

(19)



Europäisches  
Patentamt  
European  
Patent Office  
Office européen  
des brevets



(11)

EP 3 490 273 A1

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
29.05.2019 Patentblatt 2019/22

(51) Int Cl.:  
**H04R 25/02** (2006.01)      **H04R 25/00** (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 18248116.8

(22) Anmeldetag: 26.03.2014

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

(30) Priorität: 19.04.2013 DE 102013207149

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en)  
nach Art. 76 EPÜ:  
**14161630.0 / 2 840 809**

(71) Anmelder: **Sivantos Pte. Ltd.**  
**Singapore 539775 (SG)**

(72) Erfinder:  
• **KAMKAR-PARSI, Homayoun**  
**91058 Erlangen (DE)**

• **FISCHER, Eghart**  
91126 Schwabach (DE)  
• **AUBREVILLE, Marc**  
90443 Nürnberg (DE)

(74) Vertreter: **FDST Patentanwälte**  
**Nordostpark 16**  
**90411 Nürnberg (DE)**

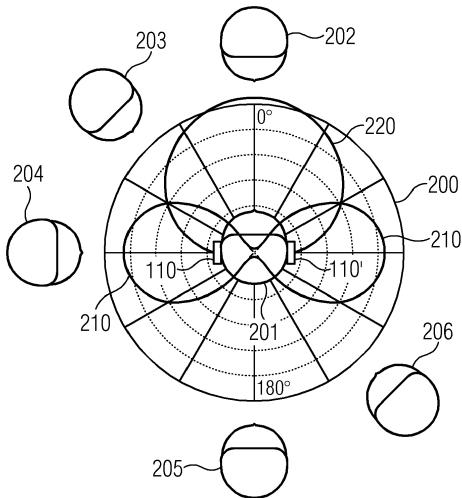
### Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 28-12-2018 als  
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten  
Anmeldung eingereicht worden.

## (54) STEUERUNG DER EFFEKTSTÄRKE EINES BINAURALEN DIREKTIONALEN MIKROFONS

(57) Die Erfindung betrifft ein Hörhilfesystem mit mindestens zwei Hörhilfegeräten zur Anordnung an beiden Seiten eines Kopfes eines Trägers sowie ein Verfahren zum Betrieb desselben. Die Hörhilfegeräte weisen einen Wandler zur Aufnahme eines akustischen Signals und Wandlung in ein jeweils erstes Audiosignal auf. Das Hörhilfesystem weist weiterhin eine Signalverarbeitungsvorrichtung zur Verarbeitung von Audiosignalen und eine Signalverbindung zur Übertragung eines ersten Audiosignals von jedem Hörhilfegerät zu der Signalverarbeitungseinrichtung auf. Die Signalverarbeitungsvorrichtung bewertet einen Signalanteil aus einer Vorzugsrichtung in Bezug auf den Kopf des Trägers in den ersten Audiosignalen, wobei die Signalverarbeitungsvorrichtung mit den ersten Audiosignalen ein erstes binaurales direktionales Mikrofonsignal erzeugt, und stellt dessen Richtcharakteristik in Abhängigkeit von der Bewertung ein.

FIG 2



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Hörhilfesystems sowie ein Hörhilfesystem mit wenigstens zwei Hörhilfegeräten, zwischen denen ein Signalpfad vorgesehen ist, und mit wenigstens einer Signalverarbeitungseinheit, die zur Verarbeitung von Audiosignalen vorgesehen ist.

**[0002]** In vielen Fällen betrifft eine Schwerhörigkeit beide Ohren, der Hörgeschädigte sollte beidohrig (binaural) mit Hörgeräten versorgt werden. Moderne Hörgeräte verfügen dabei über Signalverarbeitungsalgorithmen, die abhängig von der Hörsituation die Parameter der Hörgeräte automatisch variieren. Bei der binauralen Versorgung wird dabei die Hörsituation an beiden Ohren bewertet.

**[0003]** Lärm und Störgeräusche sind im täglichen Leben allgegenwärtig und erschweren die Sprachkommunikation, insbesondere wenn eine Beeinträchtigung des natürlichen Hörvermögens vorliegt. Daher sind Techniken wünschenswert, die zwar Lärm und Störgeräusche unterdrücken, aber die erwünschten Geräusche und Töne, im Folgenden auch als Nutzsignale bezeichnet, möglichst wenig verändern. Eine mögliche Art der Unterdrückung von unerwünschten Störgeräuschen ist die räumliche Filterung. Wenn die Störgeräusche und die Nutzgeräusche aus unterschiedlichen Richtungen auf den Träger eines Hörhilfesystems einfallen, ist es möglich, durch eine unterschiedliche Empfindlichkeit des Hörhilfesystems in verschiedene Richtung in Relation zu dem Hörhilfesystem und dessen Träger unerwünschte Geräusche zu unterdrücken. Bei binauralen Hörhilfesystemen bietet es sich insbesondere an, die Signale der beiden Hörhilfegeräte des Hörhilfesystems zu kombinieren, um eine Richtwirkung zu erzielen.

**[0004]** Ist jedoch keine Quelle eines Nutzsignals in einer bestimmten Vorzugsrichtung lokalisiert, sondern sind diese, wie beispielsweise in einer Gesprächsrunde, um den Träger verteilt, so kann die Richtwirkung auch unerwünschter Weise Nutzsignale unterdrücken.

**[0005]** In der Vergangenheit war es deshalb beispielsweise üblich, dass der Träger manuell zwischen verschiedenen Betriebsmodi umschaltet, die entweder eine Richtcharakteristik aufweisen oder eine omnidirektionale Empfindlichkeit.

**[0006]** Auch ist es bekannt, die Stärke der Richtcharakteristik anhand eines abgeschätzten Störgeräuschpegels zu steuern, was zu einem höheren Rechenaufwand führt und nicht unmittelbar mit dem Auftreten eines Nutzsignals in der Vorzugsrichtung korreliert. Ungünstige Einstellungen können daher in bestimmten Situationen auftreten.

**[0007]** Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgerätesystems sowie ein Hörgerätesystem zu schaffen, durch welche eine räumliche Störgeräuschunterdrückung besser und effektiver erfolgt.

**[0008]** Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren

mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Der das Hörhilfesystem betreffende Teil der Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des Anspruchs 11.

**[0009]** Das erfindungsgemäße Verfahren betrifft ein 5 Verfahren zum Betrieb eines Hörhilfesystems mit mindestens zwei Hörhilfegeräten zur anwendungsgemäßen Anordnung an beiden Seiten eines Kopfes eines Trägers. Die Hörhilfegeräte weisen einen Wandler zur Aufnahme eines akustischen Signals und Wandlung in ein jeweils 10 erstes Audiosignal auf. Weiterhin weist das Hörhilfesystem eine Signalverarbeitungsvorrichtung zur Verarbeitung von Audiosignalen sowie eine Signalverbindung zur Übertragung eines ersten Audiosignals von jedem Hörhilfegerät zu der Signalverarbeitungseinrichtung auf. Die 15 Signalverarbeitungsvorrichtung bewertet einen Signalanteil aus einer Vorzugsrichtung in Bezug auf den Kopf in den ersten Audiosignalen und erzeugt mit den ersten Audiosignalen ein erstes binaurales direktionales Mikrofonsignal und stellt dessen Richtcharakteristik in Abhängigkeit 20 von der Bewertung ein.

**[0010]** Indem das Hörhilfesystem Signalanteile aus 25 der Vorzugsrichtung bewertet, kann sicher festgestellt werden, ob in der Vorzugsrichtung auch wirklich eine Signalquelle vorhanden ist. Es wird dadurch auf vorteilhafte Weise vermieden, eine Richtcharakteristik zu aktivieren, wenn keine Signalquelle in der Vorzugsrichtung vorhanden ist.

**[0011]** Das erfindungsgemäße Hörhilfesystem zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens teilt 30 dessen Vorteile.

**[0012]** Vorteilhafte Weiterbildungen des Verfahrens und des Hörgerätesystems sind in den Unteransprüchen angegeben.

**[0013]** So wird in einer Ausführungsform durch eine 35 Vorverarbeitung der ersten Audiosignale die Vorzugsrichtung in eine Symmetrieebene der beiden Hörhilfegeräte abgebildet. Für die nachfolgenden Schritte ist durch diese Transformation die Vorzugsrichtung in Blickrichtung des Kopfes des Trägers ausgerichtet.

**[0014]** Auf vorteilhafte Weise können deshalb die 40 nachfolgenden Schritte auf die Vorzugsrichtung in Blickrichtung ausgelegt werden und müssen nicht einer jeweils sich ändernden Vorzugsrichtung angepasst werden. Insbesondere ist es so auch möglich, Symmetrieeigenschaften dieser Vorzugsrichtung zu nutzen.

**[0015]** In einer möglichen Ausführungsform ermittelt 45 die Signalverarbeitungseinrichtung ein Minimum des Pegels der ersten Audiosignale oder ein Minimum des Pegels der ersten vorverarbeiteten Audiosignale. Aus dem Minimum und einem zweiten Bezugssignal mit einer reduzierten Empfindlichkeit in der Vorzugsrichtung bildet die Signalverarbeitungseinrichtung zur Bewertung des Signalanteils dann einen Quotienten.

**[0016]** Die Bestimmung des Minimums der Pegel und 50 des Quotienten erlaubt auf eine einfache Weise, ein Maß für Geräusche aus einer Richtung ungleich der Vorzugsrichtung zu ermitteln und so in der Folge die Richtwirkung der Hörsituation anzupassen.

**[0017]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ermittelt die Signalverarbeitungseinrichtung zur Bewertung des Signalanteils aus einer Vorzugsrichtung einen Quotienten aus einem ersten Bezugssignal mit Richtcharakteristik in die Vorzugsrichtung und einem zweiten Bezugssignal mit einer reduzierten Empfindlichkeit in der Vorzugsrichtung.

**[0018]** Die Bildung eines Quotienten aus einem ersten Bezugssignal mit Richtcharakteristik in Vorzugsrichtung und einem zweiten Bezugssignal mit einer reduzierten Empfindlichkeit in der Vorzugsrichtung ermöglicht es in vorteilhafter Weise auch den Fall zu berücksichtigen, dass ein hoher Geräuschpegel aus allen Richtungen, auch aus der Vorzugsrichtung, einfällt. Da sowohl der Nenner als auch der Zähler gleichermaßen zunimmt, kann anhand des Quotienten die Situation erkannt werden und eine Erhöhung der Richtcharakteristik verhindern werden, die die Verständlichkeit nicht verbessern würde.

**[0019]** In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist das erste Bezugssignal eine gewichtete Summe der ersten Audiosignale beider Hörhilfegeräte.

**[0020]** Die Bildung einer gewichteten Summe der ersten Audiosignale der beiden Hörhilfegeräte ermöglicht mit geringem rechnerischem Aufwand die Bereitstellung eines Signals, dass beispielsweise eine Richtcharakteristik mit einem Maximum an Empfindlichkeit in Blickrichtung des Trägers der Hörhilfegeräte aufweist.

**[0021]** In einer möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens erfolgt eine Gewichtung der ersten Audiosignale adaptiv derart, dass eine Energie der gewichteten Summe minimiert wird.

**[0022]** Durch die adaptive Anpassung der Koeffizienten wird bereits der Anteil der Störgeräusche verringert, indem eine Kombination mit der geringsten Energie der Störgeräusche ausgewählt wird.

**[0023]** In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist das zweite Bezugssignal eine gewichtete Differenz der ersten Audiosignale beider Hörhilfegeräte.

**[0024]** Die Bildung einer gewichteten Differenz der ersten Audiosignale der beiden Hörhilfegeräte ermöglicht mit geringem rechnerischem Aufwand die Bereitstellung eines Signals, dass beispielsweise eine Richtcharakteristik mit einem Minimum an Empfindlichkeit in Blickrichtung des Trägers der Hörhilfegeräte aufweist.

**[0025]** In einer möglichen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist das zweite Bezugssignal ein Signal einer binauralen Acht, die ein Minimum in Richtung der Vorzugsrichtung aufweist. Eine binaurale Acht ist ein Signal, das aus der Differenz der Signale zweier beabstandeter omnidiirektionaler oder monauraler Richtmikrofone erzeugt wird.

**[0026]** Das Signal einer binauralen Acht ist besonders leicht zu erzeugen und zeigt auf vorteilhafte Weise ein ausgeprägtes Minimum der Empfindlichkeit in einer Ebene, die mittig zwischen den Hörhilfegeräten und parallel

zur Blickrichtung ausgerichtet ist. Dies ist besonders von Vorteil, wenn die Vorzugsrichtung in dieser Ebene liegt.

**[0027]** In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens erhöht die Signalverarbeitungsvorrichtung die Richtcharakteristik des binauralen direktonalen Mikrofons mit einem steigenden Wert des Quotienten.

**[0028]** Ein steigender Wert des Quotienten zeigt an, dass in der Vorzugsrichtung ein Signal vorliegt, das gegenüber den Umgebungsgeräuschen herausgehoben ist. Eine Erhöhung der Richtcharakteristik betont dann auf vorteilhafte Weise dieses Signal gegenüber den Umgebungsgeräuschen, die gleichzeitig durch die stärkere Richtcharakteristik gedämpft werden.

**[0029]** In einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens bestimmt die Signalverarbeitungseinrichtung zur Bewertung des Signalanteils eine Kreuzkorrelation der ersten Audiosignale beider Hörhilfegeräte.

**[0030]** Mittels der Kreuzkorrelation kann ermittelt werden, in welchem Grade die beiden Signale ähnlich zueinander sind und daher aus einer gemeinsamen Quelle stammen. Ist die Kreuzkorrelation besonders hoch, so sind die beiden Signale fast identisch und können daher einer Quelle mit gleichem Abstand von beiden Mikrofonen zugordnet werden, welche bei einer Vorzugsrichtung in Blickrichtung des Trägers vorteilhafterweise in dieser Vorzugsrichtung liegen.

**[0031]** In einer möglichen Ausführungsform erhöht die Signalverarbeitungsvorrichtung die Richtcharakteristik des binauralen direktonalen Mikrofons mit zunehmender Kreuzkorrelation.

**[0032]** Ein steigender Wert der Kreuzkorrelation zeigt an, dass in der Vorzugsrichtung eine Signalquelle vorliegt. Eine Erhöhung der Richtcharakteristik betont dann auf vorteilhafte Weise diese Signalquelle gegenüber den Umgebungsgeräuschen, die gleichzeitig durch die stärkere Richtcharakteristik gedämpft werden.

**[0033]** In einer Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es auch denkbar, dass die Bewertung der Signalanteile aus der Vorzugsrichtung in den ersten Audiosignalen für mindestens zwei verschiedene Frequenzbereiche einzeln erfolgt und die Richtcharakteristik des ersten binauralen direktonalen Mikrofonsignals für jeden Frequenzbereich einzeln in Abhängigkeit von der Bewertung eingestellt wird.

**[0034]** Eine unterschiedliche Bewertung und Richtcharakteristik für unterschiedliche Frequenzbereiche ermöglicht es vorteilhafter Weise, unterschiedliche Ausbreitungsbedingungen für verschiedene Frequenzen zu berücksichtigen oder auch unterschiedliche Signalquellen in verschiedenen Frequenzbereichen unterschiedlich zu behandeln.

**[0035]** Die oben beschriebenen Eigenschaften, Merkmale und Vorteile dieser Erfindung sowie die Art und Weise, wie diese erreicht werden, werden klarer und deutlicher verständlich im Zusammenhang mit der folgenden Beschreibung der Ausführungsbeispiele, die im Zusammenhang mit den Zeichnungen näher erläutert werden.

**[0036]** Es zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung eines erfindungsgemäßen Hörhilfesystems;
- Fig. 2 eine Anordnung von Hörhilfesystem und Signalquellen;
- Fig. 3 ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens und
- Fig. 4 eine schematische Darstellung von Funktionsblöcken einer Quotientenbildung in einer Ausführungsform des binauralen Hörhilfesystems.

**[0037]** Fig. 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines erfindungsgemäßen Hörhilfesystems 100. Das Hörhilfesystem 100 weist zwei Hörhilfegeräte 110, 110' auf. In ein Hörgerätegehäuse 1, 1' zum Tragen hinter dem Ohr sind ein oder mehrere Mikrofone 2, 2' zur Aufnahme des Schalls bzw. akustischer Signale aus der Umgebung eingebaut. Die Mikrofone 2, 2' sind Wandler 2, 2' zur Umwandlung des Schalls in erste Audiosignale. Die ersten akustischen Signale sind beispielsweise analoge oder digitale elektrische Signale. Eine Signalverarbeitungseinheit 3, 3', die ebenfalls in das Hörgerätegehäuse 1, 1' integriert ist, verarbeitet die ersten Audiosignale. Das Ausgangssignal der Signalverarbeitungseinheit 3, 3' wird an einen Lautsprecher bzw. Hörer 4, 4' übertragen, der ein akustisches Signal ausgibt. Der Schall wird gegebenenfalls über einen Schallschlauch, der mit einer Otoplastik im Gehörgang fixiert ist, zum Trommelfell des Geräteträgers übertragen. Die Energieversorgung des Hörgeräts und insbesondere die der Signalverarbeitungseinheit 3, 3' erfolgt durch eine ebenfalls ins Hörgerätegehäuse 1, 1' integrierte Batterie 5, 5'.

**[0038]** Weiterhin weist das Hörhilfesystem 100 eine Signalverbindung 6 auf, die ausgelegt ist, ein erstes akustisches Signal von der Signalverarbeitungseinrichtung 3 zu der Signalverarbeitungseinrichtung 3' zu übertragen. Dabei ist es in der bevorzugten Ausführungsform vorgesehen, dass auch Signalverarbeitungseinrichtung 3' ein erstes akustisches Signal zu der Signalverarbeitungseinrichtung 3 in Gegenrichtung überträgt. Weiterhin ist es denkbar, dass die Signale mehrerer oder aller Mikrofone 2, 2' jeweils zu dem anderen Hörhilfegerät 110, 110' zu übertragen.

**[0039]** Als Signalverbindung 6 sind drahtgebundene, optische oder auch drahtlose Verbindungen wie z.B. Bluetooth denkbar.

**[0040]** Neben den dargestellten HDO- (Hinter-dem-Ohr-) Hörhilfegeräten ist das erfindungsgemäße Verfahren auch in anderen Hörhilfegeräten wie zum Beispiel einem IDO- (In-dem-Ohr-) Hörhilfegerät anwendbar.

**[0041]** Fig. 2 zeigt eine schematische Anordnung von einem erfindungsgemäßen Hörhilfesystem, seinem Träger und den Signalquellen in einer Aufsicht von oben an.

**[0042]** Der Träger 201 der Hörhilfegeräte 110, 110' ist

in der Mitte eines Polarkoordinatensystems 200 angeordnet. Der Träger 201 trägt die Hörhilfegeräte 110, 110' anwendungsgemäß, beispielsweise bei HDO-Hörhilfegeräte hinter dem jeweiligen Ohr oder bei IDO-Hörhilfegeräte in dem jeweiligen Gehörgang. Die Blickrichtung des Trägers 201 ist nach vorne, was im Polardiaagramm in Richtung 0 Grad entspricht. In dem folgenden Beispiel ist die Vorzugsrichtung parallel zur Blickrichtung angenommen. Es ist aber auch denkbar, dass die Vorzugsrichtung in einem Winkel zur Blickrichtung angeordnet ist. Es wäre auch denkbar, dass die Vorzugsrichtung durch ein adaptives Verfahren jeweils vorab ermittelt wird und die ersten Audiosignale derart vorverarbeitet werden, dass die Vorzugsrichtung auf die Richtung 0 Grad abgebildet bzw. transformiert wird. Eine Vorverarbeitung könnte beispielsweise durch eine Anpassung der Amplitude und Phase der ersten Audiosignale erfolgen. Nachfolgende Verarbeitungsschritte können dann die vorverarbeiteten ersten Audiosignale so verarbeiten, als wäre deren Ursprung in der 0 Grad Richtung gelegen. Dabei können beispielsweise Symmetrieeigenschaften oder Kopfabschattungen von Audiosignalen mit diesem Ursprung genutzt werden.

**[0043]** In der Vorzugsrichtung befindet sich ein Sprecher 202, der im Folgenden als die Quelle eines Nutzsignals in Vorzugsrichtung angenommen wird. In anderen Winkeln zu dem Träger 201 sind weitere Personen 203, 204, 205 und 206 angeordnet. Es ist weiterhin eine binaurale Acht 210 eingezeichnet, die eine Richtcharakteristik eines Differenzsignals der ersten Audiosignale der beiden Wandler der beiden Hörhilfegeräte des binauralen Hörhilfesystems angibt. Weiterhin ist eine direktionale Richtcharakteristik 220 angegeben, die sich beispielsweise durch eine gewichtete Summenbildung der ersten Audiosignale der beiden Wandler der beiden Hörhilfegeräte des binauralen Hörhilfesystems ergibt. Die Richtcharakteristik 220 weist ein Maximum der Empfindlichkeit in der Vorzugsrichtung 0 Grad auf.

**[0044]** Fig. 3 zeigt ein schematisches Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens in der Signalverarbeitungseinrichtung 3, 3'.

**[0045]** In Schritt S10 bildet die Signalverarbeitungseinrichtung 3 ein Summensignal der ersten Audiosignale der Wandler 2, 2'. Das Summensignal zeigt ein Maximum der Empfindlichkeit in der Vorzugsrichtung, in der auch Sprecher 202 angeordnet ist. Die Richtcharakteristik kann beispielsweise der Richtcharakteristik 220 in Fig. 2 gleichen. In der einfachsten Form werden die ersten Audiosignale unmittelbar addiert. Es ist aber auch denkbar, dass die ersten Audiosignale zunächst in ihrer Amplitude und Phase korrigiert werden, um beispielsweise eine andere Vorzugsrichtung zu wählen oder Toleranzen zwischen den Wählern 2, 2' auszugleichen. Es ist dabei möglich, dass die Korrektur im Sinne eines adaptiven Filters erfolgt. Dies könnte beispielsweise ein Wiener Filter sein. Die Koeffizienten können so gewählt werden, dass der Energiegehalt des Summensignals minimal ist, sodass nicht aus der Vorzugsrichtung stammende akus-

tische Signale bereits gedämpft werden. Hiermit wäre es auch möglich, Kopfschatteneffekte gezielt zu nutzen um ein Signal mit größtmöglichen Anteil aus der Vorzugsrichtung zu erreichen.

**[0046]** Weiterhin ist es auch denkbar, dass nicht nur zwei, sondern die Signale mehrerer Mikrofone kombiniert werden. So kann beispielsweise jedes Hörhilfegerät ein monaurales direktionales Mikrofon aufweisen, dass aus je zwei omnididirektionalen Mikrofonen kombiniert ist. Die Signalverarbeitungseinrichtung 3, 3' kann dann diese ersten Audiosignale zu Audiosignalen mit Richtwirkung höherer Ordnung kombinieren.

**[0047]** In Schritt S20 bildet die Signalverarbeitungseinrichtung 3, 3' ein Differenzsignal der ersten Audiosignale der Wandler 2, 2'. Eine mögliche Richtcharakteristik 210 des Differenzsignals ist in Form einer binauralen Acht in Fig. 2 dargestellt. Das Differenzsignal zeigt ein Minimum der Empfindlichkeit in der Vorzugsrichtung des Sprechers 202. Andererseits weist die Richtcharakteristik 210 in Richtungen ungleich der Vorzugsrichtung eine erhöhte Empfindlichkeit auf, sodass akustische Signale der Sprecher 203, 204, 205 oder 206 relativ zu akustischen Signalen des Sprechers 202 zu stärkeren ersten akustischen Signalen führen. Wie bereits zu S10 angegeben, kann das Differenzsignal auch aus einer Mehrzahl von ersten Audiosignalen gebildet werden, um Richtcharakteristiken höherer Ordnung zu realisieren.

**[0048]** In Schritt S30 bildet die Signalverarbeitungseinrichtung 3, 3' einen Quotienten aus dem Summensignal und dem Differenzsignal. In der folgenden Diskussion wird der Einfachheit halber davon ausgegangen, dass die Wandler 2, 2' erste Audiosignale mit Pegelwert 1 für den Sprecher 202 liefern und die Faktoren bei der Summation und der Differenzbildung jeweils gleich 1 sind, d. h. die Signale normiert sind. Für andere Voraussetzungen sind die diskutierten Werte entsprechend zu skalieren, wodurch jedoch der Erfindungsgedanke nicht verändert wird und diese Ausführungsformen unter den Schutz der Erfindung fallen.

**[0049]** Für einen Sprecher 202 als Signalquelle nimmt der Quotient einen Wert wesentlich größer als 1 an, denn wegen des Minimums der Richtcharakteristik 210 in der Vorzugsrichtung ist das Differenzsignal klein und geht im theoretischen Extremfall sogar gegen Null. Gleichzeitig ist das Summensignal maximal, für normierte Empfindlichkeit wäre dies ein Wert 2. Der Quotient steigt entsprechend zu großen positiven Werten an.

**[0050]** Für einen Sprecher 203 als Signalquelle geht der Signalwert des Differenzsignals gegen einen Wert, der dem des Summensignals gleicht, da sich die beiden Richtcharakteristiken 201, 220 in Richtung des Sprechers 203 schneiden. Der Quotient selbst geht gegen den Wert 1.

**[0051]** Für einen Sprecher 204 als Signalquelle geht der Signalwert des Differenzsignals gegen ein Maximum, während das Summensignal gegen einen Wert kleiner als 1 und größer als 0 in Richtung 0 geht. Der Quotient selbst geht ebenfalls gegen einen Wert kleiner als 1 und

größer als 0 in Richtung 0. Vergleichbares gilt für Sprecher 206. Typische Werte für den Quotienten liegen dann zwischen 0,5 und 0,25.

**[0052]** In einem Schritt S40 erhöht die Signalverarbeitungseinrichtung 3, 3' erfindungsgemäß die Richtcharakteristik des binauralen direktionalen Mikrofonsignals, wenn der Quotient steigt bzw. einen vorbestimmten Wert überschreitet. Dieser Wert kann bezogen auf ein Normiertes Audiosignal beispielsweise 0, 5 oder 1 sein. Für 5 Signalquellen in der Vorzugsrichtung, in der sich beispielsweise der Sprecher 202 befindet, weist das binaurale direktionale Mikrofonsignal dann einen größeren Signalpegel auf, während beispielsweise für Signalquellen wie Sprecher 203, 204, 205 oder 206 in anderen Richtungen 10 in einem Winkel zur Vorzugsrichtung das Signal einen geringeren Signalpegel aufweist. Eine Anhebung der Richtcharakteristik kann in einer Ausführungsform erfolgen, indem das binaurale direktionale Mikrofonsignal 15 durch eine gewichtete Überlagerung des Summensignals und eines omnididirektionalen Mikrofonsignals gewonnen wird, wobei zur Erhöhung der Richtcharakteristik das Summensignal gegenüber dem omnididirektionalen Signal stärker gewichtet wird. Es sind aber auch andere Kombinationen von binauralen direktionalen Mikrofonen 20 höherer Ordnung mit einem omnididirektionalen Mikrofonsignal denkbar.

**[0053]** Umgekehrt senkt die erfindungsgemäße Signalverarbeitungseinrichtung 3, 3' in Schritt S40 die Richtcharakteristik des binauralen direktionalen Mikrofonsignals, wenn der Quotient sinkt. Dies ist, wie bereits 25 dargestellt, beispielsweise für Sprecher 204 der Fall. Bei einem Senken der Richtcharakteristik steigt die Empfindlichkeit des binauralen direktionalen Mikrofons für Richtungen unter einem Winkel zur Vorzugsrichtung, während sie in der Vorzugsrichtung abnimmt. Für die beispielweise in Bezug auf Sprecher 204 zu Schritt S30 diskutierten kleinen Werte des Quotienten hat das binaurale direktionale Mikrofon keine Richtcharakteristik mehr, weist also eine omnididirektionale Richtcharakteristik 30 auf. Damit ist für Signalquellen in der Vorzugsrichtung, in der sich beispielsweise der Sprecher 202 befindet, der Signalpegel des binauralen direktionalen Mikrofons gleich dem für Signalquellen wie Sprecher 203, 204, 205 oder 206 in anderen Richtungen in einem Winkel zur Vorzugsrichtung.

**[0054]** In einer alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird in Schritt S10 anstelle der Summe das Minimum aus den ersten Audiosignalen bzw. den ersten vorverarbeiteten Audiosignalen bestimmt. In Schritt S30 wird dann entsprechend der Quotient aus dem bestimmten Minimum und der Differenz der ersten Audiosignale bzw. der ersten vorverarbeiteten Audiosignale gebildet. Im Übrigen entspricht das alternative Verfahren dem bereits dargestellten Verfahren.

**[0055]** In einer weiteren alternativen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens ermittelt die Signalverarbeitungseinrichtung 3, 3' in Schritt S10' anstelle des Quotienten einen Wert für die Kreuzkorrelation der ersten

Audiosignale. Ist der Ursprung eines Audiosignals in der Symmetrieebene zwischen den beiden Hörhilfegeräten 110, 110', so sind die ersten Audiosignale im Idealfall identisch und weisen einen hohen Wert für die Kreuzkorrelation auf. Für Werte außerhalb nimmt entsprechend die Kreuzkorrelation ab. Gleches gilt, wenn die ersten Audiosignale aus einer Vielzahl von unabhängigen räumlich verteilten Quellen entstammen.

**[0056]** In einem Schritt S40' der weiteren alternativen Ausführungsform des Verfahrens erhöht die Signalverarbeitungseinrichtung 3, 3' entsprechend zu S40 die Richtcharakteristik des binauralen direktonalen Mikrofonsignals, wenn der Wert der Kreuzkorrelation steigt bzw. einen Wert größer null annimmt und senkt die die Richtcharakteristik des binauralen direktonalen Mikrofonsignals, wenn der Wert für die Kreuzkorrelation sinkt.

**[0057]** Die Schritte der Quotientenbildung S20 und S30 entfallen sinngemäß in der alternativen Ausführungsform des Verfahrens.

**[0058]** Es ist in den erfindungsgemäßen Verfahren auch denkbar, dass die Vorzugsrichtung nicht in der Symmetrieebene zwischen den Hörhilfegeräten liegt. So kann beispielsweise durch unterschiedliche Wandler 2, 2' oder durch unterschiedliche Vorverarbeitung der Signale ersten Audiosignale vor einer Summen- oder Differenzbildung die Vorzugsrichtung in eine andere Richtung außerhalb der Symmetrieebene der beiden Hörhilfegeräte 110, 110' gerichtet werden. Gleches gilt, wenn erfindungsgemäß anstelle der Summe der ersten Audiosignale das Minimum von dem ersten vorverarbeiteten Audiosignal und dem zweiten vorverarbeiteten Audiosignal in den Quotienten als Zähler eingeht. Die Vorverarbeitung der ersten Audiosignale kann permanent oder auch adaptiv anhand eines Verfahrens erfolgen, dass eine Raumrichtung einer Schallquelle ermittelt und geeignete Amplituden- und Phasenkorrekturen bestimmt, um die Raumrichtung in die Symmetrieebene zwischen den Hörhilfegeräten in die Blickrichtung des Trägers abzubilden. Entsprechend kann bei der Ausführung eines erfindungsgemäßen Verfahrens der Sprecher 202 in Fig. 2 auch in einer anderen als der angezeigten Vorzugsrichtung 0 Grad in Bezug zu dem Träger 201 angeordnet sein.

**[0059]** Fig. 4 zeigt schematisch die Funktionsblöcke zur Erzeugung eines Quotienten gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren.

**[0060]** Die Wandler 2, 2' liefern ein Signal, dass dem am linken und rechten Hörhilfegerät 110, 110'eintreffenden Schall entspricht. Die ersten akustischen Signale der Wandler werden in Addierer 301 addiert bzw. in Addierer 302 subtrahiert, nachdem der Inverter 303 das erste akustische Signal des Wandlers 2 invertiert hat. Zur Bestimmung eines Pegels werden die Summen- und Differenzsignale zunächst in Gleichrichter 305, 306 in Beträge umgewandelt bzw. gleichgerichtet und in den Tiefpässen 307, 308 gemittelt, bevor in dem Dividierer 309 der Quotient gebildet wird.

**[0061]** Die in Fig. 4 dargestellten Funktionen lassen

sich erfindungsgemäß durch analoge Bausteine, digitale diskrete oder integrierten Einheiten wie beispielsweise ASICS oder FPGA oder auch als Software in einem Digitalen Signalprozessor Prozessor oder einem allgemeinen Prozessor abbilden.

**[0062]** Obwohl die Erfindung im Detail durch das bevorzugte Ausführungsbeispiel näher illustriert und beschrieben wurde, so ist die Erfindung nicht durch die offbarten Beispiele eingeschränkt und andere Variationen können vom Fachmann hieraus abgeleitet werden, ohne den Schutzmfang der Erfindung zu verlassen.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Hörhilfesystems (100) mit mindestens zwei Hörhilfegeräten (110, 110') zur Anordnung an beiden Seiten eines Kopfes eines Trägers (201), wobei die Hörhilfegeräte (110, 110') einen Wandler (2, 2') zur Aufnahme eines akustischen Signals und Wandlung in ein jeweils erstes Audiosignal aufweisen, wobei das Hörhilfesystem (100) eine Signalverarbeitungsvorrichtung (3, 3') zur Verarbeitung von Audiosignalen und eine Signalverbindung zur Übertragung eines ersten Audiosignals von jedem Hörhilfegerät zu der Signalverarbeitungseinrichtung (3, 3') aufweist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Signalverarbeitungsvorrichtung (3, 3') einen Signalanteil aus einer Vorzugsrichtung in Bezug auf den Kopf des Trägers (201) in den ersten Audiosignalen bewertet und die Signalverarbeitungsvorrichtung (3, 3') mit den ersten Audiosignalen ein erstes binaurales direktionales Mikrofonsignal erzeugt und dessen Richtcharakteristik (220) in Abhängigkeit von der Bewertung einstellt,  
wobei die Signalverarbeitungseinrichtung (3, 3') zur Bewertung des Signalanteils eine Kreuzkorrelation der ersten Audiosignale oder der durch eine Abbildung der Vorzugsrichtung in eine Symmetrieebene der beiden Hörhilfegeräte (110, 110') vorverarbeiteten ersten Audiosignale beider Hörhilfegeräte bestimmt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Signalverarbeitungsvorrichtung (3, 3') die Richtcharakteristik (220) des binauralen direktonalen Mikrofons mit zunehmender Kreuzkorrelation erhöht.
3. Verfahren nach einem der vorangehenden Schritte, wobei die Bewertung der Signalanteile aus der Vorzugsrichtung in den ersten Audiosignalen für mindestens zwei verschiedene Frequenzbereiche einzeln erfolgt und die Richtcharakteristik (220) des ersten binauralen direktonalen Mikrofonsignals für jeden Frequenzbereich einzeln in Abhängigkeit von der Bewertung eingestellt wird.

4. Hörhilfesystems mit mindestens zwei Hörhilfegeräten (110, 110') zur anwendungsgemäßen Anordnung an beiden Seiten eines Kopfes eines Trägers (201), wobei die Hörhilfegeräte (110, 110') einen Wandler (2, 2') zur Aufnahme eines akustischen Signals und Wandlung in ein jeweils erstes Audiosignal aufweisen, wobei das Hörhilfesystem (100) eine Signalverarbeitungsvorrichtung (3, 3') zur Verarbeitung von Audiosignalen und eine Signalverbindung zur Übertragung eines ersten Audiosignals von jedem Hörhilfegerät (110, 110') zu der Signalverarbeitungseinrichtung (3, 3') aufweist,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Signalverarbeitungsvorrichtung (3, 3') ausgelegt ist, einen Signalanteil aus einer Vorzugsrichtung in Bezug auf den Kopf in den ersten Audiosignalen zu bewerten und die Signalverarbeitungsvorrichtung (3, 3') ausgelegt ist, mit den ersten Audiosignalen ein erstes binaurales direktionales Mikrofonsignal zu erzeugen und dessen Richtcharakteristik (220) in Abhängigkeit von der Bewertung einzustellen,  
wobei die Signalverarbeitungseinrichtung (3, 3') dazu ausgelegt ist, zur Bewertung des Signalanteils eine Kreuzkorrelation der ersten Audiosignale oder der durch eine Abbildung der Vorzugsrichtung in eine Symmetrieebene der beiden Hörhilfegeräte (110, 110') vorverarbeiteten ersten Audiosignale beider Hörhilfegeräte zu bestimmen.
- 30
5. Hörhilfesystem nach Anspruch 4, wobei das Hörhilfesystem (100) dazu ausgelegt ist, das Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 3 auszuführen.

35

40

45

50

55

FIG 1

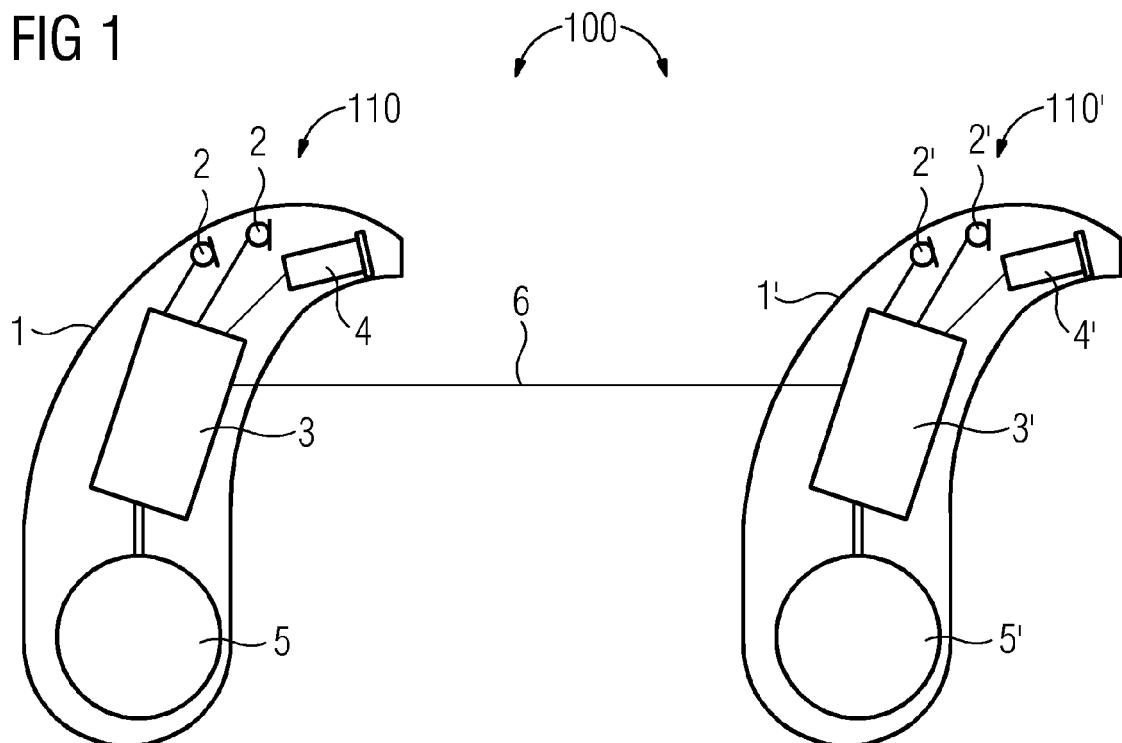


FIG 2

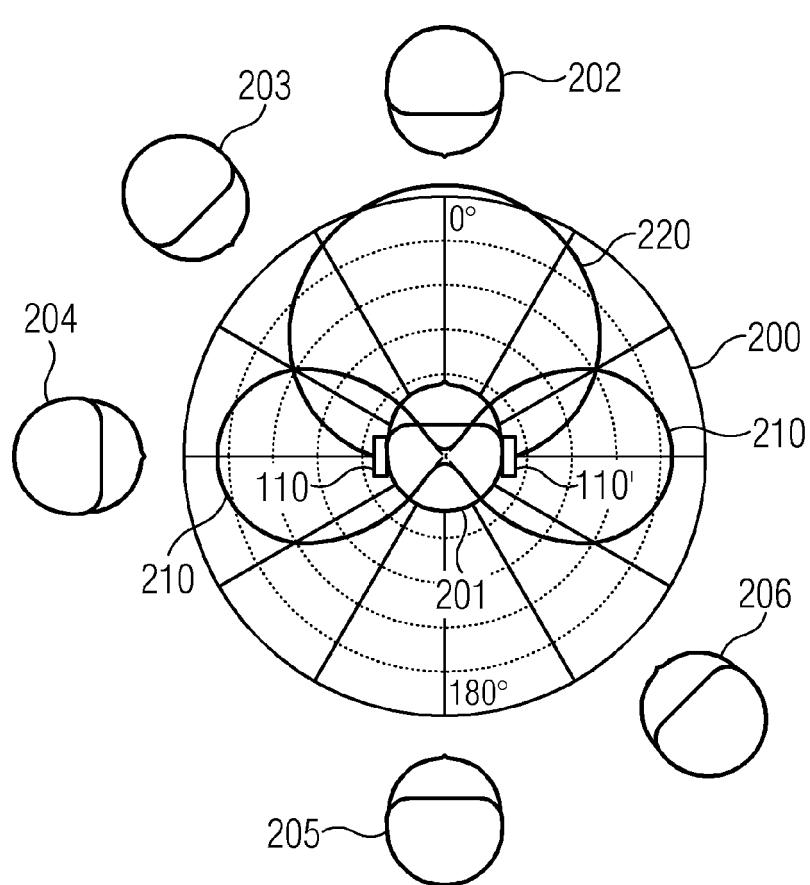


FIG 3

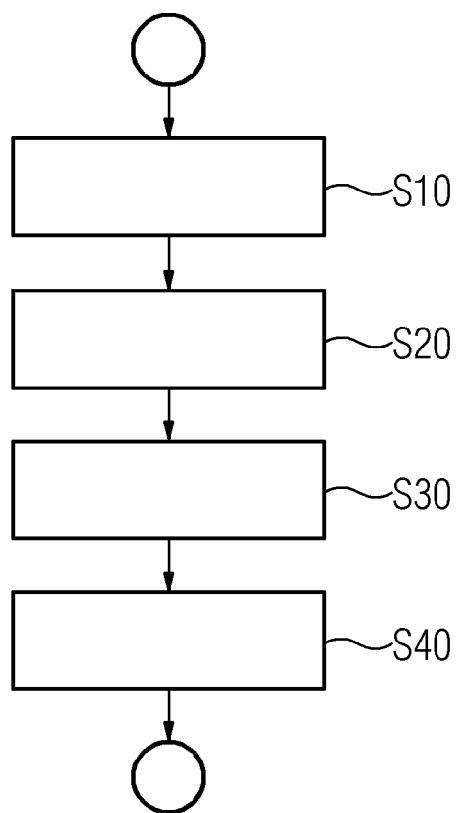
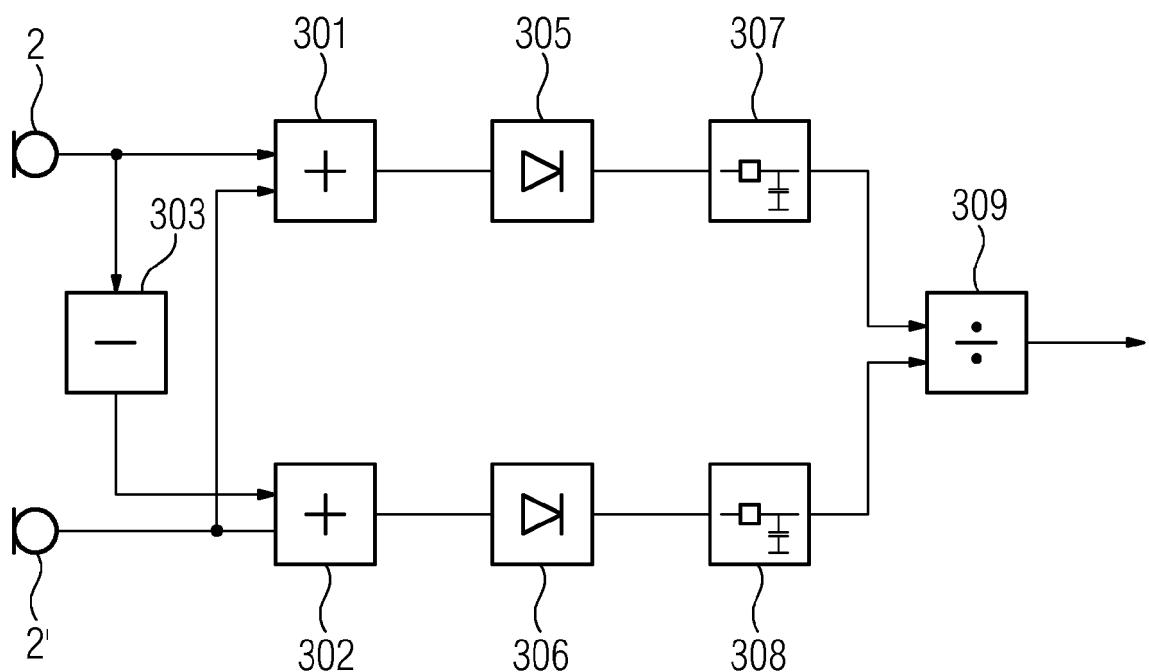


FIG 4





## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 18 24 8116

5

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrikt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
10	X WO 2009/072040 A1 (KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV [NL]; ROOVERS DAVID A C M [NL]; SRINIVA) 11. Juni 2009 (2009-06-11) * Seite 6, Zeile 29 - Seite 8, Zeile 34; Abbildungen 1, 2 *	1-5	INV. H04R25/02 ADD. H04R25/00
15	X EP 2 036 396 A1 (GN RESOUND AS [DK]) 18. März 2009 (2009-03-18) * Absätze [0033], [0034], [0042], [0044], [0045]; Abbildung 2 * * Absatz [0047] * * Absatz [0085] *	1-5	
20	X WO 2010/051606 A1 (HEAR IP PTY LTD [AU]; MEJIA JORGE PATRICIO [AU]; DILLON HARVEY ALBERT) 14. Mai 2010 (2010-05-14) * Seite 4, Zeile 13 - Zeile 28; Ansprüche 1, 5 * * Seite 5, Zeile 31 - Seite 6, Zeile 5; Abbildungen 1, 5 * * Seite 3, Spalte 9 *	1-5	
25	X EP 2 360 943 A1 (GN RESOUND AS [DK]) 24. August 2011 (2011-08-24) * Absätze [0054], [0054], [0055], [0062]; Abbildungen 2, 5 * * Absatz [0012] *	1-5	RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)
30	X		H04R
35			
40			
45			
50	1 Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
55	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 15. März 2019	Prüfer Betgen, Benjamin
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument ..... & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

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

EP 18 24 8116

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

15-03-2019

10	Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
	WO 2009072040 A1	11-06-2009	KEINE		
15	EP 2036396 A1	18-03-2009	AT 450987 T	15-12-2009	
			DK 2036396 T3	19-04-2010	
			EP 2036396 A1	18-03-2009	
			JP 5249207 B2	31-07-2013	
			JP 2009542057 A	26-11-2009	
20			US 2011103626 A1	05-05-2011	
			WO 2007147418 A1	27-12-2007	
25	WO 2010051606 A1	14-05-2010	AU 2009311276 A1	14-05-2010	
			CN 102204281 A	28-09-2011	
			DK 2347603 T3	01-02-2016	
			EP 2347603 A1	27-07-2011	
			JP 5617133 B2	05-11-2014	
			JP 2013512588 A	11-04-2013	
			US 2011293108 A1	01-12-2011	
			WO 2010051606 A1	14-05-2010	
30	EP 2360943 A1	24-08-2011	CN 102111706 A	29-06-2011	
			DK 2360943 T3	01-07-2013	
			DK 2629551 T3	02-03-2015	
			EP 2360943 A1	24-08-2011	
			EP 2629551 A1	21-08-2013	
35			JP 5751828 B2	22-07-2015	
			JP 5903512 B2	13-04-2016	
			JP 2011139462 A	14-07-2011	
			JP 2015156699 A	27-08-2015	
			US 2012008807 A1	12-01-2012	
40			US 2013336507 A1	19-12-2013	
45					
50					
55					

EPO FORM P0461

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