Signalkomponente ermitteln und die Zuordnung zu einer definierten Signalsituation kann in Abhängigkeit wenigstens einer der Klassifikationsgrößen erfolgen.

[0021] Eine Signalkomponente kann eine von mehreren Komponenten eines Eingangssignals 901, 902 sein, die jeweils für sich von einer Quelle oder von einer Gruppe von Quellen stammt. Signalkomponenten können beispielsweise getrennt werden, wenn Eingangssignale mit akustischen Signalkomponenten einer Quelle von wenigstens zwei Mikrofonen vorliegen. Diese Signalkomponenten können in diesem Fall einen entsprechenden zeitlicher Verzögerung oder andere Unterschiede aufweisen, der auch zur Bestimmung einer räumlichen Position herangezogen werden kann. Die Eingangssignale 901, 902 weisen dann zwei äquivalente Schallkomponenten auf, die um eine bestimmte Zeitspanne versetzt sind. Diese bestimmte Zeitspanne ist dadurch gegeben, dass der Schall einer Quelle 11, 12 im Allgemeinen zu unterschiedlichen Zeitpunkten das erste Mikrofon 31 und das zweite Mikrofon 32 erreicht. Beispielsweise erreicht bei der in Fig. 1 gezeigten Anordnung der Schall der ersten Quelle 11 das erste Mikrofon 31 vor dem zweiten Mikrofon 32. Der räumliche Abstand zwischen dem ersten Mikrofon 31 und dem zweiten Mikrofon 32 beeinflusst dabei ebenfalls die bestimmte Zeitspanne. In modernen Hörhilfen kann dieser Abstand der beiden Mikrofone 31, 32 auf nur wenige Millimeter reduziert werden, wobei immer noch eine zuverlässige Trennung möglich ist.

[0022] Um eine ähnlichste definierte Signalsituation zu ermitteln, muss eine ermittelte Klassifikationsgröße nicht zwingend identisch mit einer Klassifikationsgröße der definierten Signalsituationen sein, sondern die Klassifikationseinheit 51 kann, beispielsweise durch das Vorsehen von Bandbreiten und Toleranzen in den Klassifikationsgrößen, eine ähnlichste der definierten Signalsituationen zuordnen. Neben den Klassifikationsgrößen und den entsprechenden Toleranzen ist in einer definierten Signalsituation ferner ein Schema zur Steuerung der Filter bzw. der entsprechenden Koeffizienten abgespeichert. Hat die Klassifikationseinheit 51 daher die tatsächliche akustische Situation der Quellen einer definierten Signalsituation zugeordnet, so wird die Korrelationseinheit 61 über ein Steuersignal entsprechend angewiesen, die Korrelation zwischen dem ersten Ausgangssignal 921 und dem zweiten Ausgangssignal 922 zu minimieren oder auf einen bestimmten Grenzwert zu beschränken.

[0023] Für mögliche Signalsituationen, die Situationen des täglichen Lebens nachempfunden sein sollen, und Beispiele entsprechender Klassifikationsgrößen sei auf die folgende Tabelle verwiesen, die mögliche Signalsituationen, deren Klassifikationsgrößen und ein entsprechendes Schema zur Veränderung der Koeffizienten zeigt:

Signalsituation	Klassifikationsgrößen	Pegelveränderung
Gespräch in Ruhe	• wenige Signalkomponenten	• niedrige Trennleistung
	• wenige starke Signalkomponenten	• Korrelation bis 1 zulassen
	• wenige schwache Signalkomponenten	
	• hohes Signal/Rausch-Verhältnis	
Gespräch Im KFZ	• viele Signalkomponenten (Reflexionen)	• mittlere Trennleistung

(fortgesetzt)

Signalsituation	Klassifikationsgrößen	Pegelveränderung
	• Komponenten mit charakteristischem Leistungsspektrum (Motor)	• Korrelation bis 0,2 oder 0,5 zulassen
Cocktail-Party	• viele Signalkomponenten • hohe Pegel	• hohe Trennleistung • Korrelation minimieren

[0024] Starke Signalkomponenten können dabei von schwachen Signalkomponenten beispielsweise anhand ihres jeweiligen Pegels unterscheiden werden. Der Pegel einer Signalkomponente ist hier als gemittelte Amplitudenhöhe des entsprechenden akustischen Signals zu verstehen, wobei eine hohe gemittelte Amplitudenhöhe einem hohen Pegel und eine niedrige gemittelte Amplitudenhöhe einem niedrigen Pegel entspricht. Eine starke Komponente kann dabei mindestens eine doppelt so hohe gemittelte Amplitudenhöhe aufweisen als eine schwache Komponente. Ferner kann auch vorgesehen sein, eine, gegenüber einer Amplitudenhöhe einer schwachen Komponente, um 10 dB erhöhte Amplitudenhöhe einer starken Komponente zuzuordnen. Der Pegel einer Komponente wird verstärkt bzw. abgeschwächt, indem die entsprechende Komponente verstärkt bzw. abgeschwächt wird, sodass die gemittelte Amplitudenhöhe erhöht bzw. abgesenkt wird. Eine wesentliche Verstärkung bzw. Abschwächung eines Pegels kann beispielsweise durch eine Erhöhung bzw. Erniedrigung der entsprechenden gemittelten Amplitudenhöhe um mindestens 5 dB erzielt werden. Die Korrelation der Ausgangssignale ist dabei ein Maß für gemeinsame Signalkomponenten der Ausgangssignale. Eine maximale Korrelation, der ein Wert 1 zugewiesen wird, bedeutet, dass beide Ausgangssignale maximal korreliert sind und damit gleich. Eine minimale Korrelation, der ein Wert 0 zugewiesen wird, bedeutet, dass beide Ausgangssignale minimal korreliert sind und damit ungleich, bzw. keine gemeinsamen Signalkomponenten aufweisen.

[0025] Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist das erste Ausgangssignal 921 und das zweite Ausgangssignal 922 eine Korrelation auf, die in Abhängigkeit der tatsächlichen akustischen Situation geregelt wird bzw. an diese angepasst wird. Somit kann vorgesehen sein, die Korrelation zu minimieren, d.h. die Trennleistung zu maximieren, oder auch die Trennleistung zu begrenzen, d.h. die Korrelation bis auf einen gegebenen Maximalwert ansteigen zu lassen. Damit kann in vorteilhafter Weise beispielsweise das erste Ausgangssignal 921 noch in einem bestimmten wohl definierten beschränkten Maß Signalkomponenten des zweiten Ausgangssignals 922 aufweisen. Wird beispielsweise dem Anwender einer Hörhilfe nur das erste Ausgangssignal 921 bereitgestellt, so bleiben dem Anwender die akustische Existenz der Quellen der entsprechenden Signalkomponenten nicht verborgen. Somit kann gewährleistet sein, dass der Anwender einer Hörhilfe auch wichtige Quellen wahrnehmen kann, obwohl diese nicht wesentlicher Bestandteil der eigentlichen akustischen aktuellen Situation sind. Beispiele für solche Quellen sind unter anderem hinzustoßende Quellen, wie beispielsweise ein überholendes Auto beim Führen eines KFZ oder ein plötzliches Ansprechen durch einen Dritten während einer Konversation mit einem gegenüberliegenden Gesprächspartner.

[0026] Fig. 2 zeigt eine zweite Verarbeitungseinheit 42 gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die zweite Verarbeitungseinheit 42 umfasst analog zu der ersten Verarbeitungseinheit 41, die im Zusammenhang mit Fig. 1 beschrieben wurde, Filter 411, 412, 413 und 414, Summationseinheiten 415 und 416, eine Klassifikationseinheit 51 mit einer Speichereinheit 52, und eine Korrelationseinheit 61. Den Filtern 411 bis 414 und der Klassifikationseinheit 51 werden wieder das erste Eingangssignal 901 von dem ersten Mikrofon 31 und das zweite Eingangssignal 902 von dem zweiten Mikrofon 32 bereitgestellt. Optional kann wieder vorgesehen sein, der Klassifikationseinheit 51 das erste Ausgangssignal 921 und/oder das zweite Ausgangssignal 922 bereitzustellen. Die Korrelationseinheit 61 steuert die Filter 411 bis 414 in Abhängigkeit einer von der Klassifikationseinheit 51 zugeordneten akustischen definierten Signalsituation.

[0027] Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird das erste Ausgangssignal 921 und das zweite Ausgangssignal 922 einer Mischeinheit 71 bereitgestellt. Dies kann für den Fall einer idealen Trennleistung vorgesehen sein. Die Mischeinheit 71 weist einen ersten Verstärker 711 zur variablen Verstärkung oder auch Abschwächung des ersten Ausgangssignals 921 und einen zweiten Verstärker zur Verstärkung oder auch variablen Abschwächung des zweiten Ausgangssignals 922 auf. Die abgeschwächten bzw. verstärkten Ausgangssignale 921, 922 werden einer Summationseinheit 713 zur Generierung eines Ausgabesignals 930 bereitgestellt. Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können das erste Ausgangssignal 921 und das zweite Ausgangssignal 922 nach der Trennung wieder überlagert werden und so gemeinsam einem Anwender bereitgestellt werden.

[0028] Fig. 3 zeigt eine Hörhilfe 1 gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die Hörhilfe 1 weist das erste Mikrofon 31 zur Generierung des ersten Eingangssignals 901 und das zweite Mikrofon 32 zur Generierung des zweiten Eingangssignals 902 auf. Das erste Eingangssignal 901 und das zweite Eingangssignal 902 werden einer Verarbeitungseinheit 140 bereitgestellt. Die Verarbeitungseinheit 140 kann beispielsweise der ersten Verarbeitungseinheit 41 oder der zweiten Verarbeitungseinheit 42 entsprechen, die im Zusammenhang mit den Figuren 1 bzw. 2 beschrieben sind. Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird das Ausgabesignal 930 einer Ausga-

beeinheit 180 zur Erzeugung eines Lautsprechersignals 931 bereitgestellt. Das Lautsprechersignal 931 wird über einen Lautsprecher 190 dem Anwender bereitgestellt.

[0029] Durch Integration der Verarbeitungseinheit 140 in die Hörhilfe 1, können die von verschiedenen Quellen stammenden akustischen Signale und die von den Mikrofonen 31, 32 aufgenommen wurden, dem Anwender mit einer variablen und situationsabhängigen Trennleistung bereitgestellt werden. Die Verarbeitungseinheit 140 weist gemäß dieser Ausführungsform die tatsächliche akustische Situation, die sie über die Mikrofone 31, 32 erhält, einer definierten Signalsituation zu, und regelt entsprechend die Trennleistung und/oder wählt eines der Ausgabesignale aus. In vorteilhafter Weise umfasst das Ausgabesignal 930 alle für die entsprechende akustische Signalsituation wichtigen Signalkomponenten in entsprechend verstärkter Form, während andere Signalkomponenten unterdrückt werden, oder, entsprechend der Signalsituation, in jedem Fall zumindest noch abgeschwächt bereitgestellt werden. Die Hörhilfe 1 kann beispielsweise ein Hörgerät darstellen, das hinter dem Ohr getragen wird (BTE - Behind The Ear), ein Hörgerät darstellen, das in dem Gehörkanal getragen wird (ITC - In The Ear, CIC - Completely In the Canal) oder ein Hörgerät in einem externen zentralen Gehäuse mit einer Verbindung zu einem Lautsprecher in akustischer Nähe zum Ohr darstellen.

[0030] Fig. 4 zeigt eine schematische Darstellung einer linken Hörhilfe 2 und einer rechten Hörhilfe 3 gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Das linke Hörgerät 2 weist dabei wenigstens das erste Mikrofon 31, eine linke Verarbeitungseinheit 240, eine linke Ausgabereinheit 280, einen linken Lautsprecher 290 und eine linke Kommunikationseinheit 241 auf. Das von dem ersten Mikrofon 31 generierte linke Eingangssignal 942 wird der linken Verarbeitungseinheit 240 bereitgestellt. Die linke Verarbeitungseinheit 240 gibt ein linkes Ausgabesignal 952 in Abhängigkeit einer zugeordneten definierten Signalsituation aus. Die Ausgabereinheit 280 erzeugt ein linkes Lautsprechersignal 962, das über den linken Lautsprecher 290 akustisch ausgegeben wird. Die linke Verarbeitungseinheit 240 kann über die linke Kommunikationseinheit 241 und über ein Kommunikationssignal 932 mit einem weiteren Hörgerät kommunizieren.

[0031] Das rechte Hörgerät 3 weist dabei wenigstens das zweite Mikrofon 32, eine rechte Verarbeitungseinheit 340, eine rechte Ausgabereinheit 380, einen rechten Lautsprecher 390 und eine rechte Kommunikationseinheit 341 auf. Das von dem zweiten Mikrofon 32 generierte rechte Eingangssignal 943 wird der rechten Verarbeitungseinheit 340 bereitgestellt. Die rechte Verarbeitungseinheit 340 gibt ein erstes rechtes Ausgabesignal 953 in Abhängigkeit einer zugeordneten definierten Signalsituation aus. Die Ausgabereinheit 380 erzeugt ein rechtes Lautsprechersignal 963, das über den rechten Lautsprecher 390 akustisch ausgegeben wird. Die rechte Verarbeitungseinheit 340 kann über die rechte Kommunikationseinheit 341 und über das Kommunikationssignal 932 mit einem weiteren Hörgerät kommunizieren.

[0032] Wie hier gezeigt, ist eine Kommunikation zwischen dem linken Hörgerät 2 und dem rechten Hörgerät 3 über ein Kommunikationssignal 932 vorgesehen. Das Kommunikationssignal 932 kann über eine Kabelverbindung oder auch über eine kabellose Funkverbindung zwischen dem linken Hörgerät 2 und dem rechten Hörgerät 3 übertragen werden.

[0033] Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das von dem ersten Mikrofon 31 generierte linke Eingangssignal 942 auch der rechten Verarbeitungseinheit 340 über die linke Kommunikationseinheit 241, das Kommunikationssignal 932 und die rechte Kommunikationseinheit 341 bereitgestellt werden. Des Weiteren kann das von dem zweiten Mikrofon 32 generierte rechte Eingangssignal 943 auch der linken Verarbeitungseinheit 240 über die rechte Kommunikationseinheit 341, das Kommunikationssignal 932 und die linke Kommunikationseinheit 241 bereitgestellt werden. Damit ist es sowohl der linken Verarbeitungseinheit 240 als auch der rechten Verarbeitungseinheit 340 möglich eine Quellentrennung und eine zuverlässige Klassifikation durchzuführen, obwohl das linke und rechte Hörgerät 2, 3 nur jeweils eines der Mikrofone 31, 32 aufweisen können. Der gegenüber einer gemeinsamen Anordnung mehrerer Mikrofone in einem Hörgerät vergrößerte Abstand zwischen dem ersten Mikrofon 31 und dem zweiten Mikrofon 32 kann günstig und vorteilhaft für die Quellentrennung und/oder Klassifikation sein.

[0034] Über den u. U. auch bidirektionalen Pfad rechte Kommunikationseinheit 341, Kommunikationssignal 932 und linke Kommunikationseinheit 241 kann des Weiteren auch eine Kommunikation zwischen der linken Verarbeitungseinheit 240 und der rechten Verarbeitungseinheit 340 hinsichtlich einer gemeinsamen Klassifikation vorgesehen sein. Somit kann gewährleistet sein, dass beide Hörgeräte 2, 3 die tatsächliche akustische Situation der Quellen der selben definierten Signalsituation zuordnen, und nachteilige Unstimmigkeiten für den Anwender unterdrückt werden.

[0035] Ferner kann vorgesehen sein, dass das linke Hörgerät 2 und/oder das rechte Hörgerät 3 zwei oder mehrere Mikrofone aufweisen. Somit kann gewährleistet sein, dass auch bei einem Ausfall oder bei einer Störung eines der Hörgeräte 2, 3 oder des Kommunikationssignals 932 eine zuverlässige Funktion gewährleistet ist, d. h. es ist dem einzelnen für sich noch funktionsfähigen Hörgerät noch eine Quellentrennung und eine Zuordnung der akustischen Situation möglich.

[0036] Über Bedienungselemente, die an einem der Hörgeräte 3, 4 angeordnet sein können oder auch über eine Fernbedienung kann es des Weiteren dem Anwender möglich sein, sowohl in die Klassifikation als auch in die räumliche Auswahl der Einzelsignale einzugreifen. Die definierten Signalsituationen können so, etwa während einer Lernphase, an die Bedürfnisse und die akustischen Situationen, in die sich der Anwender tatsächlich begibt, in vorteilhafter Weise angepasst werden.

[0037] Die Fig. 5 zeigt eine Kreuzkorrelation $r_{12}(l)$ gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Die Kreuzkorrelation $r_{12}(l)$ ist dabei ein Maß für die Korrelation. Die Kreuzkorrelation $r_{12}(l)$, in Fig. 5 als Graph 502 dargestellt, ergibt sich für zwei Amplitudenfunktionen $y_1(l)$ und $y_2(l)$, beispielsweise der Amplitudenfunktionen $y_1(l)$ des ersten Ausgangssignals und der Amplitudenfunktionen $y_2(l)$ des zweiten Ausgangssignals, gemäß

$$(1) \quad r_{12}(l) = E\{y_1(k) \times y_2(k + l)\},$$

wobei $E(X)$ der Erwartungswert der Variablen X ist, k eine diskretisierte Zeit ist über die der Erwartungswert $E(X)$ ermittelt wird und l einen diskretisierte Zeitverzug zwischen $y_1(k)$ und $y_2(k + l)$ darstellt.

[0038] In einer Quellentrennung kann vorgesehen sein, wenigstens einen Filter bzw. einen entsprechenden Koeffizienten solange zu verändern bis die Kreuzkorrelation $r_{12}(l)$ gemäß (1) für alle l eines Intervalls minimiert ist. Als Minimum kann beispielsweise ein Wert 0,1 angenommen werden, da eine Minimierung von $r_{12}(l)$ gegen 0 nicht immer möglich ist und vor Allem häufig nicht notwendig ist. Eine hohe Kreuzkorrelation $r_{12}(l)$ mit einem Wert gegen 1 entspricht dabei einer geringen Trennleistung, wohingegen eine verschwindende Kreuzkorrelation $r_{12}(l)$ gegen 0 einer maximalen Trennleistung entspricht.

[0039] Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein variabler Schwellwert 501 für die Kreuzkorrelation $r_{12}(l)$ vorgesehen. Der Schwellwert kann in Abhängigkeit von einer definierten Signalsituation verändert werden und so beispielsweise einen Wert von 0,2 oder 0,5 annehmen. Die Quellentrennung durch Adaption der Filter bzw. der Koeffizienten wird dann beispielsweise beendet wenn die Kreuzkorrelation $r_{12}(l)$ für alle l eines Intervalls unter dem Schwellwert 501 liegt. Damit ist in vorteilhafter Weise gewährleistet, dass die beiden Amplitudenfunktionen $y_1(l)$ und $y_2(l)$, bzw. die entsprechenden Signale, noch situationsabhängig ein Minimum an Korrelation aufweisen.

[0040] Fig. 6 zeigt eine diskrete Fourier-Transformierte $R_{12}(\Omega)$ gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Eine Fourier-Transformierte $R_{12}(\Omega)$, in Fig. 6 als Graph 602 dargestellt, ergibt sich beispielsweise in Form einer diskreten Fourier-Transformation (DFT) für die Korrelation $r_{12}(l)$ gemäß (1) aus

$$(2) \quad R_{12}(\Omega) = \text{DFT}\{r_{12}(l)\}.$$

[0041] Gemäß dieser Ausführungsform wird die Fourier-Transformierte $R_{12}(\Omega)$ für einen Frequenzbereich ermittelt und es wird wenigstens ein Filter bzw. ein entsprechender Koeffizient solange verändert bis die Fourier-Transformierte $R_{12}(\Omega)$ für einen Frequenzbereich minimiert ist.

[0042] Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ein variabler Schwellwert 601 für die Fourier-Transformierte $R_{12}(\Omega)$ vorgesehen. Der Schwellwert kann in Abhängigkeit von einer definierten Signalsituation verändert werden. Die Quellentrennung durch Adaption der Filter bzw. der Koeffizienten wird dann beispielsweise beendet wenn die Fourier-Transformierte $R_{12}(\Omega)$ in einem Frequenzbereich unter dem Schwellwert 601 liegt. Damit ist in vorteilhafter Weise gewährleistet, dass die beiden Amplitudenfunktionen $y_1(l)$ und $y_2(l)$, bzw. die entsprechenden Signale, noch situationsabhängig ein Minimum an Korrelation aufweisen.

[0043] Gemäß der vorliegenden Erfindung kann der erste Koeffizient, der zweite Koeffizient, der dritte Koeffizient und/oder der vierte Koeffizient mehrdimensional sein. Damit können die Koeffizienten skalar oder mehrdimensional sein, wie z. B. ein Koeffizientenvektor, eine Koeffizientenmatrix oder einen Koeffizientensatz mit jeweils mehreren skalaren Komponenten.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Verarbeitung von wenigstens einem ersten Eingangssignal (901, 942, 943) und einem zweiten Eingangssignal (902, 942, 943) in einer Hörhilfe (1, 2, 3),
wobei das erste Eingangssignal (901, 942, 943) zur Erzeugung eines ersten Zwischensignals (911) mit wenigstens einem ersten Koeffizienten gefiltert wird, das erste Eingangssignal (901, 942, 943) zur Erzeugung eines zweiten Zwischensignals (912) mit wenigstens einem zweiten Koeffizienten gefiltert wird, das zweite Eingangssignal (902, 942, 943) zur Erzeugung eines dritten Zwischensignals (913) mit wenigstens einem dritten Koeffizienten gefiltert wird und das zweite Eingangssignal (902, 942, 943) zur Erzeugung eines vierten Zwischensignals (914) mit wenigstens einem vierten Koeffizienten gefiltert wird,
wobei das erste Zwischensignal (911) und das dritte Zwischensignal (913) zur Erzeugung eines ersten Ausgangssignals (921) addiert werden und das zweite Zwischensignal (912) und das vierte Zwischensignal (914) zur Erzeugung eines zweiten Ausgangssignals (922) addiert werden,

wobei das erste Eingangssignal (901, 942, 943) und das zweite Eingangssignal (902, 942, 943) einer definierten Signalsituation zugeordnet werden
und
wobei wenigstens einer der Koeffizienten abhängig von der zugeordneten definierten Signalsituation verändert wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei eine Korrelation des ersten Ausgangssignals (921) und des zweiten Ausgangssignals (922) bestimmt wird, und wobei wenigstens einer der Koeffizienten abhängig von der Korrelation verändert wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei eine maximale Korrelation abhängig von der zugeordneten definierten Signalsituation bestimmt wird und wenigstens einer der Koeffizienten abhängig von der Korrelation verändert wird, bis die Korrelation der maximalen Korrelation entspricht.

4. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die maximale Korrelation kleiner als 0,5 ist.

5. Verfahren nach Anspruch 3, wobei die maximale Korrelation kleiner als 0,2 ist.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei das erste Ausgangssignal (921) und das zweite Ausgangssignal (922) zur Erzeugung eines Ausgabesignals (930, 952, 953) für eine akustische Ausgabe gemischt werden.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das Ausgabesignal (930, 952, 953) verstärkt wird.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei wenigstens eine der folgenden Klassifikationsgrößen ermittelt wird:

eine Anzahl der Einzelsignale,
ein Pegel eines Einzelsignals,
eine Verteilung der Pegel der Einzelsignale,
ein Leistungsdichtespektrum eines Einzelsignals,
ein Pegel des Eingangssignals,

und wobei die Zuordnung zu einer definierten Signalsituation in Abhängigkeit wenigstens einer der Klassifikationsgrößen erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die definierte Signalsituation vorbestimmt ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei der erste Koeffizient, der zweite Koeffizient, der dritte Koeffizient und der vierte Koeffizient mehrdimensional sind.

11. Vorrichtung zur Verarbeitung von wenigstens einem ersten Eingangssignal (901, 942, 943) und einem zweiten Eingangssignal (902, 942, 943) in einer Hörhilfe (1, 2, 3), wobei die Vorrichtung umfasst:

einen ersten Filter (411) zur Filterung des ersten Eingangssignals (901, 942, 943) und zur Erzeugung eines ersten Zwischensignals (911),
einen zweiten Filter (412) zur Filterung des ersten Eingangssignals (901, 942, 943) und zur Erzeugung eines zweiten Zwischensignals (912),
einen dritten Filter (413) zur Filterung des zweiten Eingangssignals (902, 942, 943) und zur Erzeugung eines dritten Zwischensignals (913),
einen vierten Filter (414) zur Filterung des zweiten Eingangssignals (902, 942, 943) und zur Erzeugung eines vierten Zwischensignals (914),
eine erste Summationseinheit (415) zur Addition des ersten Zwischensignals (911) und des dritten Zwischensignals (913) zur Erzeugung eines ersten Ausgangssignals (921),
eine zweite Summationseinheit (416) zur Addition des zweiten Zwischensignals (912) und des vierten Zwischensignals (914) zur Erzeugung eines zweiten Ausgangssignals (922),
eine Klassifikationseinheit (51), die das erste Eingangssignal (901, 942, 943) und das zweite Eingangssignal (902, 942, 943) einer definierten Signalsituation zuordnet, und wenigstens einen der Filter (411, 412, 413, 414) abhängig von der zugeordneten definierten Signalsituation verändert.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, wobei eine Korrelationseinheit (61) vorgesehen ist, die eine Korrelation des ersten Ausgangssignals (921) und des zweiten Ausgangssignals (922) bestimmt, und wobei die Korrelationseinheit (61) wenigstens einen der Filter (411, 412, 413, 414) abhängig von der Korrelation steuert.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, wobei die Klassifikationseinheit (51) eine maximale Korrelation abhängig von der zugeordneten definierten Signalsituation bestimmt und wenigstens einen der Filter (411, 412, 413, 414) steuert, bis die Korrelation der maximalen Korrelation entspricht.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, wobei eine Mischeinheit (71) vorgesehen ist, die das erste Ausgangssignal (921) und das zweite Ausgangssignal (922) zur Erzeugung eines Ausgabesignals (930, 952, 953) für eine akustische Ausgabe mischt.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei eine Ausgabeeinheit (180, 280, 380) vorgesehen ist, die das Ausgabesignal (930, 952, 953) verstärkt.

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 15, wobei die Klassifikationseinheit (51) wenigstens eine der folgenden Klassifikationsgrößen ermittelt:

- eine Anzahl der Einzelsignale,
- ein Pegel eines Einzelsignals,
- eine Verteilung der Pegel der Einzelsignale,
- ein Leistungsdichtespektrum eines Einzelsignals,
- ein Pegel des Eingangssignals,

und das erste Eingangssignal (901, 942, 943) und das zweite Eingangssignal (902, 942, 943) in Abhängigkeit wenigstens einer der Klassifikationsgrößen einer definierten Signalsituation zuordnet.

17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 16, wobei die Klassifikationseinheit (51) eine Speichereinheit (52) aufweist, in der die definierte Signalsituation abgespeichert ist.

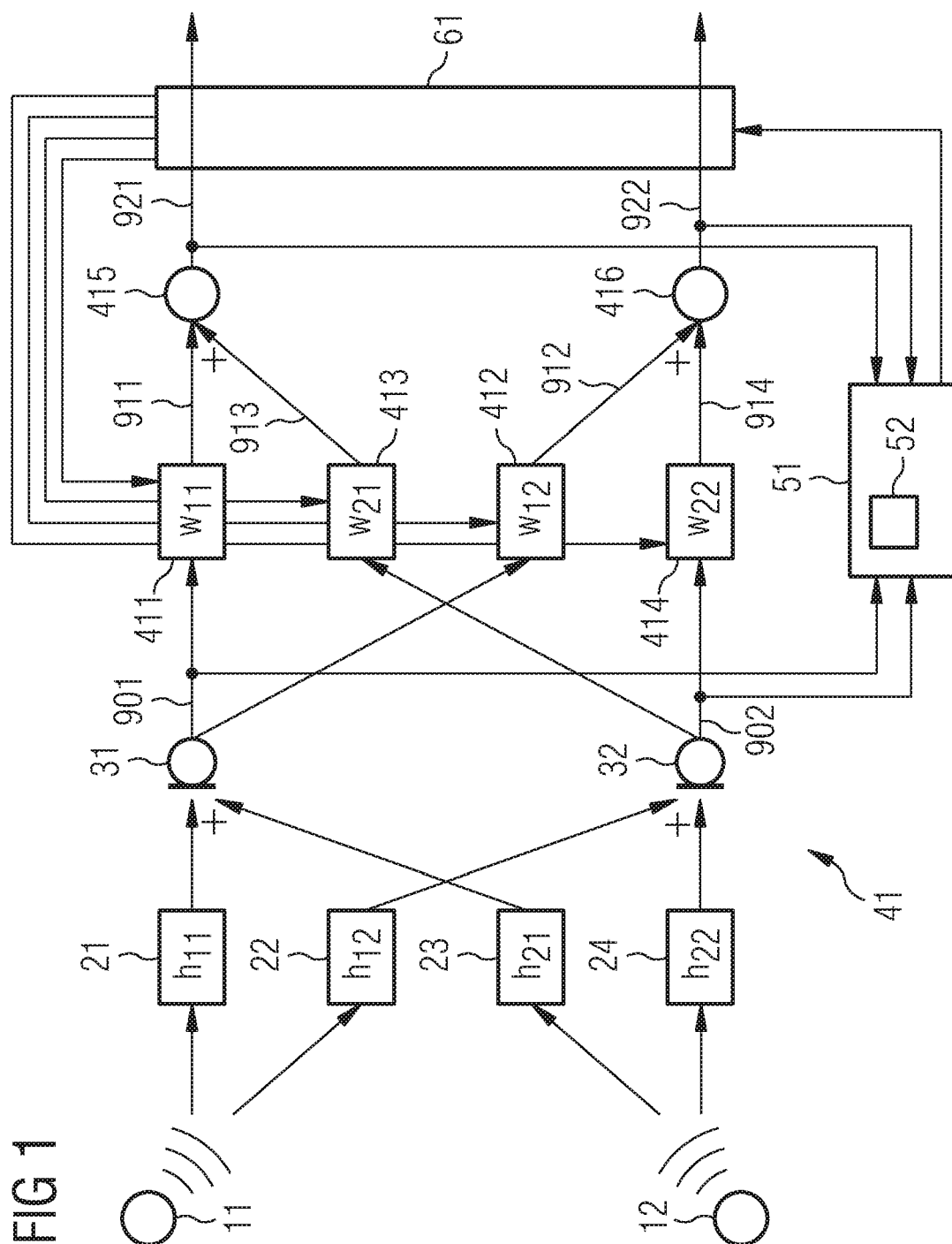


FIG 2

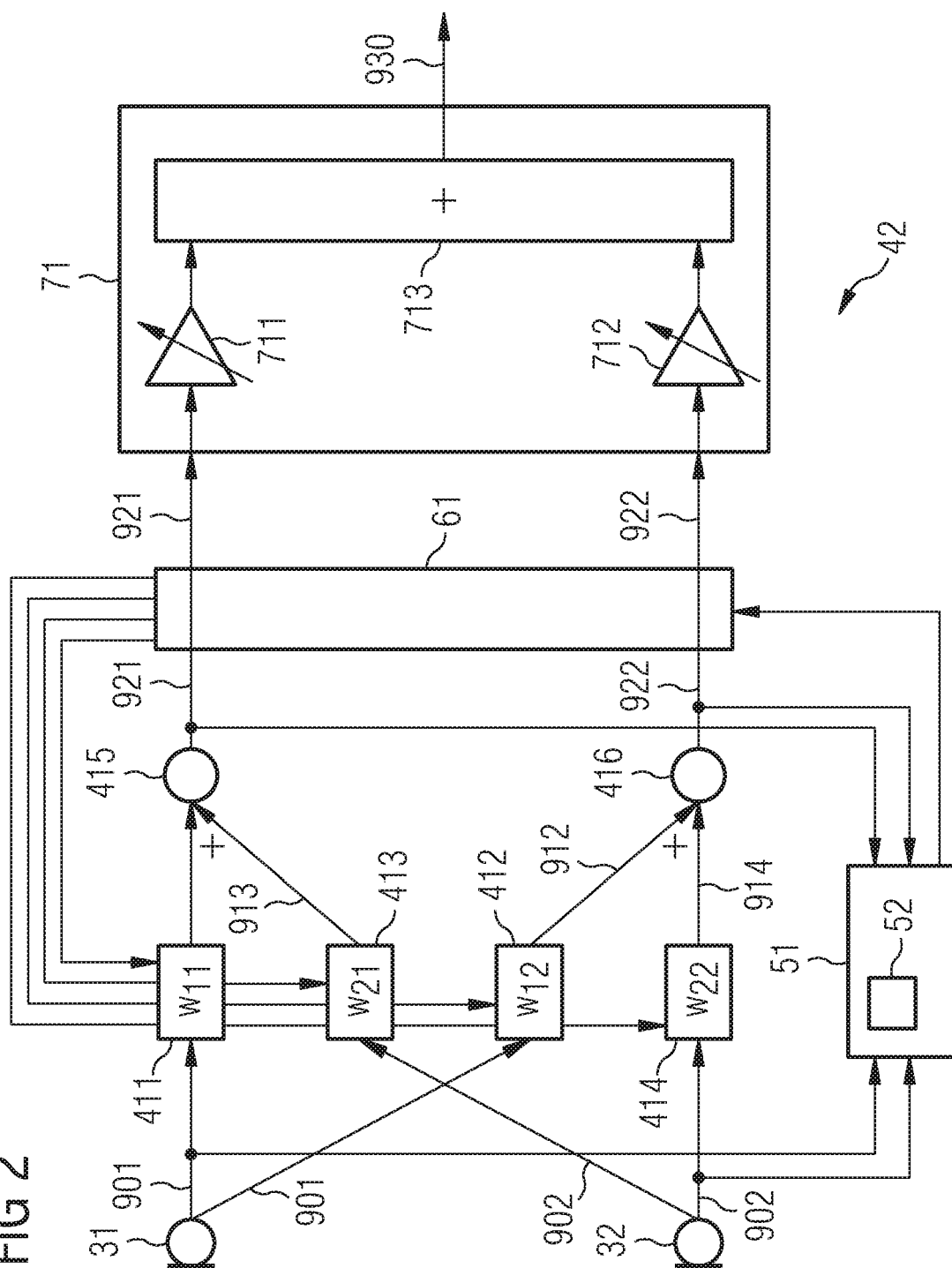


FIG 3

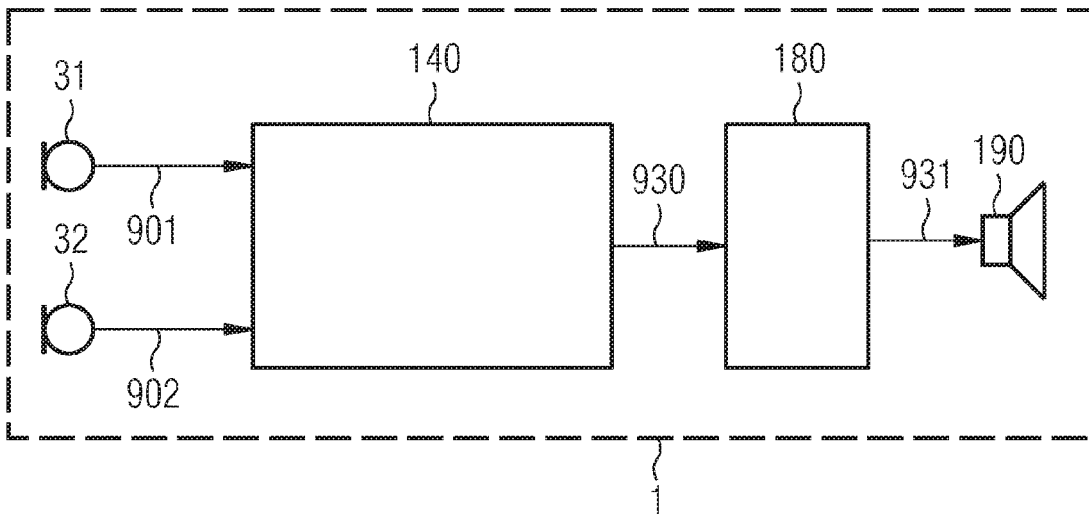


FIG 4

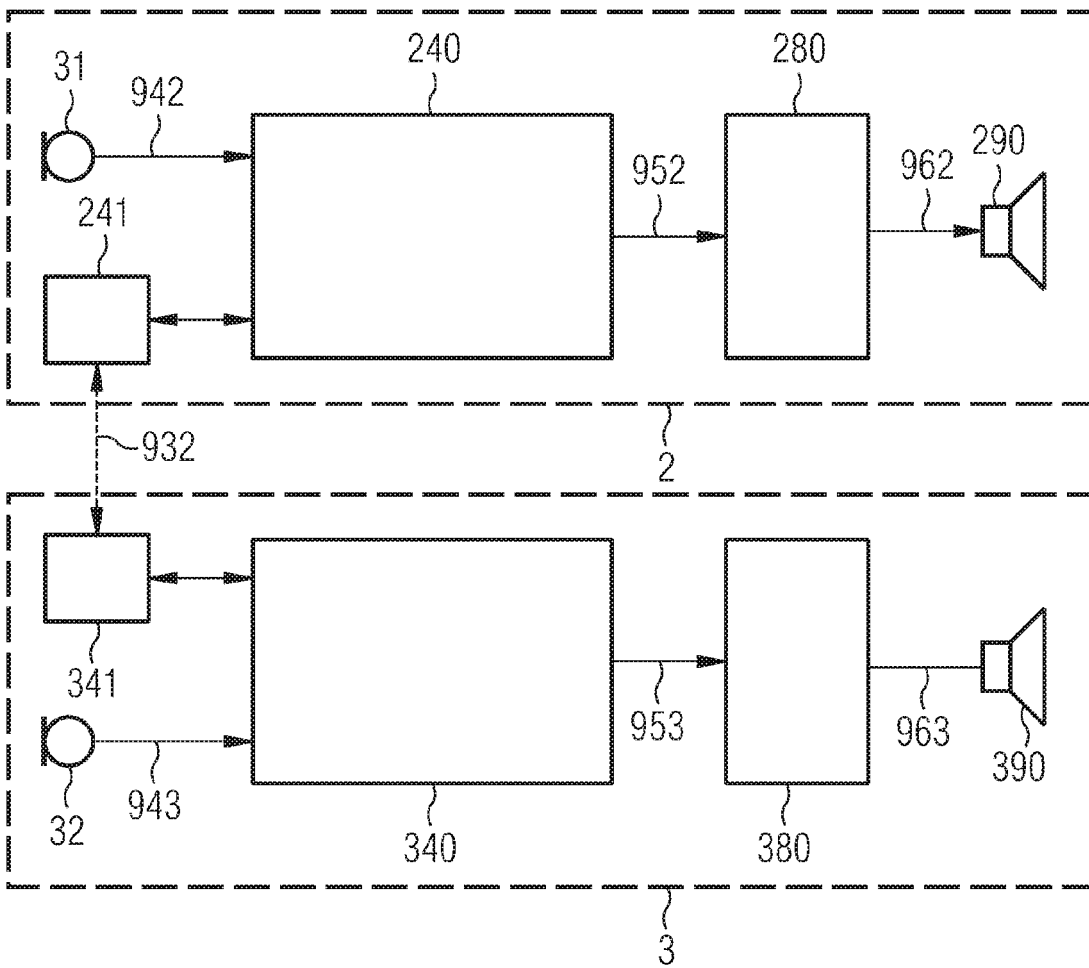


FIG 5

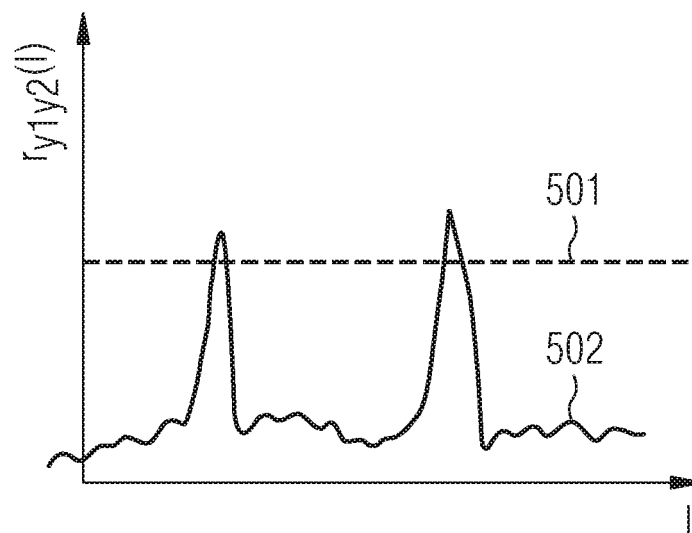
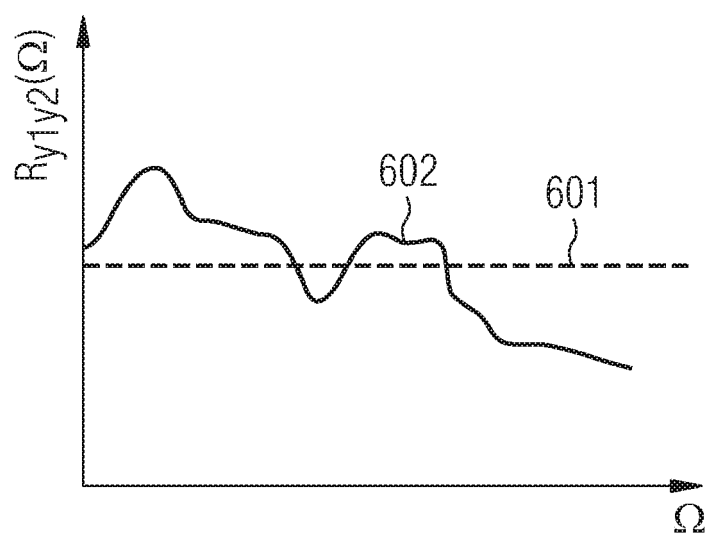


FIG 6



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 Nicht-Patentliteratur

- **M. BÜCHLER ; N. DILLIER ; S. ALLEGRO ; S. LAUNER.** *Proc. DAGA*, 2000, 282-283 [0006]