



(11)

EP 3 567 874 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
01.06.2022 Patentblatt 2022/22

(21) Anmeldenummer: **19167648.5**

(22) Anmeldetag: **05.04.2019**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H04R 25/00 (2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H04R 25/356; H04R 25/407

(54) VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES HÖRGERÄTS SOWIE HÖRGERÄT

HEARING DEVICE AND METHOD FOR OPERATING A HEARING DEVICE

PROCÉDÉ DE FONCTIONNEMENT D'UN APPAREIL AUDITIF AINSI QU'APPAREIL AUDITIF

(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: **11.05.2018 DE 102018207346**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.11.2019 Patentblatt 2019/46

(73) Patentinhaber: **Sivantos Pte. Ltd.
Singapore 539775 (SG)**

(72) Erfinder:

- BEST, Sebastian
91054 Erlangen (DE)**

- PILGRIM, Thomas
91054 Erlangen (DE)**
- LÜKEN, Christoph
91083 Baiersdorf (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A1- 2 544 462 EP-A1- 2 544 463
WO-A1-00/19770 US-A1- 2005 175 204**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingereicht, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts sowie ein entsprechendes Hörgerät.

[0002] Ein Hörgerät weist ist einer allgemeinsten Ausgestaltung ein Mikrofon, eine Signalverarbeitung und einen Hörer auf, wobei der Hörer auch als Lautsprecher bezeichnet wird. Ein Hörgerät dient beispielsweise zur Versorgung eines hörgeschädigten Nutzers und zum Ausgleich eines Hörverlusts. Das Mikrofon erzeugt aus Schallsignalen in der Umgebung ein Eingangssignal, welches der Signalverarbeitung zugeführt wird. Die Signalverarbeitung modifiziert das Eingangssignal und erzeugt dadurch ein Ausgangssignal, welches also ein modifiziertes Eingangssignal ist. Zum Ausgleich eines Hörverlusts wird das Eingangssignal beispielsweise mit einem bestimmten Verstärkungsfaktor verstärkt. Das Ausgangssignal wird schließlich mittels des Hörers ausgegeben, in dem dieser das Ausgangssignal in ein Schallsignal umwandelt. Bei dem Eingangssignal und dem Ausgangssignal handelt es sich um elektrische Signale, welche daher auch kurz jeweils als Signal bezeichnet werden. Die Schallsignale der Umgebung und das vom Hörer ausgegebene Schallsignal sind demgegenüber akustische Signale.

[0003] Ein Hörgerät ist typischerweise entweder monaural und wird nur auf einer Seite des Kopfs getragen oder binaural und weist dann zwei Einzelgeräte auf, welche auf unterschiedlichen Seiten des Kopfs getragen werden. Je nach Typ wird das Hörgerät am, im oder hinter dem Ohr getragen oder eine Kombination hiervon. Gängige Typen von Hörgeräten sind z.B. BTE-, RIC- und ITE-Hörgeräte. Diese unterscheiden sich insbesondere in Bauform und Trageweise.

[0004] Grundsätzlich ist es bei einem Hörgerät möglich, einen sogenannten Beamformer zu verwenden, um ein Richtungshören zu realisieren, d.h. um Schallsignale aus einer bestimmten Richtung relativ zu anderen Schallsignalen zu bevorzugen und stärker zu verstärken, d.h. hervorzuheben. Hierzu wird ein direktionales Mikrofon verwendet, welches üblicherweise ein Mikrofonarray aus zumindest zwei Mikrofonen ist. Das direktionale Mikrofon ist im Hörgerät untergebracht und nimmt die Schallsignale der Umgebung in zwei unterschiedlichen Positionen auf. Entsprechend werden mehrere Eingangssignale erzeugt, welche dann von der Signalverarbeitung geeignet kombiniert werden, um eine Richtwirkung zu erzielen, d.h. um den Beamformer in einer bestimmten Richtung auszurichten und Schallsignale aus dieser Richtung dann hervorzuheben. Beispielsweise wird auf diese Weise ein Sprecher im Frontbereich des Nutzers gegenüber der restlichen Umgebung verstärkt, wodurch die Sprachverständlichkeit verbessert wird.

[0005] Problematisch ist die Verwendung eines Beamformers in Umgebungen, welche anspruchsvoller sind, als solche, welche nur eine relevante Schallquelle aufweisen. In Umgebungen, in welchen potentiell aus mehreren Richtungen relevante Schallsignale und insbeson-

dere Informationen für den Nutzer eintreffen können, werden solche relevanten Schallsignale unter Umständen unterdrückt, weil der Beamformer bereits auf eine andere Schallquelle gerichtet ist. Im obigen Beispiel mit dem Sprecher im Frontbericht wird der Rückenbereich des Nutzers relativ zum Frontbereich stark unterdrückt, sodass Schallquellen im Rückenbereich vom Nutzer nur schlecht oder gar nicht wahrgenommen werden können.

[0006] In der EP 2 544 462 A1 wird ein binaurales Hörgerätesystem beschrieben, welches einen Kompressor aufweist. In wenigstens einem Frequenzkanal des Kompressors wird die Verstärkung des Kompressors von einem Kompressorsteuersignal gesteuert, welches eine Funktion ist eines Signalpegels und eines Signalparameters des Hörgeräts.

[0007] In der EP 2 544 463 A1 wird ein binaurales Hörgerätesystem beschrieben, mit zwei Hörgeräten, welche jeweils einen Kompressor aufweisen. Die Verstärkung des Kompressors des einen Hörgeräts wird gesteuert mit einem Signal, mit einem Wert, welcher im Wesentlichen identisch ist mit dem Wert eines Signals, welches die Verstärkung des Kompressors des anderen Hörgeräts steuert.

[0008] Vor diesem Hintergrund ist es eine Aufgabe der Erfindung, bei einem Hörgerät die Hervorhebung von Schallsignalen aus einer bestimmten Richtung und damit insbesondere die Sprachverständlichkeit zu verbessern und dabei andere potentiell relevante Schallsignale möglichst wenig zu unterdrücken, um potentiell relevante Schallsignale aus anderen Richtungen weiterhin wahrnehmen zu können. Hierzu sollen ein Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts sowie ein entsprechendes Hörgerät angegeben werden.

[0009] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen gemäß Anspruch 1 sowie durch ein Hörgerät mit den Merkmalen gemäß Anspruch 9. Vorteilhafte Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Varianten sind Gegenstand der Unteransprüche. Dabei gelten die Ausführungen im Zusammenhang mit dem Verfahren sinngemäß auch für das Hörgerät und umgekehrt.

[0010] Das Verfahren dient zum Betrieb eines Hörgeräts. Im Betrieb wird das Hörgerät insbesondere von einem Nutzer getragen. Das Hörgerät erzeugt zunächst aus Schallsignalen der Umgebung ein Eingangssignal. Hierzu weist das Hörgerät zumindest ein Mikrofon auf, welches die Schallsignale aufnimmt und in das Umgebungssignal umwandelt. Weiter weist das Hörgerät eine Signalverarbeitung auf, welche ausgebildet ist, das Eingangssignal zu modifizieren und dadurch ein Ausgangssignal zu erzeugen. Das Hörgerät weist weiter einen Hörer auf, zur Ausgabe des Ausgangssignals, d.h. zur Umwandlung des Ausgangssignals in ein Schallsignal, welches an den Nutzer ausgegeben wird. Insbesondere wird für jeden Hörer des Hörgeräts lediglich ein Ausgangssignal erzeugt. Bei einem monauralen Hörgerät wird also nur ein Ausgangssignal erzeugt. Bei einem binauralen Hörgerät werden zwei Ausgangssignale erzeugt, näm-

lich eines für jede der Seiten des Kopfs des Nutzers. Das Eingangssignal wird insbesondere im Hinblick auf ein bestimmtes Hörprofil des Nutzers modifiziert. In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Hörgerät ein Hörgerät zur Versorgung eines hörgeschädigten Nutzers und das Hörprofil weicht aufgrund eines Hörschadens vom Hörprofil eines Normalhörenden ab. Insofern wird das Eingangssignal also derart modifiziert, dass der Hörschaden zumindest teilweise, vorzugsweise vollständig kompensiert wird. Üblicherweise wird hierzu das Eingangssignal verstärkt. Insbesondere wird also ein jeweiliges Ausgangssignal an das Hörprofil des Nutzers auf dem jeweiligen Ohr angepasst ist

[0011] Zur Modifizierung des Eingangssignals weist die Signalverarbeitung eine automatische Verstärkungsregelung (kurz: AGC, d.h. automatic gain control) auf, welche einen Kompressor aufweist, welcher mit einem Kompressionsschema betreibbar ist. Die Umgebung des Nutzers ist nun in mehrere Richtungen unterteilt, von welchen eine mittels einer Richtungsbestimmungseinheit als eine relevante Richtung ausgewählt wird. Die relevante Richtung soll gegenüber anderen Richtungen hervorgehoben werden, sodass Schallsignale aus der relevanten Richtung hervorgehoben werden, indem diese Schallsignale aus der relevanten Richtung eine relativ zu anderen Schallsignalen stärkere Verstärkung erfahren. Hierzu wird das Eingangssignal richtungsabhängig modifiziert, indem der Kompressor mit einem Kompressionsschema betrieben wird, welches abhängig von der relevanten Richtung eingestellt wird, sodass Schallsignale aus der relevanten Richtung gegenüber Schallsignalen aus anderen Richtungen hervorgehoben werden. Es wird also die Information, in welcher Richtung sich eine relevante Schallquelle befindet, genutzt, um das Eingangssignal selektiv zu modifizieren und diese Schallquelle für den Nutzer deutlicher wiederzugeben. Dabei wird zunächst nicht spezifisch eine Schallquelle in einer bestimmten Richtung ausgewählt und gezielt verstärkt, sondern eine Richtwirkung ergibt sich vielmehr automatisch dadurch, dass das Kompressionsschema auf die Schallquelle in der relevanten Richtung angepasst wird und somit gerade diese Schallquelle und damit die zugehörige Richtung selektiv hervorgehoben werden. Dies wird bei einem binauralen Hörgerät auf beiden Seiten vorzugsweise gleichermaßen durchgeführt.

[0012] Die relevante Richtung wird nach ihrer Relevanz für den Nutzer ausgewählt. Relevant ist eine Richtung insbesondere dann, wenn dort eine Schallquelle eines bestimmten Typs vorhanden ist, z.B. ein Sprecher, oder wenn die Schallquelle relativ zu anderen Schallquellen in derselben Richtung eine höhere Lautstärke aufweist, d.h. einen höheren Pegel, z.B. ein Sprecher in einer Menschenmenge. Zur Ermittlung und insbesondere auch zur Auswahl der relevanten Richtung dient die Richtungsbestimmungseinheit. In einer geeigneten Ausgestaltung wird hierzu von der Richtungsbestimmungseinheit das Eingangssignal analysiert und anhand dessen ermittelt, in welcher Richtung eine Schallquelle liegt,

welche für den Nutzer relevant ist, sodass diese Richtung dann als relevante Richtung ausgewählt wird. In einer vorteilhaften Ausgestaltung weist das Hörgerät und speziell die Richtungsbestimmungseinheit hierzu einen

- 5 Klassifikator auf, um Schallquellen in der Umgebung einem bestimmten Typ zuzuordnen, sodass dann diejenige Richtung als eine relevante Richtung ausgewählt wird, in welcher eine Schallquelle eines bestimmten Typs liegt.
- [0013]** Grundsätzlich ist es möglich, die oben beschriebene Wirkung zwar nicht identisch aber jedoch ansatzweise mit einem Beamformer zu realisieren, welcher durch geeignete Kombination mehrerer Eingangssignale 10 eine bestimmte Richtung gegenüber anderen Richtungen verstärkt und die anderen Richtungen entsprechend unterdrückt. Daraus ergeben sich die eingangs bereits genannten Nachteile. Geeigneter ist eine Ausgestaltung, welche diese Nachteile wenigstens zeitweise abwendet, indem der Beamformer lediglich in bestimmten Situationen eingeschaltet wird und hierzu abhängig von einem 15 Störgeräuschpegel der Umgebung zu aktivieren, d.h. abhängig davon, wie stark Störgeräusche in der Umgebung im Vergleich zu Nutzsignalen sind. Dies wird über das Signal-zu-Rausch-Verhältnis, kurz SNR (signal to noise ratio) angegeben. Bei hohem SNR wird zweckmäßigerverweise der Beamformer deaktiviert, sodass Schallsignale 20 aus unerwarteten Richtungen, insbesondere aus dem Rückenbereich, d.h. von hinten, nicht versehentlich unterdrückt werden. Dem liegt die Überlegung zugrunde, dass bei hohem SNR kein Beamformer zur Erhöhung 25 der Sprachverständlichkeit benötigt wird und daher zweckmäßig auf dessen Nutzung verzichtet wird. Bei einem im Vergleich dazu geringen SNR wird der Beamformer dann aktiviert und auf eine Schallquelle gerichtet, welche für den Nutzer relevant ist, z.B. ein Sprecher im 30 Frontbereich des Nutzers, d.h. vorn. Der Beamformer wird nun genutzt, um trotz geringem SNR eine hohe Sprachverständlichkeit zu erzielen. Wesentlich hierbei ist, dass der Beamformer lediglich in speziellen Situationen, also bedarfsweise aktiviert wird. In den Fällen, in 35 welchen der Beamformer aktiviert wird, geschieht dies jedoch weiterhin wie beschrieben auf Kosten von Schallsignalen aus anderen Richtungen, welche dann gemeinsam mit den Störgeräuschen und möglicherweise ungewollt unterdrückt werden.
- [0014]** Die bei einem Beamformer - wie beschrieben - prinzipbedingt starke Unterdrückung von Schallsignalen aus anderen Richtungen als der relevanten Richtung soll vorliegend vermieden werden. Daher wird nun zur Verbesserung der Hervorhebung einer bestimmten Richtung, genauer von einem oder mehreren Schallsignalen 40 aus dieser Richtung, nicht die Richtwirkung eines Beamformers genutzt, sondern eine automatische Verstärkungsregelung, kurz AGC. Eine AGC ist insbesondere dadurch gekennzeichnet, dass diese eine pegelabhängige Modifizierung des Eingangssignals vornimmt, um 45 das Ausgangssignal derart zu erzeugen, dass dieses möglichst optimal auf das Hörprofil und insbesondere einen Hörschaden des Nutzers abgestimmt ist. Die AGC

ist insbesondere ein Teil der Signalverarbeitung des Hörgeräts. Zur pegelabhängigen Modifizierung weist eine AGC allgemein einen Kompressor auf, welcher die Verstärkung des Eingangssignals in Abhängigkeit von dessen Pegel, d.h. dem Eingangspegel, und in Verbindung mit einem bestimmten Kompressionsschema steuert. Das Kompressionsschema gibt an, welcher Verstärkungsfaktor für das Eingangssignal bei einem bestimmten Eingangspegel verwendet wird. Das Kompressionsschema ist parametrisiert durch einen oder mehrere Kompressionsparameter, vorzugsweise einen oder mehrere Kniepunkte, ein oder mehrere Kompressionsverhältnisse für einen oder mehrere bestimmte Pegelbereiche des Eingangspegels, eine Einschaltzeit (auch als attack bezeichnet), eine Ausschaltzeit (auch als release bezeichnet) oder eine Kombination hiervon. Dabei gibt ein Kniepunkt einen Übergang zwischen zwei Pegelbereichen mit unterschiedlichen Kompressionsverhältnissen an.

[0015] Der Kompressor der AGC wird nun richtungsabhängig mit einem jeweils geeigneten Kompressionsschema betrieben, sodass die Schallsignale aus unterschiedlichen Richtungen unterschiedlich komprimiert werden. Insofern stellt das hier vorgeschlagene Konzept eine Alternative zu einem Beamformer dar, lässt sich aber grundsätzlich auch in Kombination mit einem Beamformer gewinnbringend verwenden. Vorliegend wird die Umgebung des Nutzers in mehrere Richtungen unterteilt und der Kompressor derart eingestellt, dass Schallsignale aus der relevanten Richtung, also relevante Schallsignale, für den Nutzer hervorgehoben werden. Je nachdem, was für eine Schallquelle sich in welcher Richtung befindet, wird ein entsprechend geeignetes Kompressionsschema ausgewählt und eingestellt. Auf diese Weise wird zunächst zweckmäßigerweise auf eine klassisch starke Richtwirkung verzichtet und stattdessen eine vorteilhaft graduelle Anpassung der Modifizierung des Eingangssignals vorgenommen.

[0016] Durch die Auswahl eines entsprechenden Kompressionsschemas wird dann selektiv eine der Richtungen hervorgehoben, vorzugsweise um in dieser Richtung selektiv die Sprachverständlichkeit zu erhöhen, ohne zugleich in den anderen Richtungen eine Unterdrückung zu bewirken. Insofern wird mittels des Kompressors und allgemein mittels der AGC eine Richtwirkung derart erzeugt, dass in einer bestimmten Richtung durch ein spezielles Kompressionsschema eine Hervorhebung einer relevanten Schallquelle in ebenjener Richtung erfolgt. Die Hervorhebung wird dabei insbesondere durch die Wahl eines geeigneten Kompressionsschemas realisiert, welches auf die hervorzuhebende Schallquelle abgestimmt ist, sodass andere Schallquellen relativ dazu in den Hintergrund treten, jedoch nicht völlig unterdrückt werden. Dadurch wird vorteilhaft eine im Vergleich zu einem Beamformer verringerte Richtwirkung erzielt und insgesamt ein Kompromiss gefunden zwischen einer möglichst starken Hervorhebung in einer Richtung und einer möglichst schwachen Unterdrückung in den ande-

ren Richtungen. Bei einer Hervorhebung des Frontbereichs beispielsweise, können dann vom Nutzer weiterhin Schallsignale aus dem Rückenbereich wahrgenommen werden.

5 **[0017]** Ein wesentliches Konzept ist vorliegend die richtungsabhängige Kompression zur Hervorhebung von Schallquellen aus einer bestimmten Richtung. Mit anderen Worten: es wird eine richtungsabhängige Parametrisierung des Kompressors durchgeführt. Dadurch 10 wird mittels des Kompressors und allgemein mittels der AGC vorteilhaft eine graduelle Richtwirkung erzielt. Mittels der AGC werden also eine oder mehrere Schallquellen in einer bestimmten Richtung hervorgehoben. Außerdem ist es möglich in mehrere Richtungen gleichzeitig 15 eine entsprechende Richtwirkung zu erzielen, sodass die übliche Beschränkung eines Beamformers auf lediglich eine hervorgehobene Richtung vorteilhaft entfällt.

[0018] Besonders bevorzugt ist eine Ausgestaltung, 20 bei welcher die Richtungsbestimmungseinheit einen Beamformer aufweist, welcher zur Ermittlung der relevanten Richtung verwendet wird. Dem liegt der Gedanke zu grunde, dass ein Beamformer speziell dazu ausgelegt ist, gerichtete Signale zu erzeugen und somit besonders geeignet ist, die Umgebung in mehrere Richtungen zu 25 unterteilen. Hierzu wird dem Beamformer das Eingangssignal zugeführt und dann für jede der Richtungen derart bearbeitet, dass für jede der Richtungen ein gerichtetes Eingangssignal erzeugt wird, welches lediglich oder zumindest überwiegend aus Schallsignalen aus einer einzelnen Richtung resultiert. Jedes gerichtete Eingangssignal ist somit einer der Richtungen zugeordnet. Die gerichteten Eingangssignale werden dann jeweils auf das Vorhandensein einer für den Nutzer relevanten Schallquelle untersucht, z.B. mittels eines zusätzlichen Klassifikators oder einfach anhand einer Signaleigenschaft des gerichteten Eingangssignals, z.B. dessen Pegels oder dessen SNR. Die Richtung desjenigen gerichteten Eingangssignals, welche eine relevante Schallquelle enthält, wird dann als relevante Richtung ausgewählt. Das 30 Kompressionsschema wird dann derart eingestellt, dass ebenjene Schallquelle hervorgehoben wird, sodass im Ergebnis auch die relevante Richtung hervorgehoben wird. Der Beamformer dient also zunächst vorteilhaft zur Unterteilung der Umgebung in verschiedene Richtungen 35 und zur Bestimmung der relevanten Richtung. Demgegenüber dient der Beamformer aber gerade nicht zur Erzeugung eines Ausgangssignals, welches durch eine Kombination der gerichteten Eingangssignale ebenfalls gerichtet wäre. Diese Funktion ergibt sich vielmehr aus der speziellen Ansteuerung des Kompressors.

[0019] Der Beamformer erzeugt die gerichteten Eingangssignale insbesondere aus mehreren Eingangssignalen, welche entsprechend durch mehrere Mikrofone erzeugt werden, welche jeweils die Schallsignale der 40 Umgebung in ein jeweiliges Eingangssignal umwandeln. Die Mikrofone sind an unterschiedlichen Positionen des Hörgeräts angeordnet und bilden auf diese Weise ein Mikrofonarray. Insofern können die diversen Eingangs-

signale auch zusammengefasst als ein einzelnes Eingangssignal angesehen werden, welches von dem Mikrofonarray erzeugt wird. Zur Erzeugung der einzelnen gerichteten Eingangssignale werden die Eingangssignale der diversen Mikrofone durch den Beamformer geeignet miteinander kombiniert. In einer bevorzugten Ausgestaltung weist das Mikrofonarray zwei Mikrofone auf und der Beamformer erzeugt vier gerichtete Eingangssignale für die vier Richtungen vorn, hinten, links und rechts. Andere Ausgestaltungen sind aber denkbar und ebenfalls geeignet.

[0020] Die gerichteten Eingangssignale, welche vom Beamformer erzeugt werden müssen grundsätzlich nicht weiter zur Erzeugung des Ausgangssignals verwendet werden. In einer geeigneten Ausgestaltung dienen die gerichteten Eingangssignale vielmehr lediglich zur Ermittlung der relevanten Richtung und die AGC und speziell der Kompressor wirken auf das Eingangssignal insgesamt ein. In einer vorteilhaften Variante werden die gerichteten Eingangssignale dagegen der AGC zugeführt, insbesondere anstelle des Eingangssignals an sich, und mittels der AGC separat voneinander verarbeitet, um eine richtungsabhängige Kompression zu realisieren. In diesem Fall wirken die AGC und speziell der Kompressor auf einzelne Teile des Eingangssignal, nämlich die gerichteten Eingangssignale, welche ja das nach Richtungen aufgeteilte Eingangssignal darstellen, separat und unabhängig voneinander ein. Die separat verarbeiteten gerichteten Eingangssignale werden dann abschließend zu einem Ausgangssignal zusammengemischt. Bevorzugte Ausgestaltungen beider Konzepte werden nachfolgend ausführlicher dargestellt. Die diversen Ausgestaltungen oder Teile davon können grundsätzlich auch miteinander kombiniert werden. Die Ausführungen zu einer speziellen Ausgestaltung gelten sinngemäß auch für die anderen Ausgestaltungen.

[0021] In einer besonders einfachen und vorteilhaften Ausgestaltung ist das Kompressionsschema durch zumindest einen Kompressionsparameter definiert, insbesondere wie oben beschrieben, und das Kompressionsschema wird abhängig von der relevanten Richtung eingestellt, indem der Kompressionsparameter abhängig von der relevanten Richtung verändert wird. In einer ersten Variante wird hierbei lediglich zwischen wenigstens zwei diskreten Werten umgeschaltet. In einer zweiten Variante wird der Kompressionsparameter dagegen kontinuierlich verändert, d.h. kontinuierlich eingestellt. In dieser Ausgestaltung wird als richtungsabhängig eine jeweils geeignete Parametrisierung für den Kompressor ausgewählt und eingestellt und entsprechend die Kompression des Eingangssignals gesteuert.

[0022] In einer Ausgestaltung weist der Kompressor mehrere Instanzen auf, welche mit unterschiedlichen Instanzschemata betrieben werden. Diese Instanzschemata sind an sich Kompressionsschemata wie oben beschrieben. Ein jeweiliges Instanzschema ist nun zur Hervorhebung eines bestimmten Typs von Schallsignal ausgebildet ist, z.B. zur Hervorhebung von Sprache oder

von Klang, z.B. Musik. In diesem Zusammenhang werden die Instanzen aus als Kompressions-Instanzen bezeichnet. Das Eingangssignal wird jeweils den mehreren Instanzen zugeführt, welche dann entsprechend viele

5 modifizierte Eingangssignale erzeugen, welche anschließend gemeinsam zu dem Ausgangssignal kombiniert werden. Dabei wird grundsätzlich dasselbe Eingangssignal für alle Instanzen verwendet, sodass der Kompressor insgesamt auf das gesamte Eingangssignal wirkt. Wesentlich ist nun, dass ein Anteilsverhältnis der 10 modifizierten Eingangssignale zueinander in dem Ausgangssignal abhängig von der relevanten Richtung eingestellt wird, sodass das Kompressionsschema als eine 15 Mischung der Instanzschemata eingestellt wird. Es werden also unterschiedliche Versionen des Eingangssignals 20 richtungsabhängig gemischt, d.h. je nach relevanter Richtung hat die eine oder die andere Instanz mehr oder weniger Einfluss auf das Ausgangssignal. Das Mischen, auch zusammenführen oder kombinieren, erfolgt zweckmäßigerweise mittels eines Mischers, welcher dann das 25 Ausgangssignal erzeugt.

[0023] Ein besonderer Vorteil an dieser Ausgestaltung ist, dass die einzelnen Instanzen jeweils mit einem festen 30 Instanzschema betrieben werden können und vorzugsweise auch betrieben werden und dennoch ein insgesamt veränderliches Kompressionsschema vorliegt. Das Eingangssignal wird mittels der einzelnen Instanzen parallel unterschiedlich bearbeitet, sodass dann das Kompressionsschema des Kompressors insgesamt dadurch 35 eingestellt wird, dass das Anteilsverhältnis des modifizierten Eingangssignals geeignet ausgewählt und eingestellt wird. In einer ersten Variante wird zwischen zwei diskreten Anteilsverhältnissen umgeschaltet, in einer zweiten Variante wird dagegen das Anteilsverhältnis 40 kontinuierlich verändert. Zur Einstellung oder Veränderung des Anteilsverhältnisses wird z.B. der Pegel des Eingangssignals vor der jeweiligen Instanz entsprechend verändert oder alternativ oder zusätzlich der Pegel des jeweiligen modifizierten Eingangssignals nach der 45 jeweiligen Instanz.

[0024] Ein Vorteil der zuvor genannten Ausgestaltung besteht insbesondere darin, dass die Instanzen mit einem vordefinierten, d.h. einem fixen Instanzschema betreibbar sind und vorzugsweise auch betrieben werden, 50 sodass im Betrieb das jeweilige Instanzschema an sich nicht verändert wird. Die Instanzen sind also dezidierte Instanzen für unterschiedliche Typen von Schallsignalen. In einer ebenfalls geeigneten Variante sind aber auch die einzelnen Instanzen einstellbar, d.h. weisen eine veränderbare Parametrisierung auf, welche dann im Betrieb geändert wird, sodass die Instanzen dann nicht wie zuvor beschrieben statisch, sondern dynamisch sind.

[0025] In einer weiteren Ausgestaltung weist das Eingangssignal mehrere gerichtete, d.h. richtungsabhängige Eingangssignale auf, welche jeweils einer der mehreren Richtungen zugeordnet sind. Der Kompressor weist nun für jedes der gerichteten Eingangssignale eine Instanz auf, welche mit einem jeweiligen Instanzschema

betrieben wird. In diesem Zusammenhang werden die Instanzen auch als Richtungs-Instanzen bezeichnet und die Instanzschemata als Richtungsschemata. Die Instanzschemata sind an sich Kompressionsschemata wie oben beschrieben. Einer jeweiligen Instanz wird eines der gerichteten Eingangssignale zugeführt, sodass das Kompressionsschema als eine Mischung der Instanzschemata eingestellt wird. Prinzipiell gelten die Ausführungen bezüglich der zuvor genannten Ausgestaltung mit mehreren Kompressions-Instanzen auch für die Ausgestaltung mit mehreren Richtungs-Instanzen, mit dem Unterschied, dass einer einzelnen Richtungs-Instanz nicht das gesamte Eingangssignal zugeführt wird, sondern ein aufbereitetes Eingangssignal, welches dann modifiziert wird. Auf diese Weise erfolgt also mittels einer jeweiligen Richtungs-Instanz eine Modifikation lediglich eines bestimmten Richtungsanteils des Eingangssignals, sodass die einzelnen Richtungen also unabhängig voneinander in optimaler Weise mittels der AGC verarbeitet werden.

[0026] Ein spezieller Vorteil der vorgenannten Ausgestaltung mit mehreren Instanzen, speziell Richtungs-Instanzen ist insbesondere, dass in jeder Richtung separat auf die dort speziell vorliegende Situation reagiert werden kann und vorzugsweise auch reagiert wird. In einer vorteilhaften Weiterbildung wird hierzu für jede der Richtungen ein jeweiliges Instanzschema für das jeweilige gerichtete Eingangssignal abhängig von einem Typ eines Schallsignals in der zugeordneten, d.h. der zugehörigen Richtung eingestellt. Mit anderen Worten: für eine jeweilige Richtung wird ermittelt, ob dort eine Schallquelle vorhanden ist, welche Schallsignale eines bestimmten Typs, z.B. Sprache oder Musik, aussendet. Zudem wird auch der Typ bestimmt, z.B. mittels eines Klassifikators. Abhängig vom Typ des Schallsignals wird dann für die Instanz ein entsprechendes Instanzschema eingestellt.

[0027] Durch die Unterteilung in verschiedene Richtungen in Verbindung mit der Möglichkeit, für diese auch unterschiedliche Kompressionsschemata, d.h. genauer Instanzschemata zu verwenden, sind die Richtungen vorteilhaft auch unabhängig voneinander verarbeitbar und werden zweckmäßigerweise je nach Bedarf modifiziert. Die Erzeugung der gerichteten Eingangssignale erfolgt vorzugsweise mittels eines Beamformers. Ein Beamformer zeichnet sich gerade dadurch aus, dass dieser Schallsignale aus einer bestimmten Richtung hervorhebt, sodass ein Beamformer entsprechend geeignet ist, gerichtete Eingangssignale zu erzeugen. Hierzu wird der Beamformer insbesondere auf jede der mehreren Richtungen angewendet, um dann für jede dieser Richtungen ein zugehöriges gerichtetes Eingangssignal zu erzeugen. Bei einem herkömmlichen Beamformer würde lediglich ein richtungsabhängiges Eingangssignal verwendet und nach einer Modifizierung als Ausgangssignal ausgegeben werden. Demgegenüber werden vorliegend die mehreren gerichteten Eingangssignale der unterschiedlichen Richtungen jeweils mittels der AGC modifiziert, sodass im Ergebnis richtungsabhängig kompri-

mierte Eingangssignale erzeugt werden. Diese werden dann zu einem Ausgangssignal zusammengefasst und schließlich ausgegeben.

[0028] Die Ausgestaltungen mit mehreren Richtungs-Instanzen und die Ausgestaltung mit mehreren Kompressions-Instanzen sind in einer Ausgestaltung miteinander kombiniert. Beispielsweise derart, dass eine jeweilige Richtungs-Instanz aus mehreren Kompressions-Instanzen zusammengesetzt ist, sodass ein einzelnes gerichtetes Eingangssignal dann beispielsweise mit unterschiedlichen fixen Instanzschemata modifiziert wird und anschließend die unterschiedlichen modifizierten gerichteten Eingangssignale zum Ausgangssignal zusammengemischt werden.

[0029] Äquivalent zu der gewählten Formulierung mit mehreren Instanzen des Kompressor kann auch von einer AGC mit mehreren AGC-Instanzen gesprochen werden, welche dann jeweils einen oder mehrere entsprechend ausgebildete Kompressoren aufweisen. Diese unterschiedlichen Formulierungen werden als äquivalent angesehen und unterscheiden sich höchstens insbesondere in der konkreten schaltungstechnischen Umsetzung, nicht jedoch in der erreichten Funktionalität, auf welche es hier im Besonderen ankommt.

[0030] Vorzugsweise wird das Kompressionsschema, insbesondere das Instanzschema, welches eingestellt wird, ausgewählt aus einer Menge an Kompressionsschemata, umfassend: ein Sprachschema, zur Hervorhebung von Sprachbestandteilen, ein Klängschema, zur Anpassung lediglich an ein Hörprofil eines Nutzers des Hörgeräts. Dadurch erfolgt vorteilhaft ein bedarfsweises Umschalten zwischen einem Sprachschema, welches auf eine möglichst gute Sprachverständlichkeit hin ausgelegt ist, und einem Klängschema, welches auf eine möglichst naturgetreue Wiedergabe der Schallsingale aus der Umgebung hin ausgelegt ist. Bei Anwendung des Sprachschemas wird durch die Kompression also Sprache hervorgehoben, wohingegen bei dem Klängschema die Umgebung an sich hervorgehoben, insbesondere ohne spezielle Berücksichtigung einzelner Schallquellen oder einzelner Typen von Schallsignalen. Dadurch erfolgt eine besonders wirklichkeitsgetreue Klangwiedergabe, welche besonders bei Musik als ein Schallsignal vorteilhaft ist.

[0031] Durch die Möglichkeit zur Auswahl des Sprachschemas wird dem besonders wichtigen Fall eines Vorhandenseins von Sprache in der Umgebung Rechnung getragen. Um solche Sprache, d.h. ein Schallsignal eines Sprechers, für den Nutzer maximal verständlich zu machen, wird ein Kompressionsschema eingestellt, welches die Sprachverständlichkeit verbessert. Hierbei ist die wirklichkeitsgetreue Wiedergabe von anderen Schallsignalen oder Geräuschen von untergeordneter Bedeutung, vielmehr wird vorrangig Sprache für den Nutzer erkennbar gemacht. Andersherum wird in einer Umgebung ohne Sprache zweckmäßigerweise eine möglichst realitätsnahe Wiedergabe der akustischen Umgebung angestrebt, es soll also eine möglichst gute Klangqualität

erzielt werden. Dies wird durch die Möglichkeit der Auswahl des Klangschemas realisiert. Unter möglichst guter Klangqualität wird insbesondere verstanden, dass ein Hörschaden des Nutzers möglichst optimal ausgeglichen wird, also eine maximale Hörverlustkompensation durchgeführt wird. Dies ist besonders wichtig bei Musik, welche durch ein Kompressionsschema zur verbesserten Sprachverständlichkeit unter Umständen stark verzerrt wird. Gleiches gilt für andere Schallsignale in der Umgebung, welche mitunter derart stark verzerrt werden, dass diese für den Nutzer nicht mehr erkennbar sind und nicht mehr zugeordnet werden können.

[0032] Besonders Vorteilhaft an der richtungsabhängigen Kompression ist insbesondere die Umgehung des Problems, dass ein einzelnes Kompressionsschema, welches für eine bestimmte Situation, z.B. Sprache oder Klang ausgelegt ist, nicht optimal ist in einer Umgebung, in welcher sowohl Sprache als auch andere Schallsignale, insbesondere Musik, vorhanden sind. In einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung wird im Rahmen der richtungsabhängigen Kompression die Umgebung in mehrere Richtungen unterteilt und die Schallsignale einer jeweiligen Richtung werden jeweils mit einem optimalen, d.h. auf die jeweiligen Schallsignale abgestimmten Kompressionsschema modifiziert. Anstatt also die gesamte Umgebung im Ganzen zu analysieren und für die Umgebung als Ganzes dieselbe Kompression durchzuführen, wird eine entsprechende Betrachtung separat für jede einzelne der mehreren Richtungen durchgeführt.

[0033] Zweckmäßigerweise wird das Eingangssignal lediglich dann richtungsabhängig modifiziert, wenn in der Umgebung ein gerichtetes Schallsignal erkannt wird, und ansonsten wird das Eingangssignal richtungsunabhängig modifiziert, d.h. alle Richtungen werden in gleicher Weise modifiziert. Mit anderen Worten: das Hörgerät weist einen Grundbetrieb auf, in welchem keine der Richtungen durch Einstellung des Kompressors speziell hervorgehoben wird. Grundsätzlich besteht somit auch die Möglichkeit, dass keine der Richtungen eine relevante Richtung ist und entsprechend auch keine relevante Richtung ausgewählt werden kann, die Ermittlung also fehlschlägt. Allgemein für den Fall, dass in einer jeweiligen Richtung keine relevante Schallquelle oder kein relevantes Schallsignal ermittelt wird oder werden kann, also falls kein relevantes Schallsignal vorhanden ist, wird vorzugsweise für diese Richtung ein Grundschema als Kompressionsschema verwendet. Im Grundbetrieb wird dann für jede Richtung das Grundschema verwendet. Das Grundschema ist vorteilhafterweise das oben beschriebene Klangschemata, welches eine besonders naturnahe Wiedergabe aller Schallsignale in der Umgebung insgesamt gewährleistet. Liegt in einer Richtung kein spezielles Schallsignal vor, so ergibt sich als Typ des Schallsignals insbesondere der Typ "Hintergrund".

[0034] In einer geeigneten Ausgestaltung werden mehrere Richtungen jeweils als eine relevante Richtung ausgewählt. Dies wird insbesondere durch die spezielle richtungsabhängige Kompression ermöglicht. Demge-

genüber ist mit einem Beamformer alleine typischerweise nur eine einzelne Richtung hervorhebbar. Vorliegend lassen sich jedoch mehrere Richtungen gleichzeitig als relevante Richtungen auswählen. Auf diese Weise werden z.B. vorteilhaft mehrere Sprecher in der Umgebung für den Nutzer hervorgehoben. Alternativ oder zusätzlich werden plötzlich auftretende Warn- oder Alarmsignale hervorgehoben, ohne dabei andere relevante Schallsignale zu unterdrücken.

[0035] Die unterschiedlichen Richtungen sind vorzugsweise Regionen, welche sich durch eine Unterteilung der Umgebung in Sektoren ausgehend vom Nutzer ergeben. Der Nutzer des Hörgeräts bildet in der Umgebung einen Mittelpunkt, von welchem ausgehend die Umgebung in mehrere Sektoren, d.h. Winkelabschnitte unterteilt ist. Jede Region entspricht also einem Sektor und die Sektoren reihen sich umlaufend um den Nutzer aneinander an. In einer besonders zweckmäßigen Ausgestaltung wird die Umgebung in genau vier Richtungen unterteilt, nämlich vorn, hinten, links und rechts. Diese Richtungsangaben beziehen sich auf die Blickrichtung des Nutzers, so dass also "vorn" einen Frontbereich kennzeichnet, "hinten" einen Rückenbereich und "links" und "rechts" einen linken beziehungsweise rechten Seitenbereich. Jede der vier Richtungen umfasst insbesondere einen Winkelabschnitt von 90°. Die Umgebung ist somit in vier Quadranten unterteilt. Grundsätzlich geeignet ist auch eine Unterteilung in lediglich zwei Regionen, z.B. vorn und hinten, d.h. einen Frontbereich und einen Rückenbereich. In einer Variante erfolgt eine Unterteilung in Regionen nicht lediglich in einer Ebene, sondern im Raum. Hierbei ist in einer zweckmäßigen Ausgestaltung eine zusätzlich Region nach oben hin ausgebildet. Entsprechend ist auch eine zusätzliche Region nach unten hin vorteilhaft.

[0036] Ein erfindungsgemäßes Hörgerät ist zur Durchführung des oben beschriebenen Verfahrens ausgebildet. Insbesondere weist das Hörgerät eine Signalverarbeitung auf, welche zur Durchführung des Verfahrens ausgebildet ist. Das Hörgerät ist entweder monaural oder binaural ausgebildet, weist als eine beziehungsweise zwei Einzelgeräte auf, welche jeweils im oder am Ohr getragen werden. Das Hörgerät dient insbesondere der Versorgung eines hörgeschädigten Nutzers. Das Hörgerät weist wenigstens ein Mikrofon und wenigstens einen Hörer auf, wobei genauer gesagt jedes Einzelgerät des Hörgeräts zumindest ein, vorzugsweise mehrere Mikrofone aufweist sowie einen Hörer. Jedes Einzelgerät weist ein eigenes Gehäuse auf, in welchem die zugehörigen Mikrofone untergebracht sind. Je nach Typ des Hörgeräts ist auch der Hörer in dem Gehäuse untergebracht oder über eine Zuleitung mit dem Gehäuse zumindest verbunden. Jedes Einzelgerät weist zudem ein Ohrstück auf, welches insbesondere in das Ohr des Nutzers einsetzbar ist, um dort die Schallsignale, welche der Hörer aus dem Ausgangssignal erzeugt, an den Nutzer auszugeben. Zweckmäßigerweise weist das Hörgerät eine Batterie auf, zur Energieversorgung, wobei vorteilhafterweise je-

des Einzelgerät eine eigene Batterie aufweist, welche insbesondere in dem Gehäuse untergebracht ist.

[0037] Nachfolgend werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand einer Zeichnung näher erläutert. Die obigen, allgemeinen Ausführungen finden sinngemäß Anwendung auf die nachfolgend gezeigten, speziellen Ausführungsbeispiele. In der Zeichnung zeigen jeweils schematisch:

Fig. 1 ein Hörgerät,

Fig. 2 ein Blockschaltbild eines Hörgeräts,

Fig. 3 ein Blockschaltbild eines weiteren Hörgeräts,

Fig. 4 ein Kompressionsschema,

Fig. 5 eine Unterteilung einer Umgebung in mehrere Richtungen,

Fig. 6 einen Kompressor mit mehreren Instanzen.

[0038] Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel eines Hörgeräts 2. Das Hörgerät 2 weist eine Signalverarbeitung 4 auf. Das Hörgerät 2 ist entweder monaural oder binaural ausgebildet, weist also ein beziehungsweise zwei Einzelgeräte auf, welche jeweils im oder am Ohr getragen werden. In Fig. 1 ist lediglich ein Einzelgerät dargestellt. Das Hörgerät 2 dient vorliegend der Versorgung eines hörgeschädigten Nutzers N. Das Hörgerät 2 weist wenigstens ein Mikrofon 7 und wenigstens einen Hörer 6 auf. Das in Fig. 1 beispielhaft gezeigte Einzelgerät weist zwei Mikrofone 7 auf sowie einen Hörer 6, welcher hier extern bezüglich eines Gehäuses 8 angeordnet ist, so dass das gezeigte Hörgerät 2 ein sogenanntes RIC-Gerät ist.

[0039] Die Signalverarbeitung 4 ist zur richtungsabhängigen Kompression ausgebildet. Zwei Ausführungsbeispiele sind in den Fig. 2 und 3 dargestellt. Diese zeigen jeweils ein Blockschaltbild eines Hörgeräts 2. Die Signalverarbeitung 4 weist allgemein eine automatische Verstärkungsregelung 10, kurz AGC auf, welche wiederum einen Kompressor 12 aufweist. Die Signalverarbeitung 4 weist zudem eine Richtungsbestimmungseinheit 14 auf, mittels welcher der Kompressor 12 gesteuert wird. Hierzu bestimmt die Richtungsbestimmungseinheit 14 eine relevante Richtung R, von welcher abhängig der Kompressor 12 gesteuert wird.

[0040] Der Signalverarbeitung 4 wird allgemein ein Eingangssignal E zugeführt, welches von einem Mikrofon 7 erzeugt wird. Das Eingangssignal E wird dann der AGC 10 zugeführt, welche das Eingangssignal E modifiziert und als ein Ausgangssignal A zur Ausgabe an den Hörer 6 weitergibt. Vorliegend wird das Eingangssignal E auch zur Ermittlung der relevanten Richtung R, d.h. zur Richtungsbestimmung verwendet und hierzu der Richtungsbestimmungseinheit 14 zugeführt. Als Ergebnis der Richtungsbestimmung wird dann der Kompressor

12 eingestellt. Das Verhalten des Kompressors 12 ist durch ein Kompressionsschema K definiert, welches dann abhängig von der relevanten Richtung R verändert wird, um in dieser eine Hervorhebung einer relevanten Schallquelle zu erzielen.

[0041] Ein Kompressionsschema K ist beispielhaft in Fig. 4 gezeigt, hier in einer Darstellung als Verstärkung G als Funktion eines Eingangspiegels EP, d.h. eines Pegels des Eingangssignals E. Das gezeigte Kompressionsschema K weist einen Kniepunkt 16 auf, welcher zwei Pegelbereiche mit unterschiedlichem Kompressionsverhältnis definiert. Auf einem unteren Pegelbereich wird eine konstante Verstärkung durchgeführt, auf einem oberen Pegelbereich wird die Verstärkung mit steigendem Eingangspiegel reduziert. Das Kompressionsschema wird nun in Abhängigkeit der relevanten Richtung R verändert, beispielsweise indem der Kniepunkt 16 verschoben wird, um ein verändertes Verhalten des Kompressors 12 zu bewirken.

[0042] Die Umgebung des Nutzers N ist in mehrere Richtungen unterteilt, beispielsweise wie in Fig. 5 gezeigt in vier Richtungen "vorn" V, "hinten" H, "links" L und "rechts" S. Von diesen Richtungen wird eine mittels der Richtungsbestimmungseinheit 14 als eine relevante Richtung R ausgewählt und soll dann gegenüber den anderen Richtungen hervorgehoben werden. Hierzu wird das Eingangssignal E richtungsabhängig modifiziert, indem der Kompressor 12 mit einem Kompressionsschema K betrieben wird, welches abhängig von der relevanten Richtung R eingestellt wird. Es wird also die Information, in welcher Richtung sich eine relevante Schallquelle befindet, genutzt, um das Eingangssignal E selektiv zu modifizieren und diese Schallquelle für den Nutzer N deutlicher wiederzugeben.

[0043] Die relevante Richtung R wird dabei nach ihrer Relevanz für den Nutzer N ausgewählt. Relevant ist eine Richtung insbesondere dann, wenn dort eine Schallquelle eines bestimmten Typs vorhanden ist, z.B. ein Sprecher, oder wenn die Schallquelle relativ zu anderen Schallquellen in derselben Richtung eine höhere Lautstärke aufweist, d.h. einen höheren Pegel, z.B. ein Sprecher in einer Menschenmenge. Zur Ermittlung der relevanten Richtung R wird das Eingangssignal E von der Richtungsbestimmungseinheit 14 analysiert und anhand dessen ermittelt, in welcher Richtung eine Schallquelle liegt, welche für den Nutzer N relevant ist, sodass diese Richtung dann als relevante Richtung R ausgewählt wird. Beispielsweise weist das Hörgerät 2 hierzu einen nicht dargestellten Klassifikator auf, um Schallquellen in der Umgebung einem bestimmten Typ zuzuordnen, sodass dann diejenige Richtung als eine relevante Richtung R ausgewählt wird, in welcher eine Schallquelle eines bestimmten Typs liegt.

[0044] In Fig. 2 wird nun von einem einzelnen Mikrofon 7 ein Eingangssignal E erzeugt und dem Kompressor 12 sowie der Richtungsbestimmungseinheit 14 zugeführt. Die Richtungsbestimmungseinheit 14 ermittelt anhand des Eingangssignals E eine relevante Richtung R und

steuert damit den Kompressor 12, indem das Kompressionsschema K abhängig von der relevanten Richtung R verändert wird. Dadurch wird richtungsabhängig ein modifiziertes Eingangssignal Emod erzeugt, welches dann als Ausgangssignal A über den Hörer 6 ausgegeben wird.

[0045] In Fig. 3 weist die Richtungsbestimmungseinheit 14 einen Beamformer auf, welcher aus einem Eingangssignal E von mehreren Mikrofonen 7 mehrere gerichtete Eingangssignale Eger erzeugt, d.h. das Eingangssignal E zerfällt in mehrere gerichtete Eingangssignale Eger. Dabei ist jedes der gerichteten Eingangssignale Eger einer der Richtungen zugeordnet und ist also lediglich oder zumindest überwiegend aus Schallsignalen aus dieser einen Richtung erzeugt. Die gerichteten Eingangssignale werden dann dem Kompressor 12 zugeführt und dort separat modifiziert, sodass mehrere modifizierte Eingangssignale Emod erzeugt werden, welche anschließend zum Ausgangssignal A zusammengefügt werden.

[0046] Eine mögliche Ausgestaltung eines hierzu geeigneten Kompressors 12 ist in Fig. 6 gezeigt. Der dort gezeigte Kompressor 12 weist mehrere Instanzen 18 auf, welchen jeweils eines der gerichteten Eingangssignale Eger zugeführt wird. Diese Instanzen 18 werden daher auch als Richtungs-Instanzen bezeichnet. Zudem wird jede Instanz 18 mit einem eigenen Instanzschema betrieben, welches abhängig von der relevanten Richtung R eingestellt wird. Dadurch wird also jedes gerichtete Eingangssignal Eger separat modifiziert und entsprechend wird für jede Richtung ein eigenes Kompressionsschema, nämlich das jeweilige Instanzschema verwendet, sodass die Schallsignale jeder einzelnen Richtung unabhängig von den Schallsignalen der anderen Richtungen optimal komprimiert werden. Die modifizierten Eingangssignale Emod werden dann in einem Mischer 20 zusammengemischt. Dabei wird insbesondere ein Anteilsverhältnis der modifizierten Eingangssignale Emod am Ausgangssignal A derart geeignet eingestellt, dass sich insgesamt ein optimale Kompressionsschema K ergibt.

[0047] In Fig. 7 ist ein Kompressor 12 gezeigt, welcher mehrere Instanzen 18 aufweist, welchen jeweils das vollständige Eingangssignal E zugeführt wird. Im Gegensatz zu Fig. 6, wo jeder Instanz 18 ein anderes Signal, nämlich je ein gerichtetes Eingangssignal Eger zugeführt wird, wird jeder der Instanzen 18 in Fig. 7 das gleiche Signal, vorliegend das Eingangssignal E zugeführt. Die einzelnen Instanzen 18 werden mit unterschiedlichen Instanzschemata betrieben, sodass das Eingangssignal E in jeder Instanz 18 unterschiedlich modifiziert wird und sich unterschiedliche modifizierte Eingangssignale Emod ergeben, welche dann in einem Mischer 20 zum Ausgangssignal kombiniert werden. Die einzelnen Instanzen 18 werden in diesem Fall auch als Kompressions-Instanzen bezeichnet. Demgegenüber werden mehrere oder alle Instanzen 18 in Fig. 6 bedarfsweise auch mit dem gleichen Instanzschema betrieben. Die unterschiedlichen

Instanzschemata in Fig. 7 sind vorliegend für unterschiedliche Schallquellen und allgemein unterschiedliche Situationen ausgebildet, so eines der Instanzschemata ein Sprachschema, zur Hervorhebung von Sprache, und das andere Instanzschema ein Klangschema, welches eine möglichst wirklichkeitsgetreue und an den Hörschaden des Nutzers N angepasst Wiedergabe von Schallsignalen der Umgebung realisiert.

[0048] Die Ausführungen der Fig. 6 und 7 sind in einer nicht gezeigten Variante derart kombiniert, dass anstelle der jeder einzelnen der Instanzen 18 in Fig. 6 ein jeweiliges gerichtetes Eingangssignal Eger mehreren Instanzen 18 wie in Fig. 7 zugeführt wird, um beispielsweise eine Mischung verschiedener Instanzschemata für eine einzelne Richtung zu realisieren. Für den konkreten Fall der Fig. 6 und 7 würde der Kompressor 12 dann acht Instanzen aufweisen, nämlich für jede Richtung eine Instanz mit Sprachschema und eine mit Klangschema.

20 Bezugszeichenliste

[0049]

2	Hörgerät
25	Signalverarbeitung
4	Hörer
6	Mikrofon
7	Gehäuse
8	automatische Verstärkungsregelung, AGC
10	Kompressor
30	Richtungsbestimmungseinheit
12	Kniepunkt
14	Instanz
16	Mischer
18	
20	
35	
A	Ausgangssignal
E	Eingangssignal
Eger	gerichtetes Eingangssignal
Emod	modifiziertes Eingangssignal
40	
EP	Eingangspiegel
G	Verstärkung
H	hinten
K	Kompressionsschema
L	links
45	
N	Nutzer
R	relevante Richtung
S	rechts
V	vorn

50 Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines Hörgeräts (2),

55 - wobei das Hörgerät (2) aus Schallsignalen der Umgebung ein Eingangssignal (E) erzeugt,
- wobei das Hörgerät (2) eine Signalverarbeitung (4) aufweist, welche ausgebildet ist, das

Eingangssignal (E) zu modifizieren und dadurch ein Ausgangssignal (A) zu erzeugen,

- wobei die Signalverarbeitung (4) zur Modifizierung des Eingangssignals (E) eine automatische Verstärkungsregelung (10) aufweist, welche einen Kompressor (12) aufweist, welcher mit einem Kompressionsschema (K) betreibbar ist,

- wobei die Umgebung in mehrere Richtungen (V, H, L, S) unterteilt ist, von welchen eine mittels einer Richtungsbestimmungseinheit (14) als eine relevante Richtung (R) ausgewählt wird,

- wobei das Eingangssignal (E) richtungsabhängig modifiziert wird, indem der Kompressor (12) mit einem Kompressionsschema (K) betrieben wird, welches abhängig von der relevanten Richtung (R) eingestellt wird, sodass Schallsignale aus der relevanten Richtung (R) gegenüber Schallsignalen aus anderen Richtungen hervorgehoben werden,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Kompressor (12) mehrere Instanzen (18) aufweist, welche mit unterschiedlichen Instanzschemata betrieben werden, wobei ein jeweiliges Instanzschema zur Hervorhebung eines bestimmten Typs von Schallsignal ausgebildet ist, wobei das Eingangssignal (E) jeweils den mehreren Instanzen (18) zugeführt wird, welche dann entsprechend viele modifizierte Eingangssignale (Emod) erzeugen, welche anschließend gemeinsam zu dem Ausgangssignal (A) kombiniert werden, wobei ein Anteilsverhältnis der modifizierten Eingangssignale (Emod) zueinander in dem Ausgangssignal (A) abhängig von der relevanten Richtung (R) eingestellt wird, sodass das Kompressionsschema (K) als eine Mischung der Instanzschemata eingestellt wird,

oder

dass das Eingangssignal (E) mehrere gerichtete Eingangssignale (Eger) aufweist, welche jeweils einer der mehreren Richtungen (V, H, L, S) zugeordnet sind, wobei der Kompressor (12) für jedes der gerichteten Eingangssignale (Eger) eine Instanz (18) aufweist, welche mit einem jeweiligen Instanzschema betrieben wird, wobei einer jeweiligen Instanz (18) eines der gerichteten Eingangssignale (Eger) zugeführt wird, sodass das Kompressionsschema (K) als eine Mischung der Instanzschemata eingestellt wird, wobei jedes gerichtete Eingangssignal (Eger) separat modifiziert wird und die modifizierten Eingangssignale (Emod) dann in einem Mischer (20) zusammengemischt werden, wobei ein Anteilsverhältnis der modifizierten Eingangssignale (Emod) am Ausgangssignal (A)

derart eingestellt wird, dass sich insgesamt ein optimales Kompressionsschema (K) ergibt.

2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei die Richtungsbestimmungseinheit (14) einen Beamformer aufweist, mittels welchem die Umgebung in mehrere Richtungen (V, H, L, S) unterteilt wird und welcher zur Ermittlung der relevanten Richtung (R) verwendet wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei das Kompressionsschema (K) durch zu mindest einen Kompressionsparameter definiert ist, und
 - wobei das Kompressionsschema (K) abhängig von der relevanten Richtung (R) eingestellt wird, indem der Kompressionsparameter abhängig von der relevanten Richtung (R) verändert wird.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei, sofern das Eingangssignal (E) mehrere gerichtete Eingangssignale (Eger) aufweist, für jede der Richtungen (V, H, L, S) ein jeweiliges Instanzschema für das jeweilige gerichtete Eingangssignal (Eger) abhängig von einem Typ eines Schallsignals in der zugeordneten Richtung (V, H, L, S) eingestellt wird.
5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei das Kompressionsschema (K), insbesondere das Instanzschema, welches eingestellt wird, ausgewählt wird aus einer Menge an Kompressions schemata (K), umfassend: ein Sprachschemata, zur Hervorhebung von Sprachbestandteilen, ein Klang schema, zur Anpassung lediglich an ein Hörprofil eines Nutzers (N) des Hörgeräts (2).
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei das Eingangssignal (E) lediglich dann richtungsabhängig modifiziert wird, wenn in der Umgebung ein gerichtetes Schallsignal erkannt wird, und wobei ansonsten das Eingangssignal (E) richtungs unabhängig modifiziert wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei mehrere Richtungen (V, H, L, S) jeweils als eine relevante Richtung (R) ausgewählt werden.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
 - wobei die Umgebung in genau vier Richtungen (V, H, L, S) unterteilt wird, nämlich vorn (V), hinten (H),

links (L) und rechts (S).

9. Hörgerät (2), welches ausgebildet ist zur Durchführung eines Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

5

Claims

1. Method for operating a hearing aid (2),

- wherein the hearing aid (2) generates an input signal (E) from acoustic signals from the environment,
- wherein the hearing aid (2) comprises a signal processor (4), which is configured to modify the input signal (E) and to thereby generate an output signal (A),
- wherein in order to modify the input signal (E), the signal processor (4) comprises an automatic gain control (10) comprising a compressor (12) operable with a compression scheme (K),
- wherein the environment is subdivided into a plurality of directions (V, H, L, S), one of which is selected as a relevant direction (R) by means of a direction determination unit (14),
- wherein the input signal (E) is modified direction-dependently by operating the compressor (12) with a compression scheme (K) which is set depending on the relevant direction (R), so that acoustic signals from the relevant direction (R) are emphasized over acoustic signals from other directions, **characterized in that**

the compressor (12) comprises a plurality of instances (18), which are operated with different instance schemes, wherein a respective instance scheme is configured for emphasizing a particular type of acoustic signal, wherein the input signal (E) is respectively fed to the plurality of instances (18), which then generate a corresponding number of modified input signals (Emod), which are then combined together to form the output signal (A), wherein a proportion ratio of the modified input signals (Emod) to each other in the output signal (A) is set depending on the relevant direction (R), so that the compression scheme (K) is set as a mixture of the instance schemes,

or
that the input signal (E) comprises a plurality of directional input signals (Eger) each assigned to one of the plurality of directions (V, H, L, S), wherein the compressor (12) comprises an instance (18) for each of the directional input signals (Eger) which is operated with a respective instance scheme, wherein a respective instance (18) is fed to one of the directional input signals (Eger), so that the compression scheme (K) is

set as a mixture of the instance schemes, wherein in each directional input signal (Eger) is modified separately and the modified input signals (Emod) are then mixed together in a mixer (20), wherein a proportion ratio of the modified input signals (Emod) to the output signal (A) is set in such a way that an optimum compression scheme (K) results overall.

- 10 2. Method according to the preceding claim,

wherein the direction determination unit (14) comprises a beamformer, by means of which the environment is subdivided into a plurality of directions (V, H, L, S) and which is used to determine the relevant direction (R).

3. Method according to one of the preceding claims,

wherein the compression scheme (K) is defined by at least one compression parameter, and wherein the compression scheme (K) is set depending on the relevant direction (R) by the compression parameter being modified depending on the relevant direction (R).

4. Method according to one of the preceding claims,

wherein, if the input signal (E) comprises a plurality of directional input signals (Eger), for each of the directions (V, H, L, S), a respective instance scheme for the respective directional input signal (Eger) is set depending on a type of an acoustic signal in the assigned direction (V, H, L, S).

5. Method according to one of the preceding claims,

wherein the compression scheme (K), in particular the instance scheme, which is set, is selected from a set of compression schemes (K) comprising: a speech scheme, for emphasizing speech components, a sound scheme, for adapting only to a listening profile of a user (N) of the hearing aid (2).

6. Method according to one of the preceding claims,

wherein the input signal (E) is modified direction-dependently only if a directional acoustic signal is detected in the environment, and wherein otherwise the input signal (E) is modified direction-independently.

7. Method according to one of the preceding claims,

wherein a plurality of directions (V, H, L, S) are each selected as a relevant direction (R).

8. Method according to one of the preceding claims,

wherein the environment is subdivided into exactly four directions (V, H, L, S), namely front (V), rear (H), left (L) and right (S).

9. Hearing aid (2) configured to perform a method ac-

cording to one of the preceding claims.

Revendications

1. Procédé de fonctionnement d'une aide auditive (2),

- dans lequel l'aide auditive (2) génère un signal d'entrée (E) à partir de signaux sonores de l'environnement,
 - dans lequel l'aide auditive (2) comprend un traitement de signal (4), qui est conçu pour modifier le signal d'entrée (E) et pour générer ainsi un signal de sortie (A),
 - dans lequel, pour modifier le signal d'entrée (E), le traitement de signal (4) comprend un contrôle automatique de gain (10), qui comprend un compresseur (12), qui peut fonctionner avec un schéma de compression (K),
 - dans lequel l'environnement est divisé en une pluralité de directions (V, H, L, S), dont l'une est sélectionnée comme direction pertinente (R) au moyen d'une unité de détermination de direction (14),
 - dans lequel le signal d'entrée (E) est modifié en fonction de la direction en faisant fonctionner le compresseur (12) avec un schéma de compression (K), qui est réglé en fonction de la direction pertinente (R), de sorte que les signaux sonores provenant de la direction pertinente (R) sont accentués par rapport aux signaux sonores provenant d'autres directions,

caractérisé en ce que

le compresseur (12) comprend une pluralité d'instances (18), qui sont exploitées avec différents schémas d'instance, dans lequel un schéma d'instance respectif est conçu pour accentuer un type déterminé de signal sonore, dans lequel le signal d'entrée (E) est fourni respectivement aux une pluralité d'instances (18), qui génèrent ensuite un nombre pluralité correspondante de signaux d'entrée modifiés (Emod), qui sont ensuite combinés ensemble pour former le signal de sortie (A), dans lequel un rapport de proportion des signaux d'entrée modifiés (Emod) les uns par rapport aux autres dans le signal de sortie (A) est réglé en fonction de la direction pertinente (R), de sorte que le schéma de compression (K) est réglé comme un mélange des schémas d'instance, ou

que le signal d'entrée (E) comprend une pluralité de signaux d'entrée directionnels (Eger) associés chacun à l'une de la pluralité de directions (V, H, L, S), dans lequel le compresseur (12) comprend, pour chacun des signaux d'entrée

directionnels (Eger), une instance (18), qui fonctionne avec un schéma d'instance respectif, dans lequel une instance respective (18) reçoit l'un des signaux d'entrée directionnels (Eger), de sorte que le schéma de compression (K) est réglé comme un mélange des schémas d'instance, dans lequel chaque signal d'entrée directionnel (Eger) est modifié séparément et les signaux d'entrée modifiés (Emod) sont ensuite mélangés ensemble dans un mélangeur (20), dans lequel un rapport de proportion des signaux d'entrée modifiés (Emod) au signal de sortie (A) est réglé de telle sorte qu'un schéma de compression optimal (K) en résulte globalement.

2. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel l'unité de détermination de direction (14) comprend un formateur de faisceau, au moyen duquel l'environnement est divisé en une pluralité de directions (V, H, L, S) et qui est utilisé pour déterminer la direction pertinente (R).

3. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

dans lequel le schéma de compression (K) est défini par au moins un paramètre de compression, et

dans lequel le schéma de compression (K) est réglé en fonction de la direction pertinente (R) en modifiant le paramètre de compression en fonction de la direction pertinente (R).

35 4. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
 dans lequel, si le signal d'entrée (E) comprend une pluralité de signaux d'entrée directionnels (Eger), pour chacune des directions (V, H, L, S), un schéma d'instance respectif pour le signal d'entrée directionnel respectif (Eger) est réglé en fonction d'un type de signal sonore dans la direction associée (V, H, L, S).

45 5. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
 dans lequel le schéma de compression (K), en particulier le schéma d'instance, qui est réglé, est sélectionné parmi un ensemble de schémas de compression (K) comprenant : un schéma vocal, pour accentuer des composant vocales, un schéma sonore, pour s'adapter uniquement à un profil d'écoute d'un utilisateur (N) de l'aide auditive (2).

55 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes,
 dans lequel le signal d'entrée (E) est modifié en fonction de la direction uniquement lorsqu'un signal so-

noré directionnel est détecté dans l'environnement, et dans lequel, sinon, le signal d'entrée (E) est modifié indépendamment de la direction.

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

dans lequel une pluralité de directions (V, H, L, S) sont chacune sélectionnées comme une direction pertinente (R).

10

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes,

dans lequel l'environnement est divisé en exactement quatre directions (V, H, L, S), notamment l'avant (V), l'arrière (H), la gauche (L) et la droite (S).

15

9. Aide auditive (2) conçue pour mettre en œuvre un procédé selon l'une des revendications précédentes.

20

25

30

35

40

45

50

55

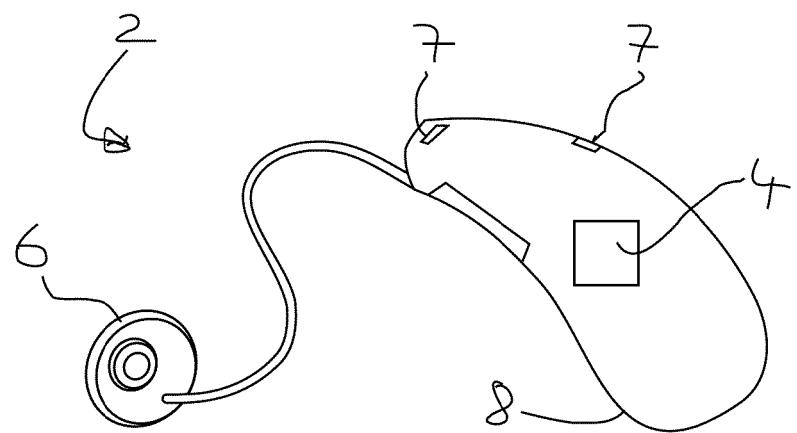


Fig. 1

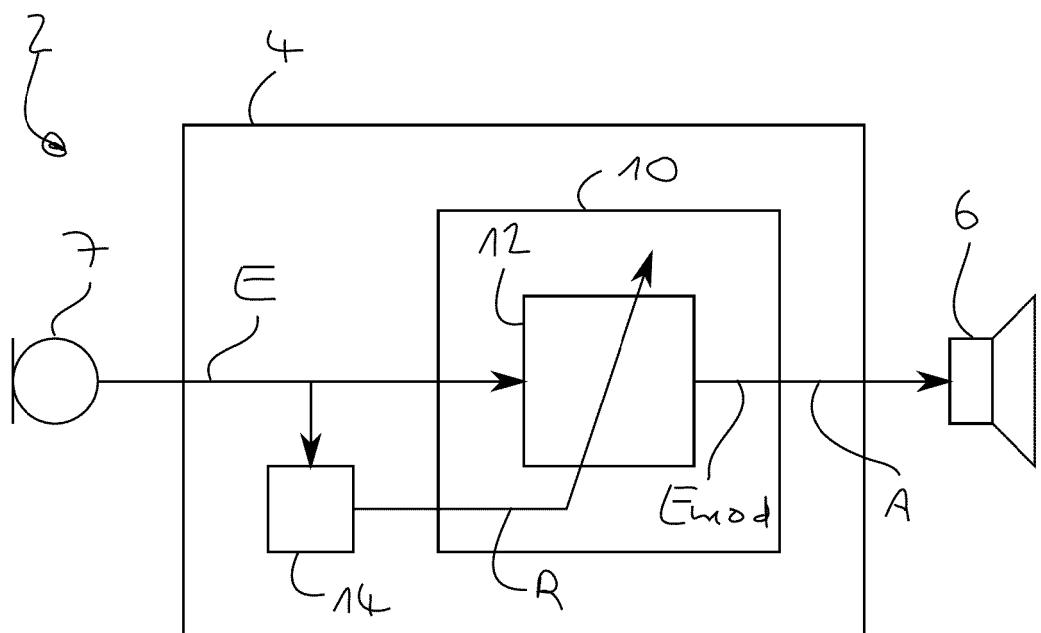


Fig. 2

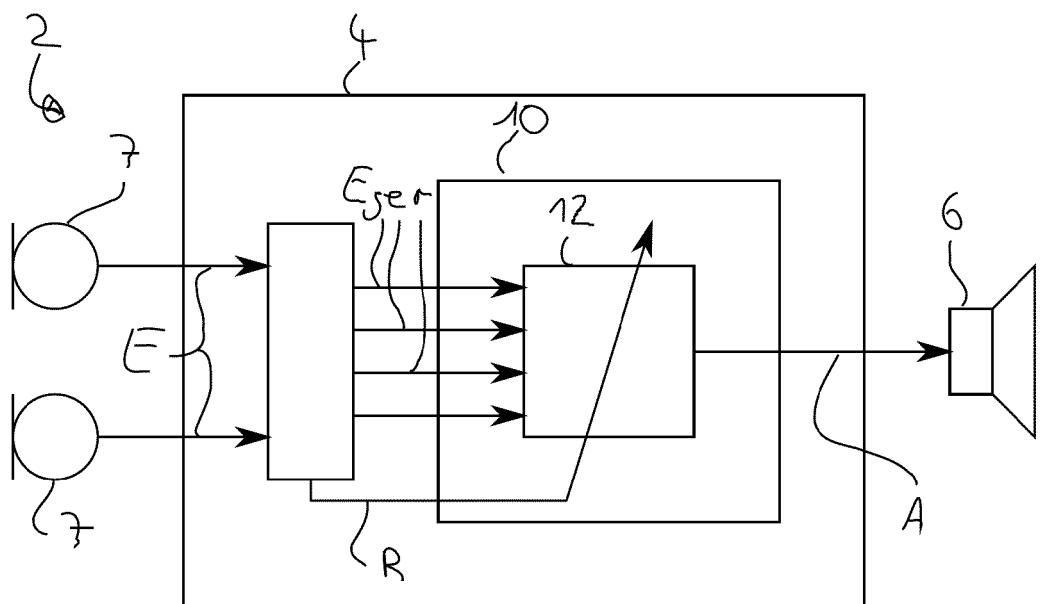


Fig. 3

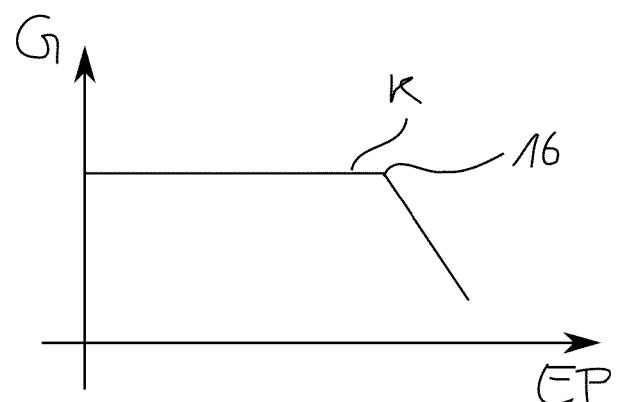


Fig. 4

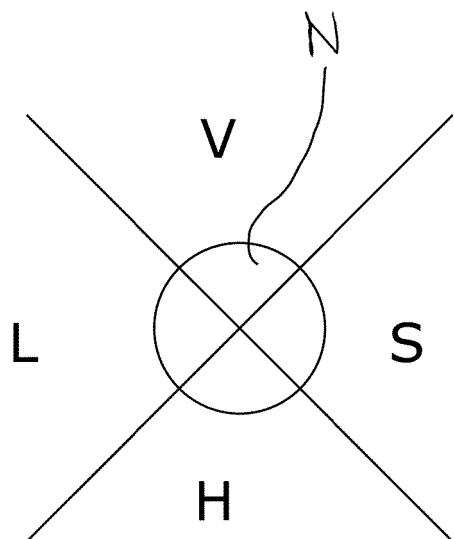


Fig. 5

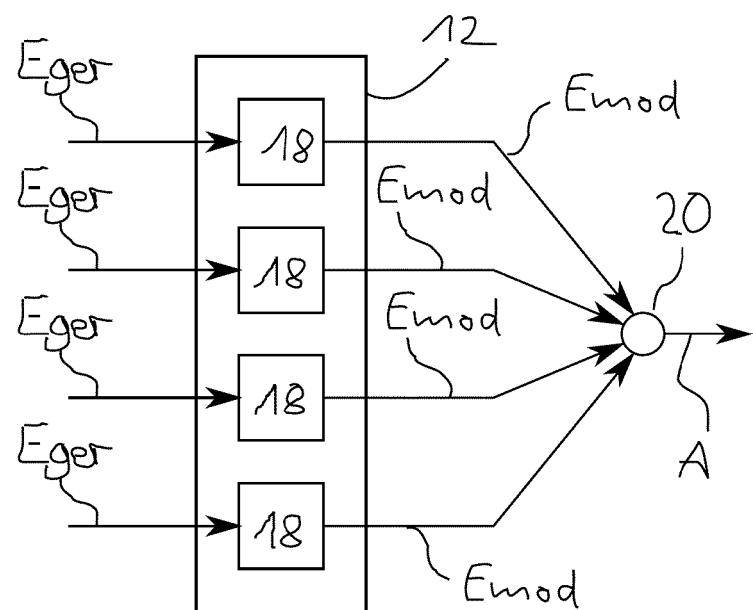


Fig. 6

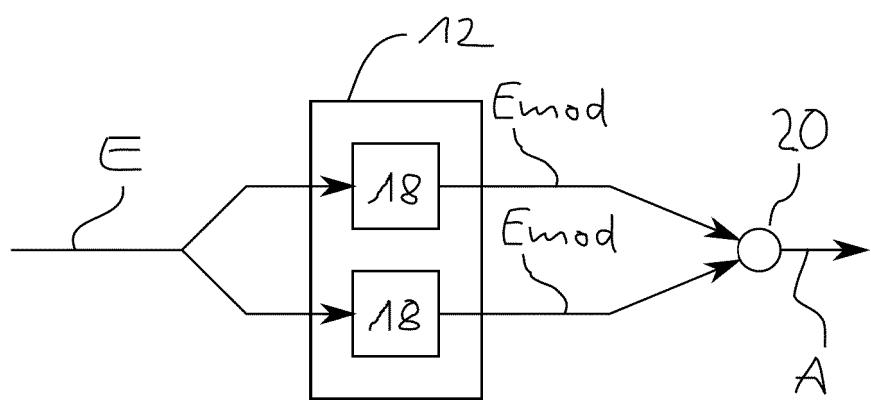


Fig. 7

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

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

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 2544462 A1 **[0006]**
- EP 2544463 A1 **[0007]**