



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**21.01.2009 Patentblatt 2009/04**

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

(21) Anmeldenummer: **08104471.1**

(22) Anmeldetag: **19.06.2008**

(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:  
 • **Hain, Jens**  
**91077 Kleinsendelbach (DE)**  
 • **Puder, Henning**  
**91052 Erlangen (DE)**

(30) Priorität: **20.07.2007 DE 102007033877**

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

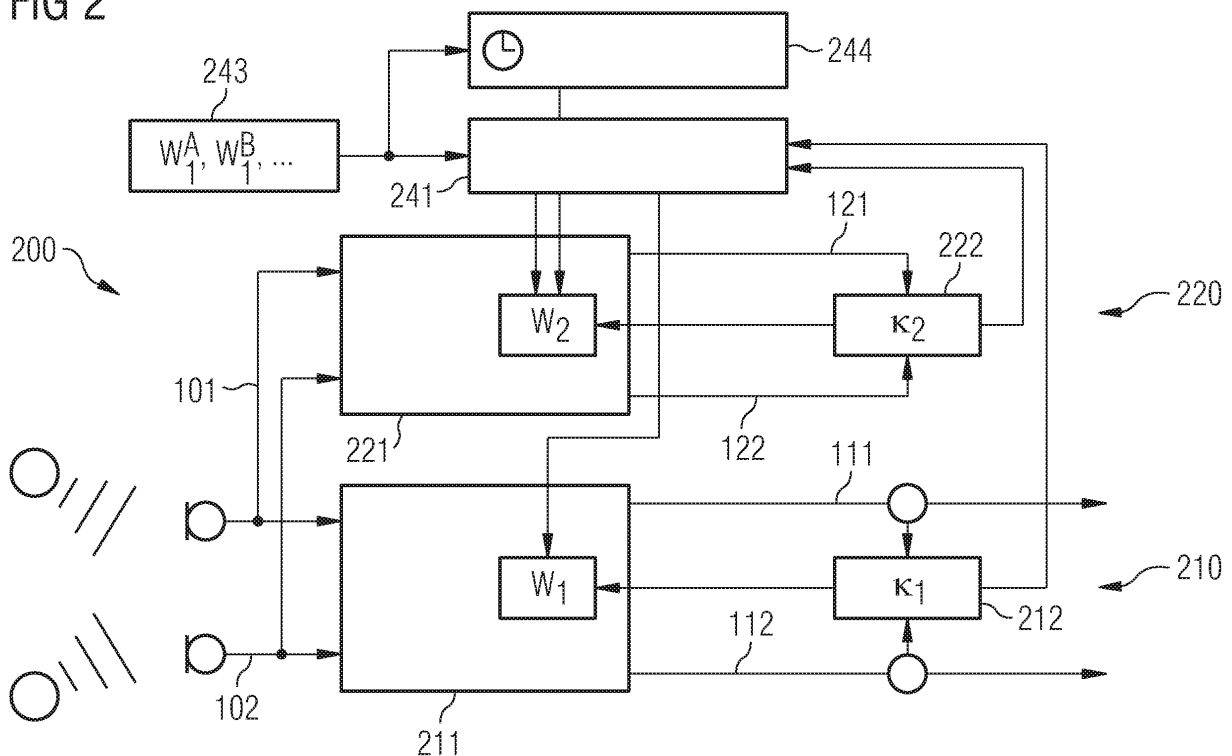
(71) Anmelder: **Siemens Audiologische Technik GmbH**  
**91058 Erlangen (DE)**

(54) **Verfahren zur Signalverarbeitung in einer Hörhilfe**

(57) Verarbeitung zweier Eingangssignale 101, 102 in einer Hörhilfe mit einer ersten Quellentrennung 210 und einer zweiten Quellentrennung 220, mit einem Vergleichen einer ersten Korrelation mit einer zweiten Korrelation und mit einem Ändern eines ersten Koeffizienten-

satzes in Abhängigkeit eines zweiten Koeffizientensatzes, wenn die zweite Korrelation kleiner ist als die erste Korrelation, wobei der zweite Koeffizientensatzes in Abhängigkeit des ersten Koeffizientensatzes bei einem Zurücksetzen der zweiten Quellentrennung 220 geändert wird.

FIG 2



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Verarbeitung von Eingangssignalen in einer Hörhilfe sowie eine Vorrichtung einer Hörhilfe zur Verarbeitung von Eingangssignalen.

**[0002]** Der enorme Fortschritt der Mikroelektronik erlaubt heute eine umfangreiche analoge und digitale Signalverarbeitung - dies 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 Hörhilfen, offensichtlich ein Einsatzgebiet, bei dem die Systemgröße einer wesentlichen Begrenzung unterliegt.

**[0003]** Im Falle von Hörhilfen führt eine einfache Verstärkung eines Eingangssignals von einem Mikrofon oft zu einem unbefriedigenden Ergebnis, da Störsignale gleichsam mitverstärkt werden können und sich der Nutzen für den Anwender auf spezielle akustische Situationen beschränken kann. Seit einigen Jahren werden daher bereits digitale Signalprozessoren in Hörhilfen eingebaut, die das Signal eines oder mehrerer Mikrofone digital verarbeiten, um so, beispielsweise, gezielt Störgeräusche zu unterdrücken.

**[0004]** Moderne Signalverarbeitungsmethoden können dabei unter anderem eine so genannte blinde Quellentrennung (Blind Source Separation, oder kurz: BSS) umfassen, wobei mehrere akustische Quellen in Einzelsignale zerlegt werden. Hierfür können zwei oder mehrere Mikrofone die akustische Umgebung aufnehmen und entsprechend Eingangssignale zur weiteren Verarbeitung bereitstellen. Ferner ist eine Klassifikation des Eingangssignals bzw. der Eingangssignale bekannt, wobei eine Einordnung der tatsächlichen akustischen Situation anhand von Klassifikationsgrößen erfolgt, wie z.B. des Eingangssignalpegels oder der Anzahl der erfassten akustischen Quellen. Die Quellentrennung kann dann entsprechend der ermittelten Signalsituation angepasst werden, um dem Benutzer der Hörhilfe ein optimales Ausgangssignal bereitzustellen.

**[0005]** Verfahren zur blinden Quellentrennung, auch kurz Quellentrennung, können dabei ein Filtern zweier Eingangssignale zur Erzeugung zweier Ausgangssignale und die Bestimmung einer so genannten Kreuzkorrelation, auch kurz Korrelation, der beiden Ausgangssignale umfassen. Die Filter werden solange angepasst, bis die Korrelation ein Minimum erreicht, was dann einer maximalen Trennung der Ausgangssignale entspricht. Die Filterung erfolgt in der Regel mithilfe eines Koeffizientensatzes, der wenigstens einen Koeffizienten umfasst. Ein Koeffizientensatz, beispielsweise in der Form eines Skalars, eines Vektors, oder einer Matrize, dient dann zur Filterung des entsprechenden Eingangssignals.

**[0006]** In bestimmten Signalsituationen kann eine Quellentrennung jedoch in ein lokales Minimum der Korrelation gelangen, obwohl ein absolutes Minimum existiert. Die Quellentrennung kommt dann irrtümlicherweise zu dem Ergebnis, eine maximale Trennung fände bereits statt und unterlässt eine wesentliche Änderung des Koeffizientensatzes. In so einem Fall spricht man auch von einem Einfrieren der Quellentrennung. Eine eingefrorene Quellentrennung kann den Koeffizientensatz nicht weiter verändern, obwohl die Korrelation noch kein absolutes Minimum erreicht hat und somit die Quellentrennung noch nicht vollständig erfolgt.

**[0007]** Zum Erkennen eines solchen nachteiligen Einfrierens kann z.B. eine weitere Quellentrennung erfolgen, beispielsweise eine zweite Quellentrennung oder eine sog. Schatten-Quellentrennung, die laufend zurückgesetzt wird, um ein Einfrieren dieser weiteren Quellentrennung zu vermeiden. Ermittelt eine solche weitere Quellentrennung eine kleinere Korrelation als die Haupt-Quellentrennung, beispielsweise eine erste Quellentrennung, die regelmäßig nicht laufend zurückgesetzt wird, kann dies ein Indiz dafür ein, dass die Haupt-Quellentrennung in einem lokalen Minimum eingefroren ist.

**[0008]** In so einem Fall kann der Koeffizientensatz der Haupt-Quellentrennung, zumindest teilweise, durch den Koeffizientensatz der zweiten Quellentrennung ersetzt werden. Nachteilig hierbei kann es sein, dass die weitere Quellentrennung seit ihrer letzten Zurücksetzung bzw. Initialisierung bis zu dem Erzielen einer kleineren Korrelation als die Haupt-Quellentrennung, den entsprechenden Koeffizientensatz nur wenig adaptiert hat. Da dieser unzureichend adaptierte Koeffizientensatz dann den Koeffizientensatz der Haupt-Quellentrennung bestimmt, kann hier die Haupt-Quellentrennung unbefriedigende Ergebnisse liefern.

**[0009]** Aus DE 10029388 A1 ist eine Signaltrennvorrichtung bekannt, in der ein erstes und ein zweites Signal der Signalquellen von zwei Systemen stammen, die zu einem mit zwei Empfangseinrichtungen versehenem Empfangsgerät übertragen werden. Das erste und das zweite Signal überlagern sich wegen Übersprechen gegenseitig während ihrer Übertragung durch einen Übertragungskanalabschnitt. Die zwei Signale werden von den zwei Eingangseinrichtungen des Empfangsgerätes empfangen. Die Signaltrennvorrichtung weist einen Signaltrennabschnitt und einen Auswertungsfunktionsberechnungsabschnitt auf. Der Signaltrennabschnitt weist sechs Filtereinrichtungen mit variablen Abzweigungskoeffizienten auf. Der Auswertungsfunktionsberechnungsabschnitt weist eine erste und eine zweite Autokorrelationsberechnungseinrichtung und eine Minimalwertbestimmungseinrichtung zum Ermitteln eines Minimalwertes auf.

**[0010]** Aus EP 1655998 A2 ist ein Verfahren zur Erzeugung von Stereosignalen für getrennte Quellen und ein entsprechendes Akustiksystem bekannt. Dabei wird eine blinde Quellentrennung von mindestens zwei Mikrophonsignalen zur Gewinnung von Übertragungsfunktionen von Filtern einer ersten Filtereinrichtung durchgeführt. Weiterhin werden Übertragungsfunktionen von Filtern einer zweiten Filtereinrichtung mit Hilfe der Übertragungsfunktion der Filter der ersten Filtereinrichtung ermittelt. Die zwei Mikrophonsignale werden jeweils mit mindestens zwei Filtern der zweiten

Filtereinrichtung gefiltert.

**[0011]** Aus WO 00/25489 A1 ist ein Verfahren und eine Anordnung bekannt, die die Trennung überlagerter, statistisch voneinander unabhängiger akustischer Signale mit verringertem Rechenaufwand ermöglicht. Dabei werden Parameter eines technischen Systems derart ermittelt, dass die statistische Unabhängigkeit der Ausgangssignale maximiert wird. Die Parameter sind Elemente einer Entmischmatrix, mit der die Menge der überlagerten Eingangssignale multipliziert oder auch gefaltet wird, wodurch die Ausgangssignale gebildet werden. Bei der Optimierung der Parameter der Entmischmatrix werden folgende Schritte durchgeführt:

Wiederholung einer zeitverzögerten Dekorrelationsberechnung zur Ermittlung der Eigenwerte der Entmischmatrix; Ermittlung der Eigenwerte der Entmischmatrix für die die Korrelationen einen minimalen Wert annehmen; Ausführung einer Kumulantenminimierung, wobei als Startwerte für die Kumulantenminimierung die im vorherigen Schritt ermittelten Eigenwerte verwendet werden. Eine lineare Filterung kann zu einer Gaussverteilung mit Verformung der Daten führen, bei denen die Kumulanten höherer Ordnung in Richtung 0 gehen. Dies kann daher zu Randlösungen führen, in denen die Kostenfunktion ein lokales Minimum erreicht, wobei die erwünschte eigentliche Trennung (globales Minimum) nicht erfolgt. Um diesen ungewünschten Fall zu vermeiden, wird die Struktur der Entmisch-Transferfunktion einigen Beschränkungen unterworfen.

**[0012]** Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren zur Verarbeitung von Eingangssignalen in einer Hörhilfe, sowie eine verbesserte Vorrichtung zur Verarbeitung von Eingangssignalen in einer Hörhilfe bereitzustellen.

**[0013]** Diese Aufgabe wird durch das Verfahren gemäß Anspruch 1 und die Vorrichtung gemäß Anspruch 15 gelöst.

**[0014]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0015]** Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein Verfahren zur Verarbeitung zweier Eingangssignale in einer Hörhilfe, wobei die Eingangssignale abhängig von einem akustischen Signal sind, vorgesehen, das die folgenden Schritte umfasst: eine erste Quellentrennung, wobei aus den beiden Eingangssignalen mit einem ersten Koeffizientensatz zwei erste Ausgangssignale und eine erste Korrelation der beiden ersten Ausgangssignale laufend ermittelt werden, und wobei der erste Koeffizientensatz in Abhängigkeit der ersten Korrelation laufend bestimmt wird; eine zweite Quellentrennung, wobei aus den beiden Eingangssignalen mit einem zweiten Koeffizientensatz zwei zweite Ausgangssignale und eine zweite Korrelation der beiden zweiten Ausgangssignale laufend ermittelt werden, und wobei der zweite Koeffizientensatz in Abhängigkeit der zweiten Korrelation laufend bestimmt wird; ein Vergleichen der ersten Korrelation mit der zweiten Korrelation und ein Ändern des ersten Koeffizientensatzes in Abhängigkeit des zweiten Koeffizientensatzes, wenn die zweite Korrelation kleiner ist als die erste Korrelation, wobei das Verfahren weiterhin ein Ändern des zweiten Koeffizientensatzes in Abhängigkeit des ersten Koeffizientensatzes bei einem Zurücksetzen der zweiten Quellentrennung umfasst.

**[0016]** Gemäß einem zweiten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine Vorrichtung zur Verarbeitung zweier von einem akustischen Signal abhängigen Eingangssignale in einer Hörhilfe vorgesehen, wobei die Vorrichtung eine Verarbeitungseinheit aufweist, die aus den beiden Eingangssignalen mit einem ersten Koeffizientensatz zwei erste Ausgangssignale und eine erste Korrelation der beiden ersten Ausgangssignale laufend ermittelt und den ersten Koeffizientensatz in Abhängigkeit der ersten Korrelation laufend bestimmt und die aus den beiden Eingangssignalen mit einem zweiten Koeffizientensatz zwei zweite Ausgangssignale und eine zweite Korrelation der beiden zweiten Ausgangssignale laufend ermittelt und den zweiten Koeffizientensatz in Abhängigkeit der zweiten Korrelation laufend bestimmt, wobei die Verarbeitungseinheit den ersten Koeffizientensatz in Abhängigkeit des zweiten Koeffizientensatzes ändert, wenn die zweite Korrelation kleiner ist als die erste Korrelation, und wobei die Verarbeitungseinheit den zweiten Koeffizientensatz in Abhängigkeit des ersten Koeffizientensatzes zurücksetzt.

**[0017]** Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung haben den Vorteil, dass die zweite Quellentrennung bei einem Zurücksetzen mit einem Koeffizientensatz starten kann, der abhängig von dem ersten Koeffizientensatz der ersten Quellentrennung ist. Dabei kann die zweite Quellentrennung nach dem Zurücksetzen auf einen Koeffizientensatz zurückgreifen, der in vorteilhafter Weise bereits eine Adaption umfassen kann. Diese Adaption kann durch die erste Quellentrennung in dem ersten Koeffizientensatz enthalten sein. Die zweite Quellentrennung kann daher den Teil einer Adaption, der bereits in dem entsprechenden ersten Koeffizientensatz berücksichtigt wurde, auslassen, und in vorteilhafter Weise schneller eine entsprechende Adaption erreichen kann.

**[0018]** Wird dann, in dem Falle eines Einfrierens, der erste Koeffizientensatz der ersten Quellentrennung in Abhängigkeit des zweiten Koeffizientensatzes der zweiten Quellentrennung geändert, kann der erste Koeffizientensatz eine bereits wesentlich erhöhte Adaption aufweisen, und so wesentlich schneller zu einem befriedigenden Ergebnis für den Anwender der Hörhilfe führen.

**[0019]** Gemäß einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst das Verfahren ein Speichern des ersten Koeffizientensatzes. Dieses Speichern kann in Abhängigkeit einer zeitlichen Änderung der ersten Korrelation erfolgen. Ferner kann ein Abspeichern des ersten Koeffizientensatzes erfolgen, wenn die erste Korrelation innerhalb einer ersten

Zeitspanne nur noch geringfügig, wobei die erste Zeitspanne in einem Bereich von 1 Sekunde bis 10 Sekunden liegen kann. Eine geringfügige Variation der ersten Korrelation kann gegeben sein, wenn die Korrelation nicht mehr als 30%, nicht mehr als 10% oder nicht mehr als 5% um einen Wert variiert.

5 **[0020]** Demgemäß kann ein vorteilhafter erster Koeffizientensatz abgespeichert werden und steht dann zu dem Zeitpunkt des Zurücksetzens der zweiten Quellentrennung zur Verfügung, um entsprechend den zweiten Koeffizientensatz in Abhängigkeit des gespeicherten ersten Koeffizientensatzes zu ändern. Vorteilhafte erste Koeffizientensätze können damit ferner dann abgespeichert werden, wenn sich die erste Korrelation zeitlich wenig ändert. Eine geringe zeitliche Änderung der ersten Korrelation kann ein Indiz dafür sein, dass die erste Quellentrennung ein befriedigendes Ergebnis liefert und eine, der jeweiligen akustischen Signalsituation entsprechend, optimale Quellentrennung durchführt.

10 **[0021]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann das Speichern des ersten Koeffizientensatzes in einer Speichereinheit einer Gruppe von Speichereinheiten erfolgen, wobei die Auswahl der Speichereinheit in Abhängigkeit einer Signalsituation erfolgt. Damit können für mehrere Signalsituationen verschiedene erste Koeffizientensätze gespeichert werden.

15 **[0022]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung werden wenigstens zwei erste Koeffizientensätze für eine Signalsituation in den Speichereinheiten der Speichereinheitengruppe gespeichert. Damit können wenigstens zwei vorbestimmte Koeffizientensätze in Abhängigkeit der Signalsituation aus den Speichereinheiten abgerufen werden und der erste Koeffizientensatz wird in Abhängigkeit der vorbestimmten Koeffizientensätze geändert. Ferner wird derjenige vorbestimmte Koeffizientensatz ermittelt, für den eine Änderung des ersten Koeffizientensatzes eine minimale erste Korrelation ergibt. Damit stehen in vorteilhafter Weise für eine Signalsituation mehrere Koeffizientensätze zur Verfügung, aus denen derjenige Koeffizientensatz ausgewählt werden kann, beispielsweise durch einen Vergleich der jeweils resultierenden Korrelation, der eine minimale Korrelation und damit eine optimale Trennleistung ergibt.

20 **[0023]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung erfolgt das Zurücksetzen der zweiten Quellentrennung nach Ablauf einer zweiten Zeitspanne. Hiermit kann im Wesentlichen die zweite Quellentrennung periodisch zurückgesetzt werden, und ein eventuell auftretendes, nachteiliges Einfrieren der zweiten Quellentrennung verhindert werden. Beispiele für eine zweite Zeitspanne sind Zeitspannen in einem Bereich von 10 Millisekunden bis 10 Sekunden.

25 **[0024]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die zweite Quellentrennung nach Ablauf einer zweiten Zeitspanne zurückgesetzt. Ferner werden wenigstens zwei erste Koeffizientensätze für eine Signalsituation in den Speichereinheiten der Speichereinheitengruppe gespeichert. Damit können wenigstens zwei vorbestimmte Koeffizientensätze in Abhängigkeit der Signalsituation aus den Speichereinheiten abgerufen werden und der zweite Koeffizientensatz wird während des Zurücksetzens in Abhängigkeit der abgerufenen Koeffizientensätze geändert. Ferner wird derjenige abgerufene Koeffizientensatz ermittelt, für den eine Änderung des zweiten Koeffizientensatzes eine minimale zweite Korrelation ergibt. Damit stehen in vorteilhafter Weise für eine Signalsituation mehrere Koeffizientensätze zur Verfügung, aus denen derjenige Koeffizientensatz ausgewählt werden kann, beispielsweise durch einen Vergleich der jeweils resultierenden Korrelation, der eine minimale Korrelation und damit eine optimale Trennleistung ergibt.

30 **[0025]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird die zweite Quellentrennung nach Ablauf einer zweiten Zeitspanne zurückgesetzt und der zweite Koeffizientensatz während des Zurücksetzens in Abhängigkeit eines vorbestimmten Koeffizientensatzes geändert. Dabei wird der vorbestimmte Koeffizientensatz in Abhängigkeit einer Signalsituation aus einer Speichereinheit der Gruppe von Speichereinheiten abgerufen. Somit kann in vorteilhafter Weise auch die zweite Quellentrennung entsprechend der Signalsituation zurückgesetzt werden. Hierbei kann also die zweite Quellentrennung jeweils nach dem Zurücksetzen auf einen in optimaler Weise der tatsächlichen Signalsituation entsprechenden Ausgangskoeffizientensatz zurückgreifen.

35 **[0026]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird wenigstens eine der folgenden Klassifikationsgrößen ermittelt: ein Pegel eines Eingangssignals, ein Pegel eines Ausgangssignals, eine Verteilung der Pegel, ein Leistungsspektrum, oder eine räumliche Position einer Quelle einer der Eingangssignale. Entsprechend wenigstens einer dieser Klassifikationsgrößen kann dann die Signalsituation bestimmt werden.

40 **[0027]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfasst das Verfahren eine dritte Quellentrennung, wobei aus den beiden Eingangssignalen mit einem dritten Koeffizientensatz zwei dritte Ausgangssignale und eine dritte Korrelation der beiden dritten Ausgangssignale laufend ermittelt werden, wobei der dritte Koeffizientensatz in Abhängigkeit der dritten Korrelation laufend bestimmt wird, wobei ein Vergleichen der ersten Korrelation mit der dritten Korrelation erfolgt und wobei der erste Koeffizientensatz geändert wird, wenn die dritte Korrelation kleiner ist als die erste Korrelation.

45 **[0028]** In vorteilhafter Weise kann durch ein Verfahren gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung auch ein eventuelles Einfrieren der zweiten Quellentrennung abgefangen werden. Da die dritte Quellentrennung mit einem universellen Ausgangskoeffizientensatz zurückgesetzt werden kann, liefert diese eine dritte Korrelation, die unabhängig von der Signalsituation und der bereits adaptierten Koeffizientensätze ist. Somit ist die dritte Quellentrennung

nicht anfällig für ein Einfrieren, das unter Umständen in speziellen Kombinationen mit dem ersten und zweiten Koeffizientensatz und/oder einer entsprechenden Signalsituation entstehen kann. In so einem Fall kann dann in vorteilhafter Weise die erste Quellentrennung zurückgesetzt werden und der erste Koeffizientensatz in Abhängigkeit des dritten Koeffizientensatzes gesetzt werden.

5 **[0029]** Bevorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1A eine schematische Darstellung einer Quellentrennung;

10 Fig. 1B eine weitere schematische Darstellung einer Quellentrennung;

Fig. 2 eine erste und zweite Quellentrennung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

15 Fig. 3 eine erste, zweite und dritte Quellentrennung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 eine Hörhilfe gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

20 Fig. 5 eine weitere Hörhilfe gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung und

Figuren 6A bis 6D schematische Ablaufdiagramme von Teilen eines Verfahrens gemäß einer fünften, sechsten, siebten und achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

25 **[0030]** Fig. 1A zeigt eine schematische Darstellung einer Quellentrennung 100. Eine oder mehrere akustische Quellen senden dabei akustische Signale aus. Diese akustischen Signale werden von Mikrofonen aufgenommen, die ein erstes Eingangssignal 101 und ein zweites Eingangssignal 102 bereitstellen. Ein erstes Filtermodul 171 nimmt das erste Eingangssignal 101 und das zweite Eingangssignal 102 auf, um ein erstes Ausgangssignal 111 und ein weiteres erstes Ausgangssignal 112 bereitzustellen.

30 **[0031]** Ein Korrelationsmodul 172 ermittelt aus dem ersten Ausgangssignal 101 und aus dem weiteren ersten Ausgangssignal 112 eine erste Korrelation der beiden ersten Ausgangssignale 111, 112. Das Ergebnis des Korrelationsmoduls 172 wird dem Filtermodul 171 rückgekoppelt, sodass das Filtermodul 171 interne Filter, beispielsweise in Form eines Koeffizientensatzes, entsprechend abändert, um eine Minimierung der ersten Korrelation der beiden ersten Ausgangssignale 111, 112 zu erzielen. Hat die Quellentrennung 100 ein absolutes Minimum der Korrelation erreicht, so weisen die Ausgangssignale 101, 112 eine minimale Korrelation auf und sind damit maximal getrennt.

35 **[0032]** Fig. 1B zeigt eine weitere schematische Darstellung der Quellentrennung 100 unter Berücksichtigung von Details. Akustische Quellen erzeugen akustische Signale, die von Mikrofonen aufgenommen werden und in Form des ersten Eingangssignals 101 und des zweiten Eingangssignals 102 dem Filtermodul 171 bereitgestellt werden. Das Filtermodul 171 weist dabei einen ersten Filter 141, einen zweiten Filter 142, einen dritten Filter 143 und einen vierten Filter 144 auf. Das erste Eingangssignal 101 wird dabei dem ersten Filter 101 und dem dritten Filter 143 bereitgestellt. Ferner wird das zweite Eingangssignal 102 dem zweiten Filter 142 und dem vierten Filter 144 bereitgestellt. Die Filter 141, 142, 143, 144 können anhand von Filterkoeffizienten, oder einem Filterkoeffizientensatz charakterisiert sein, wie beispielsweise den Filterkoeffizienten  $w_{ij}$ .

40 **[0033]** Hat das erste Eingangssignal 101 den ersten Filter 141 durchlaufen und hat das zweite Eingangssignal 102 den zweiten Filter 142 durchlaufen, werden diese Signale zu dem ersten Ausgangssignal 111 addiert. Analog hierzu wird das weitere erste Ausgangssignal 102 durch Addition des ersten Eingangssignals 101, das den dritten Filter 143 durchlaufen hat, und des zweiten Eingangssignals 102, das den vierten Filter 144 durchlaufen hat, bereitgestellt. Das Korrelationsmodul 172 ermittelt die Korrelation der beiden ersten Ausgangssignale 111, 112 und steuert entsprechend die Filter 141, 142, 143, 144, sodass ein entsprechendes Minimum der Korrelation angestrebt wird.

45 **[0034]** Fig. 2 zeigt eine schematische Darstellung einer ersten Quellentrennung in Verbindung mit einer zweiten Quellentrennung gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Schallquellen generieren akustische Signale, die von Mikrofonen aufgenommen werden. Dabei stellen zwei Mikrofone das erste Eingangssignal 101 und das zweite Eingangssignal 102 sowohl einer ersten Quellentrennung 210 als auch einer zweiten Quellentrennung 220 zur Verfügung.

50 **[0035]** Die erste Quellentrennung 210 umfasst ein Filtermodul 211 und ein Korrelationsmodul 212. Das Filtermodul 211 erzeugt aus dem ersten Eingangssignal 101 und dem zweiten Eingangssignal 102 mithilfe eines ersten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_1$  ein erstes Ausgangssignal 111 sowie ein weiteres erstes Ausgangssignal 112. Das Korrelationsmodul 212 ermittelt laufend eine erste Korrelation  $\kappa_1$  aus den beiden ersten Ausgangssignalen 111, 112, die herangezogen

wird, um den ersten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1$  so abzuändern, dass die erste Korrelation  $\kappa_1$  minimiert wird und so die beiden ersten Ausgangssignale 111, 112 maximal getrennt werden.

[0036] Eine zweite Quellentrennung 220 umfasst ein Filtermodul 221 und ein Korrelationsmodul 222. Das Filtermodul 221 erzeugt aus dem ersten Eingangssignal 101 und dem zweiten Eingangssignal 102 mithilfe eines zweiten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_2$  ein zweites Ausgangssignal 121 sowie ein weiteres zweites Ausgangssignal 122. Das Korrelationsmodul 222 ermittelt laufend eine zweite Korrelation  $\kappa_2$  aus den beiden zweiten Ausgangssignalen 121, 122, die herangezogen wird, um den zweiten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_2$  so abzuändern, dass die zweite Korrelation  $\kappa_2$  minimiert wird und so die beiden zweiten Ausgangssignale 121, 122 maximal getrennt werden.

[0037] Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, vergleicht ein Vergleichsmodul 241 die erste Korrelation  $\kappa_1$  mit der zweiten Korrelation  $\kappa_2$ . Ist die zweite Korrelation  $\kappa_2$  kleiner als die erste Korrelation  $\kappa_1$ , so ändert das Vergleichsmodul 241 den zweiten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_2$  in Abhängigkeit des ersten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_1$ .

[0038] Hierzu kann das Vergleichsmodul 241 auf abgespeicherte Koeffizientensätze  $\mathbf{W}_1^A, \mathbf{W}_1^B$ , usw. zurückgreifen, die in einer Speichereinheitengruppe 243 abgespeichert sind. Die Koeffizientensätze  $\mathbf{W}_1^A, \mathbf{W}_1^B$ , usw., die in der Speichereinheitengruppe 243 abgespeichert sind, können abhängig von dem ersten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1$  in entsprechenden verschiedenen Signalsituationen sein. So kann etwa vorgesehen sein, einen adaptierten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1$  in einer ersten Signalsituation "A" als einen Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1^A$  in der Speichereinheitengruppe 243 abzuspeichern. Des Weiteren kann vorgesehen sein, den ersten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1$  in einer zweiten Signalsituation "B" als Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1^B$  in der Speichereinheitengruppe 243 abzuspeichern, und so fort.

[0039] Es kann fernern vorgesehen sein, dass das Vergleichsmodul 241 auch auf mehrere abgespeicherte Koeffizientensätze  $\mathbf{W}_1^{A1}, \mathbf{W}_1^{A2}, \dots, \mathbf{W}_1^{B1}, \mathbf{W}_1^{B2}, \dots$  für eine Signalsituation zurückgreifen kann, die in einer Speichereinheitengruppe 243 abgespeichert sind. Die Koeffizientensätze  $\mathbf{W}_1^{A1}, \mathbf{W}_1^{A2}, \dots, \mathbf{W}_1^{B1}, \mathbf{W}_1^{B2}, \dots$  können wieder in der Speichereinheitengruppe 243 abgespeichert sein, und, beispielsweise bei einer nur noch geringfügigen Änderung der entsprechenden Korrelation dort abgelegt werden. So kann etwa vorgesehen sein, mehrere adaptierte Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1$  in einer ersten Signalsituation "A" als Koeffizientensätze  $\mathbf{W}_1^{A1}, \mathbf{W}_1^{A2}, \dots$  in der Speichereinheitengruppe 243 abzuspeichern. Damit stehen für eine Signalsituationen mehrere Koeffizientensätze  $\mathbf{W}_1$  zur Verfügung, aus denen dann derjenige Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1$  ausgewählt werden kann, für den sich eine minimale erste Korrelation, und damit eine optimale Trennleistung, ergibt.

[0040] Der Hörhilfe bekannte akustische Signalsituationen "A", "B", usw., die Situationen des täglichen Lebens nachempfunden sein sollen, können beispielsweise anhand entsprechender Klassifikationsgrößen einer tatsächlichen Signalsituation zugeordnet werden. Um die tatsächlichen Signalsituation einer ähnlichsten bekannten Signalsituation zu ermitteln, muss eine ermittelte Klassifikationsgröße nicht zwingend identisch mit einer Klassifikationsgröße der bekannten Signalsituationen sein, sondern es können, beispielsweise, Bandbreiten und Toleranzen für die jeweiligen Klassifikationsgrößen vorgesehen sein. Beispiele für bekannte akustische Signalsituationen "A", "B", usw. zeigt die folgende Tabelle:

Signalsituation	Klassifikationsgrößen
Gespräch in Ruhe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wenige Signalkomponenten / Quellen</li> <li>• wenige starke Signalkomponenten</li> <li>• wenige schwache Signalkomponenten</li> <li>• hohes Signal/Rausch-Verhältnis</li> </ul>
Gespräch im KFZ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• viele Signalkomponenten (Reflexionen)</li> <li>• Komponenten mit charakteristischem Leistungsspektrum (z. B. Motor)</li> </ul>
Cocktail-Party	<ul style="list-style-type: none"> <li>• viele Signalkomponenten</li> <li>• hohe Pegel</li> </ul>

[0041] Signalkomponenten können dabei die Ausgangssignale, die Eingangssignale oder auch aus einer weiteren Zerlegung bzw. Trennung der Eingangssignale und/oder Ausgangssignale erzeugt werden. Zur Bestimmung einer Signalkomponente, eines Signal/Rausch-Verhältnisses, eines Leistungsspektrums, eines Pegels, einer Anzahl von Signalkomponenten, einer weiteren Klassifikationsgröße und/oder der Signalsituation kann eine weitere Vorrichtung und/oder ein weiteres Verfahren in der Hörhilfe vorgesehen sein.

[0042] Das Vergleichsmodul 241 kann ferner eine entsprechende Signalsituation zuordnen, und einen der in der Speichereinheitengruppe 243 abgespeicherten Koeffizientensätze  $\mathbf{W}_1^A, \mathbf{W}_1^B$ , usw. zur Änderung des ersten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_1$  heranziehen. Hierfür kann das Vergleichsmodul 241 eine entsprechende Signalsituation bestimmen, oder die entsprechend bestimmte Signalsituation von einem weiteren Modul, einem Verfahren oder von einer weiteren Vorrichtung empfangen. Ferner kann es vorgesehen sein, dass die Differenzierung in verschiedene Signalsituationen entfällt, und die Speichereinheitengruppe 243 lediglich einen Koeffizientensatz in Abhängigkeit des ersten Koeffizien-

tensatzes  $\mathbf{W}_1$  speichert. In diesem Fall kann die Speichereinheitengruppe 243 durch eine einzelne Speichereinheit ersetzt werden.

**[0043]** Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, setzt ein Zeitgebermodul 244 nach dem Ablauf einer bestimmten Zeitspanne, beispielsweise nach dem Ablauf einer zweiten Zeitspanne, die zweite Quellentrennung 220 zurück, indem das Zeitgebermodul 244 den zweiten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_2$  in Abhängigkeit eines ersten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_1^A$ ,  $\mathbf{W}_1^B$ , usw. setzt. Hierfür kann das Zeitgebermodul 244, entsprechend der aktuellen Signalsituation, einen ersten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1$  aus der Speichereinheitengruppe 243 auswählen, und kann dann die zweite Quellentrennung 220 durch ein entsprechendes Setzen des zweiten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_2$  zurücksetzen. Das Zeitgebermodul 244 kann dabei einen kompletten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1^A$ ,  $\mathbf{W}_1^B$ , usw. in den zweiten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_2$  übernehmen, oder nur einen Teil davon. Zum Beispiel kann die Speichertiefe der Speichereinheitengruppe 243 das Abspeichern von 1024 Koeffizienten für je einen Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1^X$  ( $X = A, B, \text{ usw.}$ ) erlauben, wobei lediglich ein Teil der Koeffizienten, beispielsweise 512 Koeffizienten, als Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_2$  während des Zurücksetzens übernommen werden.

**[0044]** Es kann fernern vorgesehen sein, dass das der zweite Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_2$  auch in Abhängigkeit von mehreren abgespeicherten Koeffizientensätzen  $\mathbf{W}_1^{A1}$ ,  $\mathbf{W}_1^{A2}, \dots$  für eine Signalsituation geändert wird. Damit stehen für eine Signalsituationen mehrere Koeffizientensätze  $\mathbf{W}_1$  zur Verfügung, aus denen dann derjenige Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1$  ausgewählt werden kann, für den sich eine minimale zweite Korrelation, und damit eine optimale Trennleistung, ergibt.

**[0045]** Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird dadurch die zweite Quellentrennung 220 mit einem bereits adaptierten und/oder an eine aktuelle Signalsituation angepassten Koeffizientensatz zurückgesetzt. Die zweite Quellentrennung 220 kann somit in vorteilhafter Weise bereits mit einem, zumindest teilweise, adaptierten Koeffizientensatz beginnen. Dadurch kann die zweite Quellentrennung 220 schneller eine Quellentrennung durchführen und die entsprechende zweite Korrelation  $\kappa_2$  kann bei einem Einfrieren der ersten Quellentrennung 210 schneller unter die erste Korrelation  $\kappa_1$  absinken, und die erste Quellentrennung kann so in vorteilhafter Weise schneller zurückgesetzt werden - es kann also schneller auf ein nachteiliges Einfrieren der ersten Quellentrennung 210 reagiert werden.

**[0046]** Ferner kann durch das Zurücksetzen des zweiten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_2$  in Abhängigkeit eines der ersten Koeffizientensätze  $\mathbf{W}_1^A$ ,  $\mathbf{W}_1^B$ , usw. im Falle eines Einfrierens der ersten Quellentrennung 210 der erste Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1$  in Abhängigkeit eines zweiten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_2$ , zumindest teilweise, gesetzt werden, wobei der zweite Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_2$  zu diesem Zeitpunkt in vorteilhafter Weise eine bereits weiter fortgeschrittene Adaption aufweisen kann. Somit kann nach einem Feststellen und nach einem entsprechenden Beheben des Einfrierens der ersten Quellentrennung 210 die erste Quellentrennung 210 mit einem, zumindest teilweise, adaptierten ersten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1$  fortfahren, und kann somit schneller ein befriedigendes Ausgabesignal und Ergebnis für den Benutzer der Hörhilfe bereitstellen.

**[0047]** Fig. 3 zeigt eine erste Quellentrennung, eine zweite Quellentrennung, und eine dritte Quellentrennung gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Die erste Quellentrennung 210, die zweite Quellentrennung 220, sowie das erste Zeitgebermodul 244 und die Speichereinheitengruppe 243 wurden bereits im Zusammenhang mit Fig. 2 beschrieben, und sind gemäß dieser zweiten Ausführungsform entsprechend ausgeführt.

**[0048]** Gemäß dieser zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist ferner eine dritte Quellentrennung 230 vorgesehen. Die dritte Quellentrennung 230 umfasst dabei ein drittes Filtermodul 231 sowie ein drittes Korrelationsmodul 232. Das Filtermodul 231 erzeugt aus dem ersten Eingangssignal 101 und dem zweiten Eingangssignal 102 mithilfe eines dritten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_3$  ein drittes Ausgangssignal 131 sowie ein weiteres drittes Ausgangssignal 132. Das Korrelationsmodul 232 ermittelt laufend eine dritte Korrelation  $\kappa_3$  aus den beiden dritten Ausgangssignalen 131, 132, die herangezogen wird, um den dritten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_3$  so abzuändern, dass die dritte Korrelation  $\kappa_3$  minimiert wird und so die beiden dritten Ausgangssignale 131, 132 maximal getrennt werden. Ferner ist ein weiteres Zeitgebermodul 245 vorgesehen, das nach Ablauf einer bestimmten Zeitspanne, beispielsweise einer dritten Zeitspanne, die dritte Quellentrennung 230 zurücksetzt, indem sie den dritten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_3$  auf einen Ausgangskoeffizientensatz setzt.

**[0049]** Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, werden einem weiteren Vergleichsmodul 242 die erste Korrelation  $\kappa_1$ , die zweite Korrelation  $\kappa_2$  und die dritte Korrelation  $\kappa_3$  zugeführt, das die erste Korrelation  $\kappa_1$  mit der zweiten Korrelation  $\kappa_2$  vergleicht. Ferner kann das weitere Vergleichsmodul 242 die erste Korrelation  $\kappa_1$  mit der dritten Korrelation  $\kappa_3$  und/oder die zweite Korrelation  $\kappa_2$  mit der dritten Korrelation  $\kappa_3$  vergleichen. Ist die zweite Korrelation  $\kappa_2$  kleiner als die erste Korrelation  $\kappa_1$ , so ändert das weitere Vergleichsmodul 242 den zweiten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_2$  in Abhängigkeit des ersten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_1$ , so wie dies im Zusammenhang mit Figur 2 bereits beschrieben wurde. Gemäß dieser Ausführungsform kann jedoch in vorteilhafter Weise auch ein eventuelles Einfrieren der zweiten Quellentrennung abgefangen werden.

**[0050]** Ist die dritte Korrelation  $\kappa_3$  kleiner als die erste Korrelation  $\kappa_1$  und/oder ist die dritte Korrelation  $\kappa_3$  kleiner als die zweite Korrelation  $\kappa_2$  kann dies ein Indiz dafür ein, dass die zweite Quellentrennung 220 eingefroren ist. Ferner kann auch der Fall vorliegen, dass die erste Quellentrennung 210 eingefroren ist. Da die dritte Quellentrennung 230 mit einem universellen Ausgangskoeffizientensatz zurückgesetzt werden kann, liefert diese eine dritte Korrelation  $\kappa_3$ , die unabhängig von der Signalsituation und der bereits adaptierten Koeffizientensätze ist. In so einem Fall kann dann in vorteilhafter Weise die erste Quellentrennung zurückgesetzt werden und der erste Koeffizientensatz in Abhängigkeit des dritten

Koeffizientensatzes gesetzt werden. Ferner kann entsprechendes auch für die zweite Quellentrennung 220 erfolgen.

**[0051]** Gemäß Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung können Module, wie beispielsweise die Filtermodule 211, 221, 231, die Korrelationsmodule 212, 222, 232, die Vergleichsmodule 241, 242, und/oder die Zeitgebermodule 244, 245 sowohl als diskret ausgeführte Schaltungen ausgeführt sein als auch als Prozesse, beispielsweise als Thread oder Task, in einem Mikroprozessor, in einem Signalprozessor, oder in einem integrierten Prozessbaustein, ablaufen.

**[0052]** Fig. 4 zeigt eine Hörhilfe gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Dabei weist die Hörhilfe 400 ein erstes Mikrofon 401 und ein zweites Mikrofon 402 auf. Das erste Mikrofon 401 stellt das erste Eingangssignal 101 an eine Verarbeitungseinheit 403 zur Verfügung. Das zweite Mikrofon 402 stellt das zweite Eingangssignal 102 der Verarbeitungseinheit 403 zur Verfügung. Die Verarbeitungseinheit 403 verarbeitet das erste Eingangssignal 101 und das zweite Eingangssignal 102, um ein Ausgabesignal 404 an einen Lautsprecher 405 zur Ausgabe bereitzustellen. Die Verarbeitungseinheit 403 kann dabei wenigstens zwei Quellentrennungen, ein Vergleichsmodul, ein Zeitgebermodul, und eine Speichereinheitengruppe, wie sie im Zusammenhang der ersten und zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben wurden, umfassen. Die Hörhilfe 400 kann in einem Hörgerät integriert sein, das der Benutzer beispielsweise in dem Gehörkanal trägt, hinter dem Ohr trägt, oder auch in einer externen Einheit als tragbares Gerät ausgeführt sein. Dabei beträgt ein räumlicher Abstand der zwei Mikrofone wenigstens einen Mindestabstand, der eine zuverlässige Quellentrennung gewährleistet. Insbesondere können die zwei Mikrofone 401, 402 bis ca. 20 mm, bis ca. 10 mm, bis ca. 4 mm oder bis ca. 2 mm beabstandet in der Hörhilfe 400 angeordnet sein.

**[0053]** Fig. 5 zeigt eine weitere Hörhilfe 410 gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Dabei weist die weitere Hörhilfe 410 die Mikrofone 401 und 402, wobei das erste Mikrofon 401 das erste Eingangssignal 101 und das zweite Mikrofon 402 das zweite Eingangssignal 102 an eine weitere Verarbeitungseinheit 430 zur Verfügung stellt. Die weitere Verarbeitungseinheit 430 verarbeitet das erste Eingangssignal 101 und das zweite Eingangssignal 102, um das Ausgabesignal 404 an den Lautsprecher 405 zur Ausgabe bereitzustellen.

**[0054]** Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung weist die weitere Verarbeitungseinheit 430 eine Prozesseinheit 440 auf, die Prozesse oder Module umfasst, wie beispielsweise ein erstes Modul 441, ein zweites Modul 442, ein drittes Modul 443, usw. Die Module 441, 442, 443 können beispielsweise eine Quellentrennung, ein Vergleichsmodul, ein Zeitgebermodul, ein Filtermodul, und/oder ein Korrelationsmodul, umfassen, wie sie im Zusammenhang mit den in den Figuren 2 bis 4 beschriebenen Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung dargelegt wurden. Die weitere Verarbeitungseinheit 430 weist ferner eine Speichereinheitengruppe 450 auf, auf die die Prozesseinheit 440 zugreifen kann, um, beispielsweise, wenigstens einen Koeffizientensatz abzuspeichern und abzurufen, wie dies im Zusammenhang mit den Figuren 2 und 3 beschrieben wurde.

**[0055]** Fig. 6A zeigt ein Ablaufdiagramm eines ersten Moduls gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Zunächst wird in einem ersten Schritt 611 eine Korrelation  $\kappa_1$  abgefragt. Die Korrelation  $\kappa_i$  kann dabei der ersten Korrelation  $\kappa_1$ , der zweiten Korrelation  $\kappa_2$  und/oder der dritten Korrelation  $\kappa_3$  entsprechen, wie sie im Zusammenhang mit den vorangegangenen Figuren und Ausführungsformen beschrieben wurden. In einer Bifurkation 612 wird ermittelt, ob die Korrelation  $\kappa_i$  minimal ist. Hierzu können vorangegangene Werte der Korrelation  $\kappa_i$  zum Vergleich herangezogen werden. Im Falle, dass die Korrelation  $\kappa_i$  bereits minimal ist, wird die Schleife mit Schritt 611 fortgesetzt, um eine sich ändernde Korrelation  $\kappa_i$  zu detektieren. Beispielsweise kann die Korrelation  $\kappa_i$ , durch eine entsprechende Veränderung der Signalsituation und/oder der Eingangssignale, wieder ansteigen und damit aus einem Minimum gelangen.

**[0056]** Wird in der Bifurkation 612 festgestellt, dass die Korrelation  $\kappa_i$  nicht minimal ist, wird in einem Schritt 613 der Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_i$  verändert. Der Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_i$  kann dabei dem ersten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1$ , dem zweiten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_2$  oder dem dritten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_3$  entsprechen, wie diese im Zusammenhang mit den Figuren 2 und 3 beschrieben wurden. Die Veränderung des Koeffizientensatzes  $\mathbf{C}$  ändert die Filterung der Eingangssignale und kann somit eine Änderung der Ausgangssignale und/oder der Korrelation  $\kappa_i$  bewirken. Nach entsprechender Abänderung der Koeffizienten  $\mathbf{W}_i$  wird die Schleife mit Schritt 611 fortgesetzt. Der Prozess, das Verfahren, oder das Modul gemäß dieser Ausführungsform entspricht einer Quellentrennung unter Minimierung einer Korrelation.

**[0057]** Die Fig. 6B zeigt ein Modul gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Zunächst wird in einem ersten Schritt 621 eine Zeitspanne, wie beispielsweise die zweite Zeitspanne, abgewartet. Ist diese zweite Zeitspanne verstrichen, wird der Prozess mit einem Schritt 622 fortgesetzt, bei dem die zweite Quellentrennung zurückgesetzt wird. Das Zurücksetzen der zweiten Quellentrennung initiiert das Setzen der Koeffizienten  $\mathbf{W}_2$  in Abhängigkeit eines  $\mathbf{W}_1^X$  (623). Die  $\mathbf{W}_1^X$  entsprechen ersten Koeffizientensätzen für verschiedene Signalsituationen  $X$ . Das Modul kehrt daraufhin in einer Schleife zu dem Schritt 621 zurück, um erneut die zweite Zeitspanne abzuwarten. Gemäß dieser Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, wird die zweite Quellentrennung nach Ablauf der zweiten Zeitspanne periodisch zurückgesetzt indem der zweite Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_2$  der zweiten Quellentrennung in Abhängigkeit eines  $\mathbf{W}_1^X$  gesetzt wird.

**[0058]** Fig. 6C zeigt ein Ablaufdiagramm eines Moduls gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Zunächst werden in einem ersten Schritt 631 die Koeffizienten  $\mathbf{W}_1$  abgefragt. Die Koeffizienten  $\mathbf{W}_1$  entsprechen dem ersten Koeffizientensatz. Daraufhin wird in einem zweiten Schritt 632 die erste Zeitspanne abgewartet. Daraufhin

folgt in einem zweiten Abfrageschritt 633 ein erneutes Abfragen des Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_1$ .

[0059] In einer Bifurkation 634 wird ermittelt, ob sich die zeitliche Änderung des ersten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_1$  innerhalb der ersten Zeitspanne unterhalb eines Schwellenwertes befindet. Dieser Schwellenwert kann beispielsweise einem charakteristischen Schwellenwert entsprechen, der einen adaptierten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1$  von einem nicht adaptierten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1$  abgrenzt. Liegt die zeitliche Änderung des ersten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_1$  unterhalb von dem Schwellenwert, kann somit beispielsweise festgestellt werden, dass der aktuelle Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1$  einem gut adaptierten Koeffizientensatz für eine spezielle Signalsituation entspricht. Hierauf kann in einem folgenden Schritt 635 der dementsprechende erste Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1$  als ein Koeffizientensatz für die entsprechende Signalsituation gespeichert werden. Liegt die zeitliche Änderung der Koeffizienten  $\mathbf{W}_1$  nicht unterhalb des Schwellenwertes, wird der Prozess mit einem erneuten Abfragen der Koeffizienten  $\mathbf{W}_1$  (631) fortgesetzt.

[0060] Das Modul gemäß dieser Ausführungsform kann ferner in Schritt 631 ein Puffern des Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_1$  umfassen, um den gepufferten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1$  mit dem im Schritt 633 ermittelten Koeffizientensatz  $\mathbf{W}_1$  zu vergleichen, bzw. eine zeitliche Änderung des Koeffizientensatzes zu bestimmen. Ferner kann das Modul gemäß der siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung einem Setzen der Koeffizientensätze in der Gruppe von Speichereinheiten für entsprechende Signalsituationen entsprechen.

[0061] Fig. 6D zeigt ein Ablaufdiagramm eines Prozesses gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In einem ersten Schritt 641 wird die erste Korrelation  $\kappa_1$  abgefragt. Daraufhin wird in einem zweiten Schritt 642 die zweite Korrelation  $\kappa_2$  abgefragt. In einer darauf folgenden Bifurkation 443 wird die erste Korrelation  $\kappa_1$  mit der zweiten Korrelation  $\kappa_2$  verglichen. Ist die zweite Korrelation  $\kappa_2$  kleiner als die erste Korrelation  $\kappa_1$  wird in einem folgenden Schritt 644 der erste Koeffizientensatz  $\mathbf{C}$  in Abhängigkeit des zweiten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_2$  und/oder eines gespeicherten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_1^X$ , entsprechend einer ermittelten aktuellen Signalsituation  $X$ , gesetzt. Liegt die Anzahl der Koeffizienten des zweiten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_2$  unter der Anzahl der Koeffizienten des ersten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_1$ , können zunächst ein Teil oder alle Koeffizienten des zweiten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_2$  die entsprechenden Koeffizienten des ersten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_1$  bestimmen. Die restlichen Koeffizienten des ersten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_1$  können dann optional gemäß eines gespeicherten Koeffizientensatzes  $\mathbf{W}_1^X$  ergänzt werden. In vorteilhafter Weise wird dadurch ein Einfrieren der ersten Quellentrennung behoben, und die erste Quellentrennung mit einem Start-Koeffizientensatz, der einerseits nicht in einem lokalen Minimum eingefroren ist und andererseits optimal adaptierte, der jeweiligen Signalsituation  $X$  entsprechende, Start-Koeffizienten aufweist.

[0062] Liegt die zweite Korrelation  $\kappa_2$  jedoch über der ersten Korrelation  $\kappa_1$  wird ein Einfrieren der ersten Quellentrennung nicht festgestellt. In diesem Fall wird der Prozess mit dem Abfragen der ersten Korrelation fortgesetzt (641).

[0063] Die Module, wie sie im Zusammenhang mit den Figuren 6A bis 6D beschrieben wurden, können Module oder Prozesse darstellen, die in der Verarbeitungseinheit einer erfindungsgemäßen Hörhilfe ausgeführt werden. Insbesondere sei hier auf die Fig. 5 verwiesen, in der eine entsprechende Verarbeitungseinheit 430 dargestellt ist, die eine Prozesseinheit zur Ausführung mehrerer Prozesse bzw. Module (440 ff.) darstellt.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Verarbeitung wenigstens zweier Eingangssignale (101, 102) in einer Hörhilfe (400, 410), wobei die Eingangssignale (101, 102) abhängig von einem akustischen Signal sind, und wobei das Verfahren umfasst:

- eine erste Quellentrennung (210), wobei aus den beiden Eingangssignalen (101, 102) mit einem ersten Koeffizientensatz zwei erste Ausgangssignale (111, 112) und eine erste Korrelation der beiden ersten Ausgangssignale (111, 112) laufend ermittelt werden, und wobei der erste Koeffizientensatz in Abhängigkeit der ersten Korrelation laufend bestimmt wird;
- eine zweite Quellentrennung (220), wobei aus den beiden Eingangssignalen (101, 102) mit einem zweiten Koeffizientensatz zwei zweite Ausgangssignale (121, 122) und eine zweite Korrelation der beiden zweiten Ausgangssignale (121, 122) laufend ermittelt werden, und wobei der zweite Koeffizientensatz in Abhängigkeit der zweiten Korrelation laufend bestimmt wird;
- ein Vergleichen der ersten Korrelation mit der zweiten Korrelation;
- und
- ein Ändern des ersten Koeffizientensatzes in Abhängigkeit des zweiten Koeffizientensatzes, wenn die zweite Korrelation kleiner ist als die erste Korrelation, wobei

das Verfahren weiterhin ein Ändern des zweiten Koeffizientensatzes in Abhängigkeit des ersten Koeffizientensatzes bei einem Zurücksetzen der zweiten Quellentrennung (220) umfasst.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei das Verfahren ein Speichern des ersten Koeffizientensatzes umfasst.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Speichern des ersten Koeffizientensatzes in Abhängigkeit einer zeitlichen Änderung der ersten Korrelation erfolgt.

5 4. Verfahren nach Anspruch 2, wobei das Speichern des ersten Koeffizientensatzes erfolgt, wenn die erste Korrelation innerhalb einer ersten Zeitspanne nur noch geringfügig variiert, und wobei die erste Zeitspanne in einem Bereich von 1 s bis 10 s liegt.

10 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, wobei das Speichern des ersten Koeffizientensatzes in einer Speichereinheit einer Speichereinheitengruppe (243) erfolgt, wobei die Auswahl der Speichereinheit in Abhängigkeit einer Signalsituation erfolgt.

15 6. Verfahren nach Anspruch 5, wobei das Ändern des ersten Koeffizientensatzes in Abhängigkeit eines vorbestimmten Koeffizientensatzes erfolgt und der vorbestimmte Koeffizientensatz in Abhängigkeit der Signalsituation aus einer Speichereinheit der Speichereinheitengruppe (243) abgerufen wird.

20 7. Verfahren nach Anspruch 5, wobei wenigstens zwei erste Koeffizientensätze für eine Signalsituation in Speichereinheiten der Speichereinheitengruppe (243) gespeichert werden, wobei wenigstens zwei vorbestimmte Koeffizientensätze in Abhängigkeit der Signalsituation aus den Speichereinheiten abgerufen werden und der erste Koeffizientensatz in Abhängigkeit der vorbestimmten Koeffizientensatzes geändert wird, und wobei derjenige vorbestimmte Koeffizientensatz ermittelt wird, für den eine Änderung des ersten Koeffizientensatzes eine minimale erste Korrelation ergibt.

25 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Zurücksetzen der zweiten Quellentrennung (220) nach Ablauf einer zweiten Zeitspanne erfolgt.

30 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei die zweite Quellentrennung (220) nach Ablauf einer zweiten Zeitspanne zurückgesetzt wird und der zweite Koeffizientensatz während des Zurücksetzens in Abhängigkeit eines vorbestimmten Koeffizientensatzes geändert wird und der vorbestimmte Koeffizientensatz in Abhängigkeit der Signalsituation aus einer Speichereinheit der Speichereinheitengruppe (243) abgerufen wird.

35 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, wobei die zweite Quellentrennung (220) nach Ablauf einer zweiten Zeitspanne zurückgesetzt wird, wobei wenigstens zwei erste Koeffizientensätze für eine Signalsituation in Speichereinheiten der Speichereinheitengruppe (243) gespeichert werden, wobei wenigstens zwei vorbestimmte Koeffizientensätze in Abhängigkeit der Signalsituation aus den Speichereinheiten abgerufen werden, wobei der zweite Koeffizientensatz während des Zurücksetzens in Abhängigkeit der vorbestimmten Koeffizientensätze geändert wird, und wobei derjenige vorbestimmte Koeffizientensatz ermittelt wird, für den eine Änderung des zweiten Koeffizientensatzes eine minimale zweite Korrelation ergibt.

40 11. Verfahren nach Anspruch 5, 6, 7, 9 oder 10, wobei wenigstens eine der folgenden Klassifikationsgrößen ermittelt wird:

- ein Pegel eines Eingangssignals;
- ein Pegel eines Ausgangssignals;
- eine Verteilung der Pegel;
- ein Leistungsspektrum;
- 45 - eine räumliche Position einer Quelle einer der Eingangssignale,

und wobei die Signalsituation in Abhängigkeit wenigstens einer der Klassifikationsgrößen bestimmt wird.

50 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei das Verfahren weiterhin umfasst:

- eine dritte Quellentrennung (230), wobei aus den beiden Eingangssignalen (101, 102) mit einem dritten Koeffizientensatz zwei dritte Ausgangssignale (131, 132) und eine dritte Korrelation der beiden dritten Ausgangssignale (131, 132) laufend ermittelt werden, und wobei der dritte Koeffizientensatz in Abhängigkeit der dritten Korrelation laufend bestimmt wird;
- 55 - ein Vergleichen der ersten Korrelation mit der dritten Korrelation;
- und
- ein Ändern des ersten Koeffizientensatzes, wenn die dritte Korrelation kleiner ist als die erste Korrelation.

## EP 2 018 079 A1

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei das Ändern des ersten Koeffizientensatzes in Abhängigkeit des dritten Koeffizientensatzes erfolgt.
- 5 14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13, wobei die dritte Quellentrennung (230) nach Ablauf einer dritten Zeitspanne zurückgesetzt wird und der dritte Koeffizientensatz während des Zurücksetzens auf einen Ausgangskoeffizientensatz gesetzt wird.
- 10 15. Vorrichtung zur Verarbeitung zweier von einem akustischen Signal abhängigen Eingangssignale (101, 102) in einer Hörhilfe (400, 410), wobei die Vorrichtung eine Verarbeitungseinheit (403, 430) aufweist, die aus den beiden Eingangssignalen (101, 102) mit einem ersten Koeffizientensatz zwei erste Ausgangssignale (111, 112) und eine erste Korrelation der beiden ersten Ausgangssignale (111, 112) laufend ermittelt und den ersten Koeffizientensatz in Abhängigkeit der ersten Korrelation laufend bestimmt und die aus den beiden Eingangssignalen (101, 102) mit einem zweiten Koeffizientensatz zwei zweite Ausgangssignale (121, 122) und eine zweite Korrelation der beiden zweiten Ausgangssignale (121, 122) laufend ermittelt und den zweiten Koeffizientensatz in Abhängigkeit der zweiten Korrelation laufend bestimmt, wobei die Verarbeitungseinheit (403, 430) den ersten Koeffizientensatz in Abhängigkeit des zweiten Koeffizientensatzes ändert, wenn die zweite Korrelation kleiner ist als die erste Korrelation, wobei die Verarbeitungseinheit (403, 430) den zweiten Koeffizientensatz in Abhängigkeit des ersten Koeffizientensatzes zurücksetzt.
- 15 16. Vorrichtung nach Anspruch 15, wobei die Verarbeitungseinheit (403, 430) eine Speichereinheit aufweist und die Verarbeitungseinheit (403, 430) den ersten Koeffizientensatz in der Speichereinheit speichert.
- 20 17. Vorrichtung nach Anspruch 16, wobei die Verarbeitungseinheit (403, 430) den ersten Koeffizientensatzes in Abhängigkeit einer zeitlichen Änderung der ersten Korrelation speichert.
- 25 18. Vorrichtung nach Anspruch 16, wobei die Verarbeitungseinheit (403, 430) den ersten Koeffizientensatzes speichert, wenn die erste Korrelation innerhalb einer ersten Zeitspanne nur noch geringfügig variiert, und wobei die erste Zeitspanne in einem Bereich von 1 s bis 10 s liegt.
- 30 19. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 18, wobei die Verarbeitungseinheit (403, 430) eine Speichereinheitengruppe (243) aufweist, die Verarbeitungseinheit (403, 430) eine Speichereinheit aus der Speichereinheitengruppe (243) in Abhängigkeit einer Signalsituation auswählt und den ersten Koeffizientensatz in der ausgewählten Speichereinheit speichert.
- 35 20. Vorrichtung nach Anspruch 19, wobei die Verarbeitungseinheit (403, 430) eine Speichereinheitengruppe (243) in Abhängigkeit einer Signalsituation auswählt und den ersten Koeffizientensatz in Abhängigkeit des in der ausgewählten Speichereinheit gespeicherten Koeffizientensatzes ändert.
- 40 21. Vorrichtung nach Anspruch 19, wobei die die Verarbeitungseinheit (403, 430) wenigstens zwei erste Koeffizientensätze für eine Signalsituation speichert, wenigstens zwei Koeffizientensätze aus der Speichereinheitengruppe (243) in Abhängigkeit einer Signalsituation abrufen und den ersten Koeffizientensatz in Abhängigkeit der abgerufenen Koeffizientensätze ändert und denjenigen abgerufenen Koeffizientensatz ermittelt, für den eine Änderung des ersten Koeffizientensatzes eine minimale erste Korrelation ergibt.
- 45 22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 21, wobei die Verarbeitungseinheit (403, 430) den zweiten Koeffizientensatz nach dem Ablauf einer zweiten Zeitspanne zurücksetzt.
- 50 23. Vorrichtung nach Anspruch 20 oder 21, wobei die Verarbeitungseinheit (403, 430) eine Speichereinheit aus der Speichereinheitengruppe (243) in Abhängigkeit einer Signalsituation auswählt und den zweiten Koeffizientensatz nach dem Ablauf einer zweiten Zeitspanne in Abhängigkeit des in der ausgewählten Speichereinheit gespeicherten Koeffizientensatzes zurücksetzt.
- 55 24. Vorrichtung nach Anspruch 20 oder 21, wobei die Verarbeitungseinheit (403, 430) wenigstens zwei erste Koeffizientensätze für eine Signalsituation speichert, wenigstens zwei Koeffizientensätze aus der Speichereinheitengruppe (243) in Abhängigkeit einer Signalsituation abrufen und den zweiten Koeffizientensatz nach dem Ablauf einer zweiten Zeitspanne in Abhängigkeit der abgerufenen Koeffizientensätze ändert und denjenigen abgerufenen Koeffizientensatz ermittelt, für den eine Änderung des zweiten Koeffizientensatzes eine minimale zweite Korrelation ergibt.

## EP 2 018 079 A1

25. Vorrichtung nach Anspruch 19, 20, 21, 23, oder 24, wobei die Verarbeitungseinheit (403, 430) wenigstens eine der folgenden Klassifikationsgrößen ermittelt:

- ein Pegel eines Eingangssignals;
- ein Pegel eines Ausgangssignals;
- eine Verteilung der Pegel;
- ein Leistungsspektrum;
- eine räumliche Position einer Quelle einer der Eingangssignale,

und wobei die Verarbeitungseinheit (403, 430) die Signalsituation in Abhängigkeit wenigstens einer der Klassifikationsgrößen bestimmt.

26. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 25, wobei die Verarbeitungseinheit (403, 430) weiterhin aus den beiden Eingangssignalen (101, 102) mit einem dritten Koeffizientensatz zwei dritte Ausgangssignale (131, 132) und eine dritte Korrelation der beiden dritten Ausgangssignale (131, 132) laufend ermittelt und den dritten Koeffizientensatz in Abhängigkeit der dritten Korrelation laufend bestimmt und wobei die Verarbeitungseinheit (403, 430) den ersten Koeffizientensatz ändert, wenn die dritte Korrelation kleiner ist als die erste Korrelation.

27. Vorrichtung nach Anspruch 26, wobei die Verarbeitungseinheit (403, 430) den ersten Koeffizientensatz in Abhängigkeit des dritten Koeffizientensatzes ändert.

28. Vorrichtung nach Anspruch 26 oder 27, wobei die Verarbeitungseinheit (403, 430) den dritten Koeffizientensatz nach Ablauf einer dritten Zeitspanne auf einen Ausgangskoeffizientensatz zurücksetzt.

FIG 1A

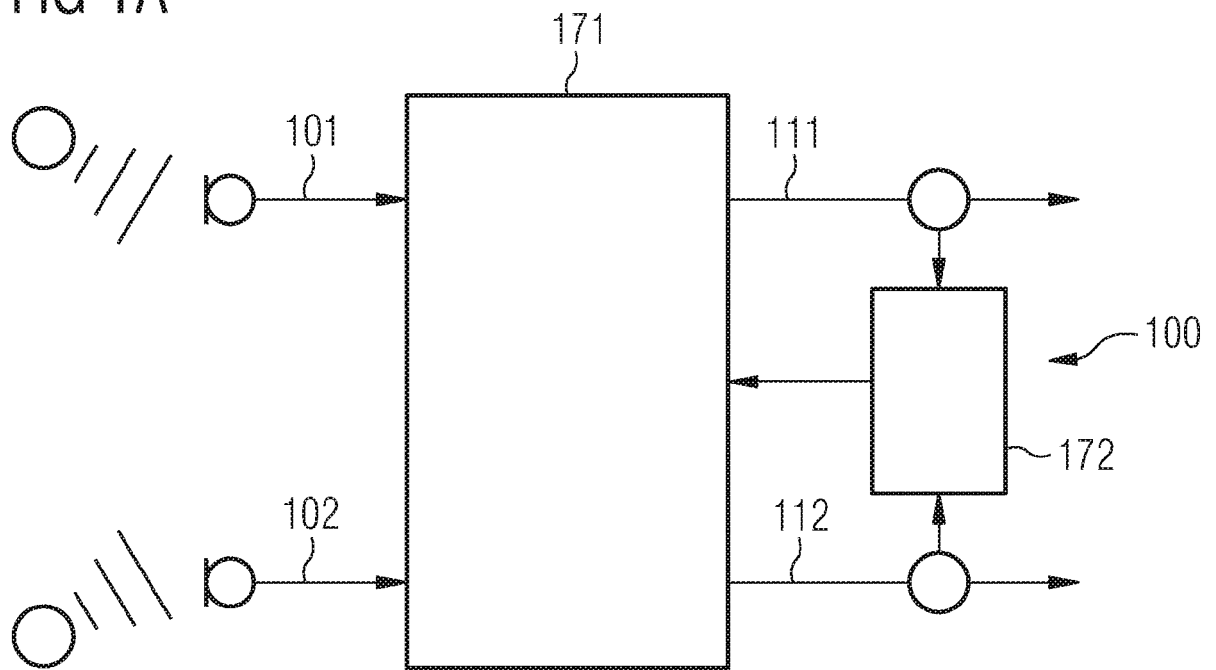


FIG 1B

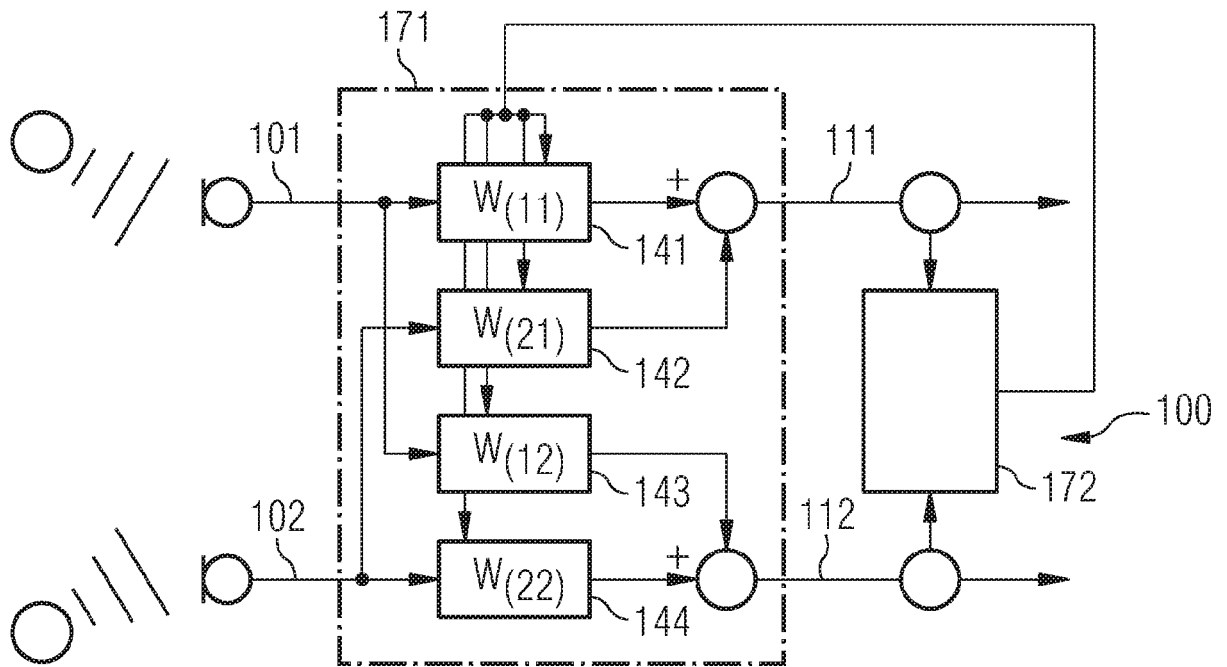


FIG 2

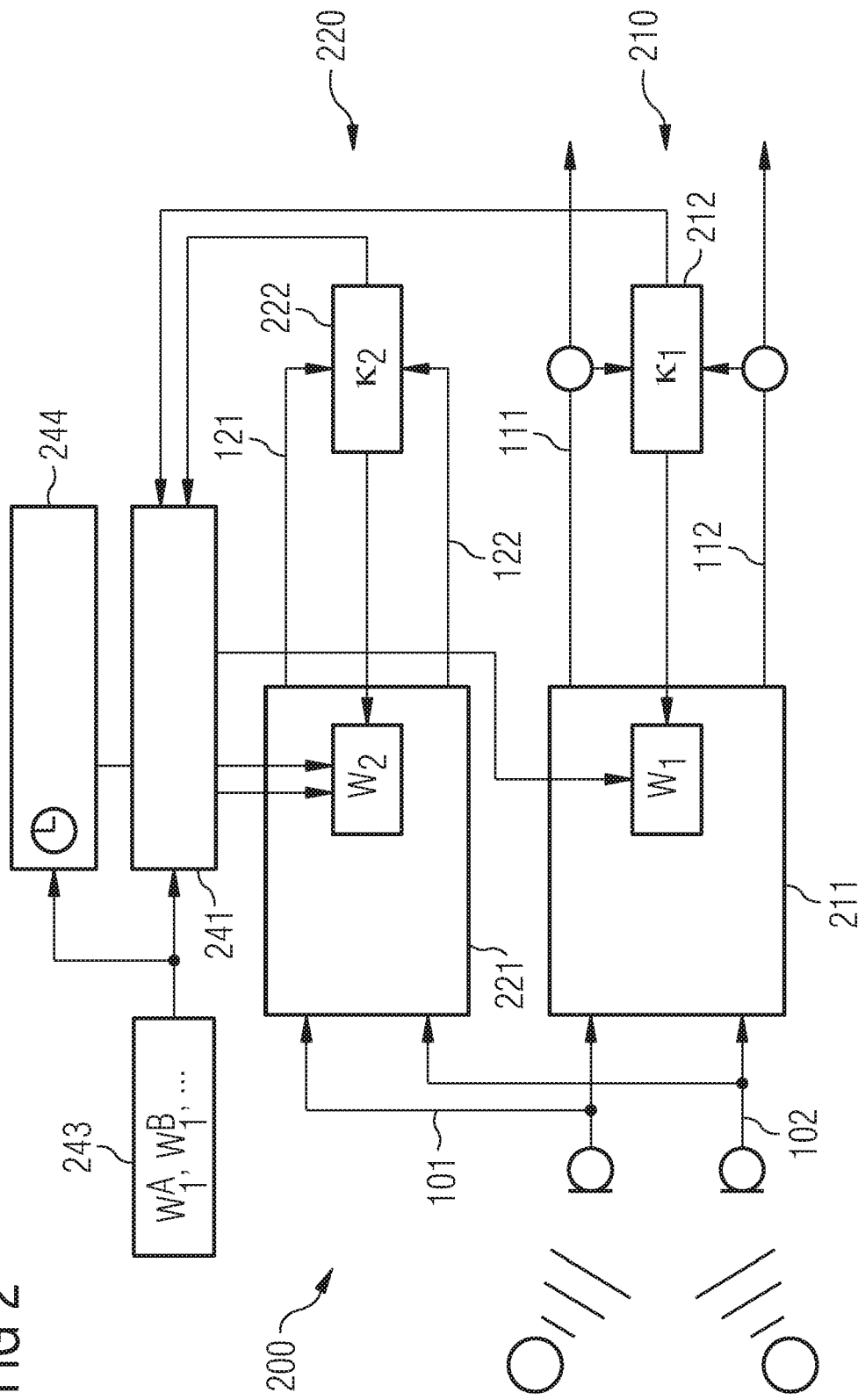




FIG 4

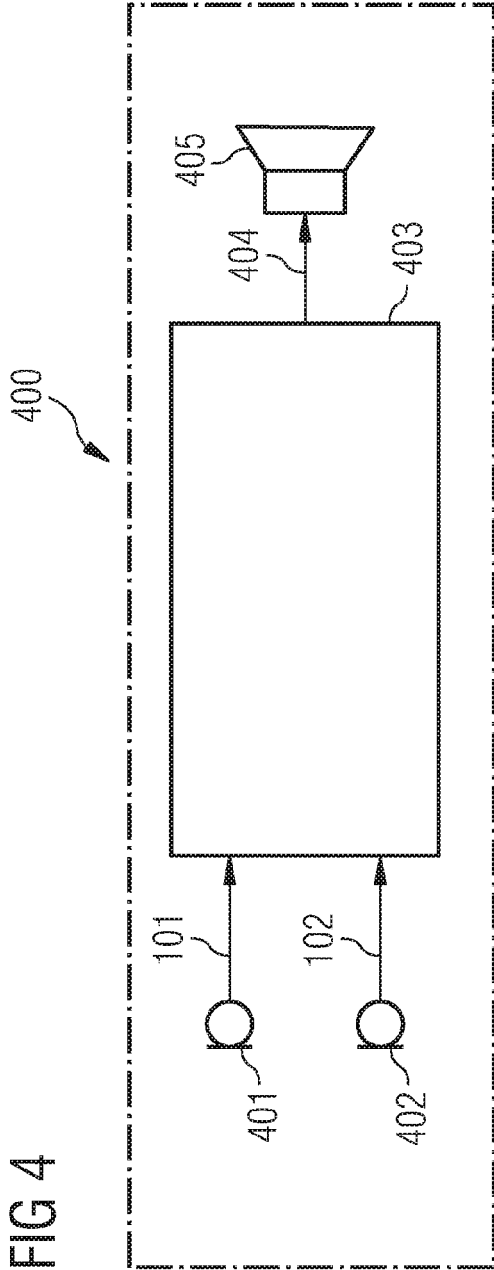


FIG 5

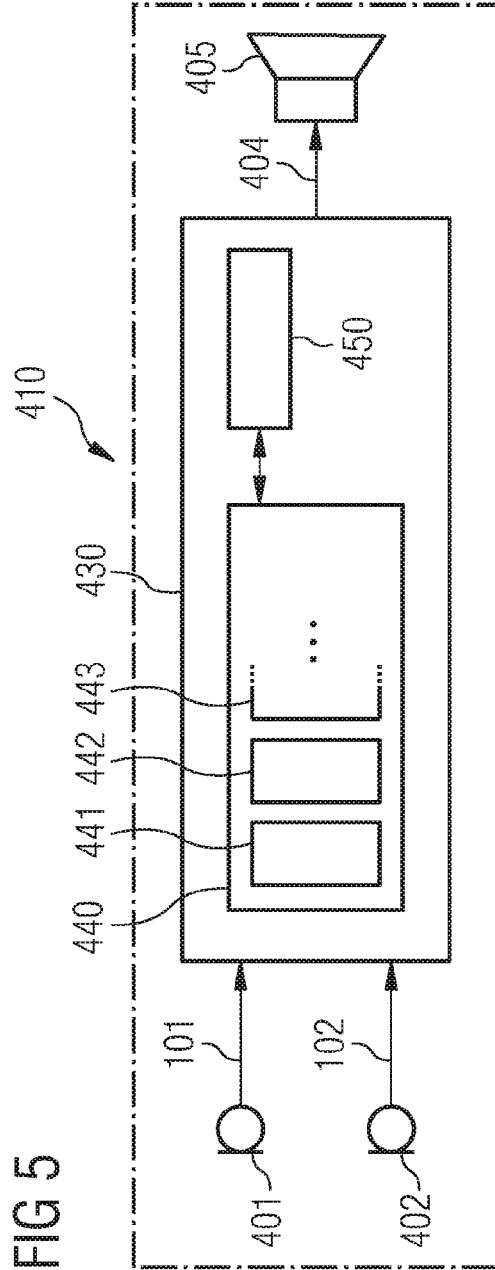


FIG 6A

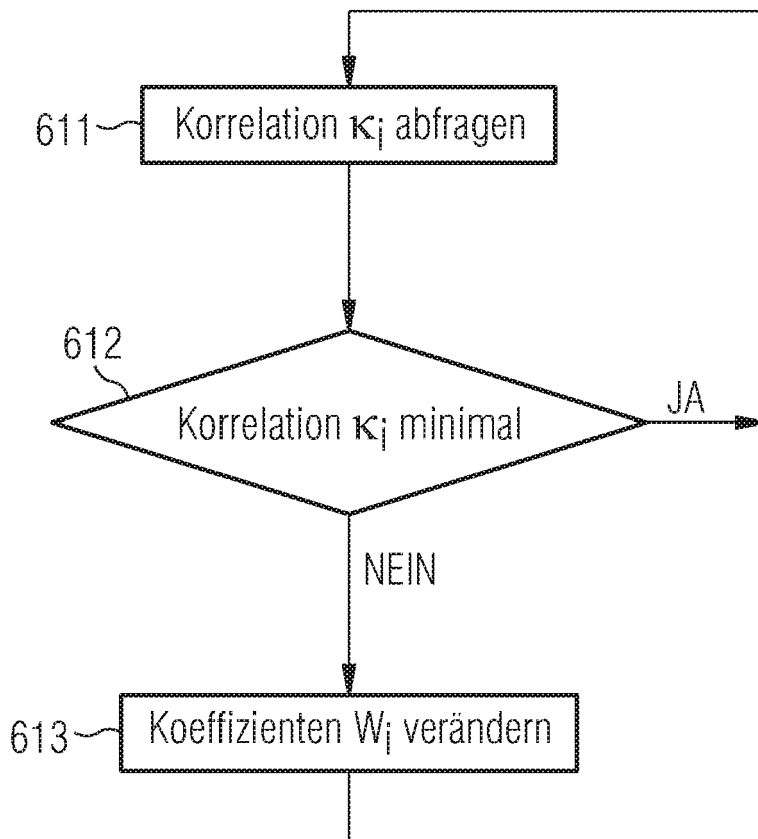


FIG 6B

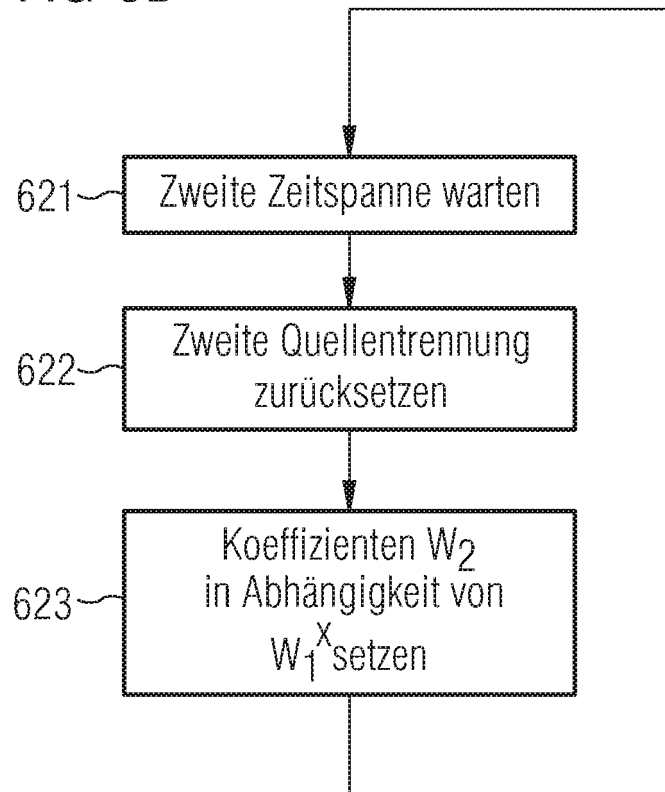


FIG 6C

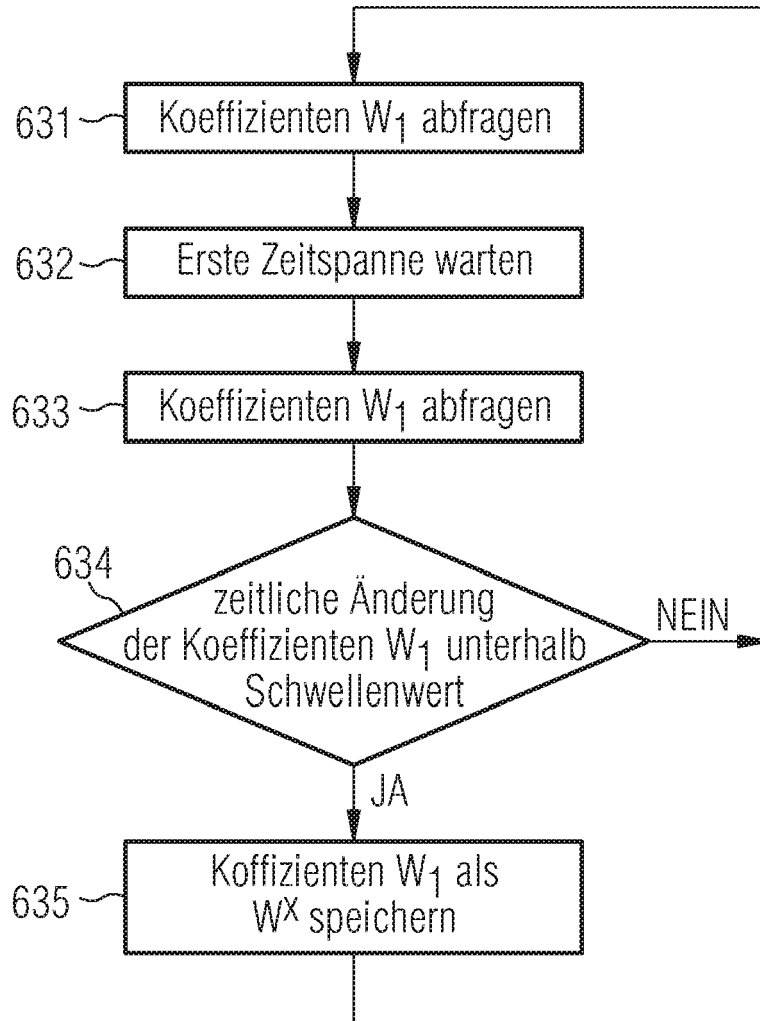
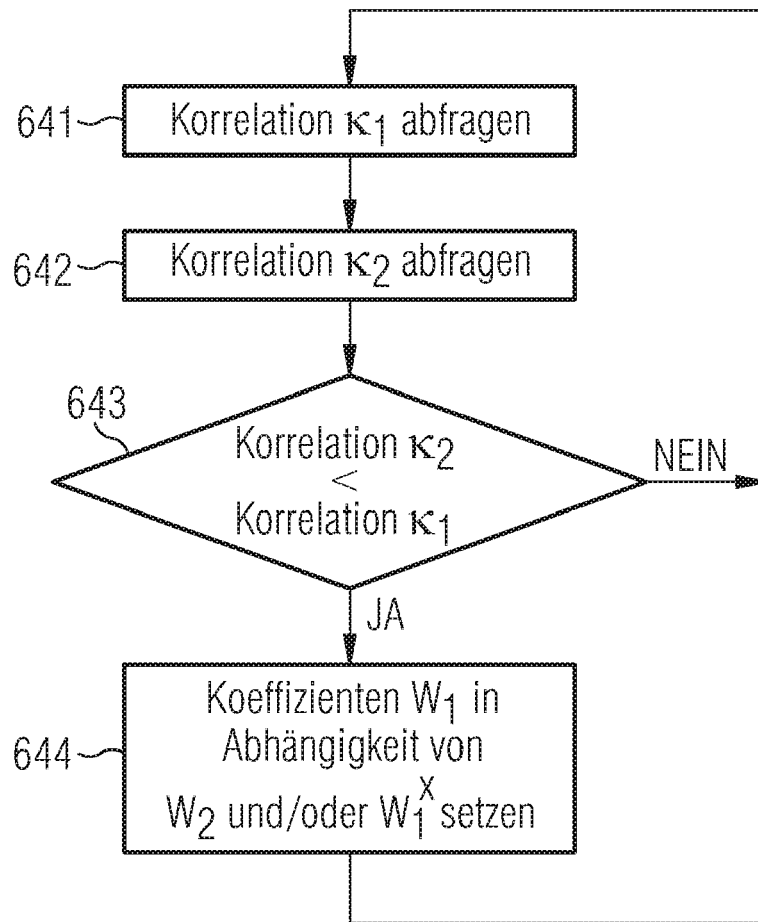


FIG 6D





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 08 10 4471

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	EP 1 748 427 A (KOBE STEEL LTD [JP]) 31. Januar 2007 (2007-01-31) * Absätze [0003] - [0009], [0040] - [0056]; Abbildungen 1,5 *		INV. H04R25/00
A	EP 1 748 588 A (KOBE STEEL LTD [JP]) 31. Januar 2007 (2007-01-31) * Absätze [0035] - [0059]; Abbildung 1 *	1-28	
A	EP 1 113 588 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP [JP]) 4. Juli 2001 (2001-07-04) * Absätze [0051] - [0053]; Abbildung 1 *	1,15	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H04R G10L
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>München</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>3. November 2008</b>	Prüfer <b>Borowski, Michael</b>
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	

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 08 10 4471

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

03-11-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1748427 A	31-01-2007	JP 2007033825 A	08-02-2007
		US 2007025556 A1	01-02-2007
-----			
EP 1748588 A	31-01-2007	JP 2007034184 A	08-02-2007
		US 2007025564 A1	01-02-2007
-----			
EP 1113588 A	04-07-2001	CN 1299192 A	13-06-2001
		DE 60010030 D1	27-05-2004
		DE 60010030 T2	28-04-2005
		JP 3566158 B2	15-09-2004
		JP 2001168775 A	22-06-2001
		US 6678376 B1	13-01-2004
-----			

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**

- DE 10029388 A1 [0009]
- EP 1655998 A2 [0010]
- WO 0025489 A1 [0011]