



(11)

EP 2 373 065 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.01.2016 Patentblatt 2016/02

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

(21) Anmeldenummer: **11155306.1**

(22) Anmeldetag: **22.02.2011**

(54) **Hörvorrichtung und Verfahren zum Erzeugen einer omnidirektionalen Richtcharakteristik**

Hearing aid and method for creating an omnidirectional alignment characteristic

Dispositif auditif et procédé de production d'une caractéristique de direction omnidirectionnelle

(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: **17.03.2010 DE 102010011730**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
05.10.2011 Patentblatt 2011/40

(73) Patentinhaber: **Sivantos Pte. Ltd.
Singapore 139959 (SG)**

(72) Erfinder: **Arndt, Georg-Erwin
90587 Obermichelbach (DE)**

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

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2004/057914 WO-A2-2008/071236

EP 2 373 065 B1

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 eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hörvorrichtung gemäß dem Oberbegriff von Patentanspruch 1. Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zum Erzeugen einer omnidirektionalen Richtcharakteristik für eine solche Hörvorrichtung. Unter dem Begriff Hörvorrichtung wird hier insbesondere ein Hörgerät verstanden. Darüber hinaus fallen unter den Begriff aber auch andere tragbare akustische Geräte wie Headsets, Kopfhörer und dergleichen.

[0002] Hörgeräte sind tragbare Hörvorrichtungen, die zur Versorgung von Schwerhörenden dienen. Um den zahlreichen individuellen Bedürfnissen entgegenzukommen, werden unterschiedliche Bauformen von Hörgeräten wie Hinter-dem-Ohr-Hörgeräte (HdO), Hörgerät mit externem Hörer (RIC: receiver in the canal) und In-dem-Ohr-Hörgeräte (IdO), z.B. auch Concha-Hörgeräte oder Kanal-Hörgeräte (ITE, CIC), bereitgestellt. Die beispielhaft aufgeführten Hörgeräte werden am Außenohr oder im Gehörgang getragen. Darüber hinaus stehen auf dem Markt aber auch Knochenleitungshörhilfen, implantierbare oder vibrotaktile Hörhilfen zur Verfügung. Dabei erfolgt die Stimulation des geschädigten Gehörs entweder mechanisch oder elektrisch.

[0003] Hörgeräte besitzen prinzipiell als wesentliche Komponenten einen Eingangswandler, einen Verstärker und einen Ausgangswandler. Der Eingangswandler ist in der Regel ein Schallempfänger, z. B. ein Mikrofon, und/oder ein elektromagnetischer Empfänger, z. B. eine Induktionsspule. Der Ausgangswandler ist meist als elektroakustischer Wandler, z. B. Miniaturlautsprecher, oder als elektromechanischer Wandler, z. B. Knochenleitungshörer, realisiert. Der Verstärker ist üblicherweise in eine Signalverarbeitungseinheit integriert. Dieser prinzipielle Aufbau ist in FIG 1 am Beispiel eines Hinter-dem-Ohr-Hörgeräts dargestellt. In ein Hörgerätegehäuse 1 zum Tragen hinter dem Ohr sind ein oder mehrere Mikrofone 2, 2' zur Aufnahme des Schalls aus der Umgebung eingebaut. Eine Signalverarbeitungseinheit 3, die ebenfalls in das Hörgerätegehäuse 1 integriert ist, verarbeitet die Mikrofonsignale und verstärkt sie. Das Ausgangssignal der Signalverarbeitungseinheit 3 wird an einen Lautsprecher bzw. Hörer 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 erfolgt durch eine ebenfalls ins Hörgerätegehäuse 1 integrierte Batterie 5.

[0004] Bei einer Anordnung von Mikrofonen, wie sie beispielsweise durch die Mikrofone 2 und 2' in dem Beispiel von FIG 1 gebildet ist, ruft ein Schall in der Regel in beiden Mikrofonen 2, 2' ein Mikrofonsignal hervor. Die Mikrofonsignale unterscheiden sich dabei in Abhängigkeit davon, aus welcher Richtung der Schall auf die Anordnung trifft. Indem die einzelnen Mikrofonsignale zu einem einzigen Signal kombiniert werden, lässt sich bei

dem kombinierten Signal eine Dämpfung erreichen, welche von der Einfallsrichtung des Schalls abhängt. Eine solche richtungsabhängige Dämpfung wird Richtwirkung oder Richtcharakteristik der Mikrofonanordnung genannt.

[0005] FIG 2 zeigt einen Signalflussgraphen zu einer typischen Verarbeitung von Mikrofonsignalen, wie sie zum Erzeugen einer solchen Richtwirkung durch eine entsprechende Einrichtung 10 durchgeführt werden kann.

[0006] Die Einrichtung 10 umfasst Verzögerungselemente 20, 22. Mit einem Verzögerungselement lässt sich ein Ausgangssignal erzeugen, das bezüglich eines Eingangssignals derart verändert ist, wie es eine Verzögerung des Signals um eine Zeitdauer τ_i bewirken würde. Dies kann beispielsweise durch eine Veränderung einer Phase von spektralen Komponenten des Signals bewirkt werden. Die Verzögerung τ_i kann beispielsweise auf eine Dauer eingestellt sein, die ein Schall braucht, um den Abstand 36 der Mikrofone 2, 2' zu überwinden.

[0007] Die Einrichtung 10 umfasst des Weiteren Summierer 24, 26, 28 zum Überlagern von jeweils zwei Signalen. Ein Eingangssignal eines Summierers lässt sich vor der Überlagerung dabei invertieren. In FIG 2 ist eine solche Invertierung durch ein Minuszeichen angedeutet. Des Weiteren umfasst die Einrichtung 10 einen Multiplizierer 30 zum Skalieren eines Signals. Bei dem Multiplizierer 30 wird das Signal dazu mit dem Faktor a multipliziert. Das durch die Einrichtung 10 erzeugte Ausgangssignal kann über einen Ausgang 32 an eine nachgeschaltete Einrichtung weitergeleitet werden. Dies kann beispielsweise ein Digital-Analog-Wandler sein, der ein analoges Signal für einen Hörer, wie dem Hörer 4, erzeugt.

[0008] Zum Erzeugen der Richtwirkung werden bei der Einrichtung 10 in einem unteren Signalzweig, einem Kardiodenzweig 34, die Signale der Mikrofone 2 und 2' derart verarbeitet, dass sich an dem Summierer 28 ein Signal ergibt, bei dem eine richtungsabhängige Dämpfung eine kardioidenförmige Richtcharakteristik der Anordnung aus den Mikrofonen 2 und 2' ergibt. Eine solche Kardioiden-Richtcharakteristik ist typisch für eine differenzielle Mikrofonanordnung erster Ordnung. Die Kardioiden-Richtcharakteristik ist hier derart orientiert, dass ein Signal eines Schalls, welcher sich entlang einer Richtung 38 ausbreitet, am geringsten gedämpft wird. Für den Fall, dass ein Benutzer das in FIG 1 gezeigte Hörgerät trägt, entspricht die Richtung 38 derjenigen eines Schalls, welcher frontal von vorne auf den Benutzer trifft.

[0009] Bei der Einrichtung 10 bewirkt ein Anti-Kardiodenzweig 40 eine Richtcharakteristik einer Anti-Kardioiden. Dies bedeutet, dass ein aus der Richtung 38 frontal auf den Benutzer treffender Schall am stärksten gedämpft wird. Dagegen ruft ein Schall, welcher sich entgegen der Richtung 38 ausbreitet, also von hinten auf den Benutzer trifft, das deutlichste Signal im Zweig 40 hervor.

[0010] Durch Auswählen eines Werts für den Faktor a

ist es möglich, den Einfluss des Zweigs 40 auf das Signal am Ausgang 32 zu bestimmen. Wird der Faktor a auf einen Wert von Null, d.h. $a=0$, gesetzt, hat der Anti-Kardioidenzweig 40 keinen Einfluss auf das Ausgangssignal. Dann wird durch die Einrichtung 10 für die Anordnung aus den Mikrofonen 2 und 2' insgesamt eine Kardioiden-Charakteristik erzeugt. Wird der Faktor a dagegen auf einen Wert von Eins gesetzt, gelangen zusätzlich Signale über den Zweig 40 zum Ausgang 32. In diesem Fall ist es bei der Anordnung der Mikrofone 2, 2' egal, aus welcher Richtung der Schall kommt. Ein Signal eines Schalls wird dann immer gleich stark gedämpft. Diese Art von Richtcharakteristik wird omnidirektional genannt.

[0011] Das Verändern einer Richtcharakteristik bei der Einrichtung 10 zwischen einer Kardioiden-Richtcharakteristik und einer omnidirektionalen Richtcharakteristik kann für einen Benutzer eines Hörgeräts sehr wichtig sein. Um sich auf ein Gespräch mit einer Person konzentrieren zu können, welche vor dem Benutzer steht und deren Stimme deshalb aus der Richtung 38 kommt, ist bevorzugt eine gerichtete Schallerfassung erwünscht. Kommt es dagegen darauf an, Geräusche aus allen Richtungen gut wahrnehmen zu können, kann es für einen Benutzer wünschenswert sein, eine omnidirektionale Richtcharakteristik einstellen zu können. **Ein Mikrofon-system mit dem in FIG 2 gezeigten Aufbau ist z. B. aus der WO 2004/057914 A1 bekannt.**

[0012] Die am Beispiel der Einrichtung 10 in FIG 2 erläuterte Wirkungsweise einer Einrichtung zum Erzeugen einer Richtwirkung beruht allerdings stets auf der Annahme, dass ein Schall ungehindert zu allen Mikrofonen der Mikrofonanordnung gelangen kann. Insbesondere bei Hörgeräten ist dies aber nicht immer der Fall. Beispielsweise kann es vorkommen, dass Haare eines Benutzers eine Zugangsöffnung zu einem der Mikrofone abdecken. Dann gelangt der Schall nur gedämpft zu diesem Mikrofon. Dadurch ergibt sich eine veränderte Richtcharakteristik für die Zweige 34 und 40. Es ist somit nicht mehr in der gewünschten Weise möglich, durch Einstellen des Faktors a die Richtcharakteristik der Mikrofonanordnung zwischen einer Kardioiden-Richtcharakteristik und einer omnidirektionalen Richtcharakteristik umzuschalten. Dabei kann es insbesondere vorkommen, dass die omnidirektionale Richtwirkung aufgrund einer Abdeckung eines der Mikrofone 2 oder 2' nicht mehr erzeugt werden kann. Durch die Dämpfung des Schalls an einem der Mikrofone können sich beispielsweise bei der Überlagerung von Signalen in den Summierern 24 oder 26 andere Überlagerungseffekte als die vorgesehenen ergeben.

[0013] Ein weiterer Nachteil kann sich ergeben, wenn das Hörgerät an einem Ohr des Benutzers verrutscht. Dann sind die Mikrofone bezüglich des Kopfes des Benutzers nicht mehr in der vorgesehenen Weise ausgerichtet. Dies kann zu einer Abschattung eines der Mikrofone führen, wodurch Schall ebenfalls nur gedämpft zu diesem Mikrofon gelangt.

[0014] Aus der Druckschrift EP 1 489 882 A3 ist ein Verfahren zum Betrieb eines Hörhilfegeräts bekannt, bei

dem unterschiedliche Richtcharakteristiken einstellbar sind. Das Hörhilfegerät weist drei Mikrofone auf, die paarweise zu Richtmikrofonen erster Ordnung zusammengeschaltet sind. Aus zwei Mikrofoneinheiten mit Richtcharakteristik erster Ordnung wird dann eine Mikrofoneinheit mit Richtcharakteristik zweiter Ordnung gebildet.

[0015] In dem Dokument WO 2008/071236 A2 ist ein Hörsystem beschrieben, bei dem eine Störgeräuschreduktion auf der Grundlage einer adaptiven Filtereinheit ermöglicht ist. Die adaptive Filtereinheit weist einen ersten Eingang für ein verrauschtes Nutzsignal und einen zweiten Eingang für eine Schätzung des Störsignals auf. Mittels einer Umschalteneinrichtung kann der Eingang für das verrauschte Nutzsignal mit unterschiedlichen Mikrofoneinrichtungen gekoppelt werden. Als eine mögliche Mikrofoneinrichtung ist auch ein Beamformer vorgesehen. Auch der Eingang für das Störsignal kann mittels der Umschalteneinrichtung mit einer der Mikrofoneinrichtungen gekoppelt werden. Durch die adaptive Filtereinheit wird das Störsignal skaliert und von dem verrauschten Nutzsignal subtrahiert, um ein verbessertes Nutzsignal zu erhalten.

[0016] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, bei einer Hörvorrichtung eine Funktionsweise dahingehend zu verbessern, dass auch bei einer unvorhergesehenen Lage von Mikrofonen einer Mikrofonanordnung der Hörvorrichtung eine omnidirektionale Richtwirkung der Mikrofonanordnung ermöglicht ist.

[0017] Die Aufgabe wird durch eine Hörvorrichtung gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Sie wird auch durch ein Verfahren zum Erzeugen einer omnidirektionalen Richtcharakteristik gemäß Patentanspruch 8 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Hörvorrichtung sind durch die Unteransprüche gegeben.

[0018] Die erfindungsgemäße Hörvorrichtung weist eine Mikrofonanordnung aus wenigstens einem ersten und einem zweiten Mikrofon sowie eine Einrichtung zum Erzeugen einer Richtwirkung der Mikrofonanordnung auf. Durch Mittel zum Koppeln kann das erste Mikrofon mit einem ersten Eingang der Einrichtung und das zweite Mikrofon mit einem zweiten Eingang der Einrichtung gekoppelt werden. Die Mittel zum Koppeln sind dabei derart ausgelegt, dass das erste Mikrofon zugleich mit beiden Eingängen gekoppelt werden kann. Bei der erfindungsgemäßen Hörvorrichtung ergibt sich der Vorteil, dass eine omnidirektionale Richtcharakteristik bereits allein auf Grundlage eines Signals des ersten Mikrofons erzeugt werden kann. Bei der erfindungsgemäßen Hörvorrichtung kann die Mikrofonanordnung selbstverständlich mehr als zwei Mikrofone umfassen. Dann sind die Mittel zum Koppeln entsprechend dazu ausgelegt, jedes der Mikrofone mit einem jeweiligen Eingang der Einrichtung zu koppeln. Die Mittel zum Koppeln sind zusätzlich dazu ausgelegt, auch das zweite Mikrofon zugleich mit beiden Eingängen zu koppeln. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass die omnidirektionale Richtcharakteristik entweder

mit dem ersten oder mit dem zweiten Mikrofon bewirkt werden kann. Abhängig davon, welches der beiden Mikrofone beispielsweise durch Haare abgedeckt ist, kann dann das andere Mikrofon verwendet werden. Des Weiteren ist es möglich, kontinuierlich zwischen einer Richtcharakteristik mit einer hohen Direktivität, d.h. einer stark ausgeprägten Richtungsselektivität, und der omnidirektionalen Richtcharakteristik überzublenden.

[0019] Beim Erzeugen der omnidirektionalen Richtcharakteristik mittels des einzelnen, ersten Mikrofons wird dessen Signal wie auch bei der gerichteten Schallerfassung über die Einrichtung zum Erzeugen der Richtwirkung geführt. Dadurch ist dem prozessierten Signal die Übertragungscharakteristik dieser Einrichtung sowohl bei der gerichteten als auch bei der ungerichteten Schallerfassung aufgeprägt. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass diejenigen Einrichtungen, die der Einrichtung zum Erzeugen der Richtwirkung nachgeschaltet sind, nicht in Abhängigkeit davon angepasst werden müssen, ob der Schall gerichtet oder ungerichtet erfasst wird.

[0020] Indem die Signale stets über die Einrichtung zum Erzeugen der Richtwirkung geführt sind, werden auch die Phasen der Signale in einzelnen Kanälen einer Analyse-Synthese-Filterbankanordnung durch die Einrichtung zum Erzeugen der Richtwirkung stets in gleicher Weise verändert. Es ist somit möglich, in einem Kanal eine omnidirektionale Schallerfassung und beispielsweise in einem spektral unmittelbar benachbarten Kanal eine gerichtete Schallerfassung bereitzustellen. Indem bei der omnidirektionalen Schallerfassung mittels des einzelnen ersten Mikrofons die Phase des Mikrofonsignals ebenfalls von der Einrichtung zum Erzeugen der Richtwirkung verändert wird, ist sichergestellt, dass die einzelnen Kanäle in der Synthese-Filterbank artefaktfrei miteinander kombiniert werden können.

[0021] Würde die Einrichtung zum Erzeugen der Richtwirkung dagegen für die omnidirektionale Schallerfassung einfach überbrückt, könnte es beim Umschalten zu einem Knacken oder ähnlichen Artefakten kommen.

[0022] Bei den Mitteln zum Koppeln ist bevorzugt ermöglicht, einen Signalpfad vom zweiten Mikrofon zu der Einrichtung zum Erzeugen der Richtcharakteristik wahlweise unterbrechen zu können. Dann kommt es zu keiner Störung des Mikrofonsignals des ersten Mikrofons durch eine Überlagerung mit dem Mikrofonsignal des zweiten Mikrofons. Die Unterbrechung ist dabei wahlweise, d.h. das zweite Mikrofon kann zum Erzeugen einer Richtcharakteristik jederzeit wieder mit der Einrichtung gekoppelt werden.

[0023] Bei einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Hörvorrichtung umfassen die Mittel zum Koppeln ein Verzögerungselement, über welches das erste Mikrofon mit dem zweiten Eingang koppelbar ist. Dadurch wird ein Einfluss von Verzögerungselementen innerhalb der Einrichtung, durch die sich die Richtwirkung erzeugen lässt, kompensiert. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass bei der erfindungsgemäßen Hörvorrichtung die Einrichtung zum Erzeugen der Richtwirkung die gleiche sein kann,

wie sie auch bei Hörgeräten aus dem Stand der Technik verwendet werden. Es muss keine spezielle Einrichtung bereitgestellt werden.

[0024] Ein besonderer Vorteil ergibt sich dabei, wenn das Verzögerungselement ein Bestandteil der Einrichtung selbst ist. Dann muss kein zusätzliches Verzögerungselement bereitgestellt werden, sondern es wird ein bereits durch die Einrichtung zum Erzeugen der Richtwirkung bereitgestelltes Verzögerungselement verwendet. Dies ergibt eine besonders einfach zu realisierende erfindungsgemäße Hörvorrichtung.

[0025] Die Mittel zum Koppeln umfassen bevorzugt wenigstens eine Einrichtung zum Multiplizieren einer Amplitude eines Mikrofonsignals mit einem Gewichtungsfaktor. Der Gewichtungsfaktor kann dabei auch eine komplexe Zahl sein. Durch eine Einrichtung zum Multiplizieren oder Multiplizierer ist es in vorteilhafter Weise ermöglicht, durch Einstellen eines entsprechenden Gewichtungsfaktors einen Grad einer Kopplung eines Mikrofons mit einem der Eingänge durch Einstellen des Gewichtungsfaktors festzulegen. Eine vollständige Entkopplung ergibt sich dabei, wenn der Gewichtungsfaktor gleich Null ist.

[0026] Unter einer teilweisen Kopplung ist in diesem Zusammenhang zu verstehen, dass das Mikrofonsignal eines Mikrofons mit einem Gewichtungsfaktor b gewichtet wird, der zwischen Null und Eins liegt, das heißt es gilt $0 < b < 1$. Ist dieses Mikrofon über die Mittel zum Koppeln zugleich mit mehreren Eingängen der Einrichtung zum Erzeugen der Richtcharakteristik gekoppelt und ist zusätzlich auch das zweite Mikrofon ebenfalls mit mehreren Eingängen gekoppelt, so ergibt sich ein Vorteil, wenn das zweite Mikrofon mit einem Gewichtungsfaktor c gewichtet wird und dabei $c = 1 - b$ gilt. Durch diese Verknüpfung der Gewichtungsfaktoren ergibt sich der Vorteil, dass zum Bewirken einer omnidirektionalen Richtcharakteristik ein Anteil der jeweiligen Mikrofonsignale in einem Ausgangssignal der Einrichtung stufenlos verändert werden kann, ohne dass es dabei zu unerwünschten Nebeneffekten oder Artefakten kommt. Ein solcher Nebeneffekt kann beispielsweise ein unerwünscht lautes Ausgangssignal am Ausgang der Einrichtung sein.

[0027] Die erfindungsgemäße Hörvorrichtung wird auch in vorteilhafter Weise weitergebildet, wenn bei den Mitteln zum Koppeln eine Gewichtung einer Amplitude eines Mikrofonsignals und/oder eine Verzögerung des Mikrofonsignals eine Funktion einer Frequenz des Mikrofonsignals ist. Dadurch ergibt sich der Vorteil, dass ein Verhältnis eines Abstands der Mikrofone zu einer Wellenlänge eines Schalls berücksichtigt werden kann, durch welchen die Mikrofonsignale hervorgerufen werden.

[0028] Zu der Erfindung gehört auch ein Verfahren zum Erzeugen einer omnidirektionalen Richtcharakteristik für eine Hörvorrichtung. Das Verfahren ist dabei für eine solche Hörvorrichtung geeignet, bei welcher Mikrofone einer Mikrofonanordnung mit jeweiligen Eingängen

einer Einrichtung zum Erzeugen einer Richtwirkung der Mikrofonanordnung koppelbar sind. Die Einrichtung weist also für jedes der Mikrofone einen gesonderten Eingang auf, über welchen ein Mikrofonsignal von der Einrichtung empfangen werden kann. Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren werden zum Erzeugen einer omnidirektionalen Richtcharakteristik zwei der Mikrofone mit jeweils zumindest zwei der Eingänge der Einrichtung gekoppelt.

[0029] Wie bei der erfindungsgemäßen Hörvorrichtung wird dadurch der Vorteil erzielt, dass eine omnidirektionale Richtwirkung auf Grundlage eines Mikrofonsignals lediglich eines der Mikrofone erzeugt werden kann. Das erfindungsgemäße Verfahren kann selbstverständlich entsprechend den bereits beschriebenen Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Hörvorrichtung weitergebildet werden. Dann ergeben sich auch die entsprechenden weiteren Vorteile.

[0030] Im Folgenden wird eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung näher erläutert. Dazu zeigt:

FIG 1 eine schematische Darstellung eines Aufbaus eines Hinter-dem-Ohr-Hörgeräts gemäß dem Stand der Technik;

FIG 2 einen Signalfussgraphen einer Signalverarbeitung in einem Hörgerät, durch welche eine Richtwirkung einer Mikrofonanordnung gemäß dem Stand der Technik bewirkt wird; und

FIG 3 einen Signalfussgraphen einer Signalverarbeitung, wie er sich bei einer Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Hörvorrichtung ergibt.

[0031] FIG 3 zeigt einen Signalfussgraphen zu einer Signalverarbeitung, die in einem Hörgerät, beispielsweise einem Hinter-dem-Ohr-Hörgerät, durchgeführt werden kann.

[0032] Das Hörgerät weist eine Anordnung aus zwei Mikrofonen 2, 2' auf, die in ihrer Funktionsweise den in den Figuren 1 und 2 dargestellten Mikrofonen entsprechen. Aus diesem Grund sind in FIG 3 die Mikrofone 2 und 2' mit den gleichen Bezugszeichen versehen. Die in FIG 3 gezeigten Mikrofone 2, 2' können Mikrofone ohne eigene Richtcharakteristik sein, d.h. ein Schall bewirkt dann in jedem der Mikrofone 2, 2' ein Mikrofonsignal, welches unabhängig von einer Richtung ist, aus welcher der Schall auf das jeweilige Mikrofon trifft.

[0033] In dem in FIG 3 gezeigten Beispiel weist das Hörgerät auch eine Einrichtung 10 zum Erzeugen einer Richtwirkung der Anordnung aus den beiden Mikrofonen 2 und 2' auf. Die Einrichtung 10 kann beispielsweise als Signalverarbeitungsprogramm in der Signalverarbeitungseinheit des Hörgeräts bereitgestellt sein. Die Einrichtung 10 entspricht in ihrer Funktionsweise der im Zusammenhang mit FIG 2 erläuterten Einrichtung. Aus diesem Grund sind in FIG 3 Elemente, welche Elementen der in FIG 2 gezeigten Einrichtung entsprechen, mit den-

selben Bezugszeichen wie in FIG 2 versehen.

[0034] Die Mikrofone 2 und 2' sind mit Eingängen 12, 14 der Einrichtung 10 über Mittel 42 zum Koppeln der Mikrofone 2, 2' mit den Eingängen 12, 14 gekoppelt. Die Mittel 42 umfassen Summierer 44, 46 und Multiplizierer 48, 50, 52, 54. Das Mikrofon 2 ist über den Multiplizierer 48 mit dem Summierer 44 gekoppelt. Mit dem Multiplizierer 48 lässt sich das Mikrofonsignal des Mikrofon 2 mit einem Gewichtungsfaktor b gewichten. Das Mikrofon 2' ist über den Multiplizierer 50 mit dem Summierer 44 gekoppelt, wobei sich mit dem Multiplizierer 50 das Mikrofonsignal des Mikrofon 2' mit einem Faktor c gewichten lässt. Der Summierer 44 ist mit dem Eingang 12 der Einrichtung 10 gekoppelt. Das Mikrofon 2' ist über den Multiplizierer 52 mit dem Summierer 46 gekoppelt, wobei der Multiplizierer 52 das Mikrofonsignal mit einem Gewichtungsfaktor d gewichtet.

[0035] Die Mittel 42 umfassen auch das Verzögerungselement 20 der Einrichtung 10. Ein Ausgang des Verzögerungselements 20 ist dabei über den Multiplizierer 54 mit dem Summierer 46 gekoppelt. Durch den Multiplizierer 54 wird das Ausgangssignal des Verzögerungselements 20 mit einem Gewichtungsfaktor e gewichtet. Der Summierer 46 ist mit Eingang 14 der Einrichtung 10 gekoppelt.

[0036] Die Mittel 42 können jeweils eine Vielzahl von weiteren Elementen umfassen, welche in FIG 3 nicht näher dargestellt sind. Beispielsweise können sie jeweils einen Mikrofonvorverstärker und einen Analog-Digital-Wandler umfassen.

[0037] Bei den Mitteln 42 ist es ermöglicht, durch Einstellen der Faktoren b, c, d und e eine omnidirektionale Richtcharakteristik der Anordnung aus den Mikrofonen 2, 2' zu erzeugen. Beispielsweise sind folgende Einstellungen möglich:

Einstellung 1: $b=1$; $c=0$; $d=0$; $e=1$:

[0038] Das Mikrofon 2 ist mit beiden Eingängen 12, 14 gekoppelt. Dabei ist es mit dem Eingang 12 direkt gekoppelt. Mit dem Eingang 14 ist das Mikrofon 2 über das Verzögerungselement 20 gekoppelt. Das Mikrofon 2' ist dagegen nicht mit der Einrichtung 10 gekoppelt. Die Verzögerung τ_i des Verzögerungselements 20 kann einer Laufzeit eines Schallsignals zwischen den beiden Mikrofonen 2 und 2' entsprechen. Dann ergibt sich eine Verzögerung der Signale an den beiden Eingängen 12 und 14, wie sie sich auch ergibt, wenn bei der in FIG 2 gezeigten Mikrofonanordnung ein Schallsignal aus der Richtung 38 auf die Mikrofonanordnung trifft.

[0039] Im Unterschied zu der in FIG 2 gezeigten Anordnung beruht allerdings sowohl das Signal am Eingang 12 als auch das Signal 14 bei der Einstellung 1 auf dem Mikrofonsignal des Mikrofon 2. Dies ist beispielsweise dann von Vorteil, wenn das Hörgerät am Ohr eines Benutzer verrutscht ist und dadurch das Mikrofon 2' abgeschattet wird. In einem solchen Fall lässt sich eine omnidirektionale Richtwirkung mit der Einrichtung 10 allein

nicht mehr bewirken. Durch Entkoppeln des Mikrofons 2' und Koppeln des Mikrofons 2 mit beiden Eingängen 12, 14 der Einrichtung 10 gemäß der Einstellung 1 kann dagegen eine omnidirektionale Richtwirkung bereitgestellt werden.

Einstellung 2: $b=0$; $c=1$; $d=0$; $e=1$:

[0040] Dies ergibt eine vergleichbare Funktionsweise des Hörgeräts wie die Einstellung 1, wobei jedoch hier das Mikrofon 2' mit den Eingängen 12, 14 gekoppelt ist, während das Mikrofon 2 von der Einrichtung 10 entkoppelt ist.

Einstellung 3: $b=1$; $c=0$; $d=1$; $e=0$:

[0041] Durch diese Einstellung ergibt sich durch die Mittel 42 dieselbe Kopplung, wie sie auch durch die Koppellemente 16, 18 bei der in FIG 2 gezeigten Struktur bewirkt werden. Mit anderen Worten ist es mit dem Mittel 42 auch möglich, die Einrichtung 10 in der aus dem Stand der Technik bekannten Weise zu betreiben.

Weitere Einstellungen:

[0042] Selbstverständlich ist es auch möglich, die Faktoren b , c , d und e auf beliebige Werte einzustellen. Auch der Faktor a kann natürlich auf andere Werte als Null und Eins eingestellt werden.

[0043] Genauso kann eine Anpassung der Werte beispielsweise automatisch in Abhängigkeit von Umgebungsparametern erfolgen. Mit anderen Worten werden die Faktoren der Multiplizierer dann adaptiv eingestellt, z.B. in Abhängigkeit von anderen Kontrollparametern während eines Betriebs des Hörgeräts.

[0044] Durch Einstellen eines Werts $0 \leq b \leq 1$ und $c=1-b$ kann sichergestellt werden, dass zwischen einer omnidirektionalen Richtcharakteristik auf Grundlage eines einzelnen Mikrofons einerseits und einer gerichteten Schallerfassung, beispielsweise mit einer Kardioiden-Richtcharakteristik, manuell oder automatisch übergeblendet werden kann, ohne dass es zu störenden Artefakten im Ausgangssignal kommt.

[0045] Durch die Mittel 42 zum Koppeln der Mikrofone 2, 2' mit den Eingängen 12, 14 ist es ermöglicht, lediglich eines der beiden Mikrofone an beide Eingänge der Einrichtung 10 zu koppeln. Anstelle von unterschiedlichen Mikrofonsignalen wird nun eine direktive Verarbeitung von Amplitude und Phase von Signalen in der Einheit 10 auf Grundlage eines einzigen Mikrofonsignals durchgeführt. Dadurch ist sichergestellt, dass auch dann eine omnidirektionale Richtwirkung der Anordnung aus den Mikrofonen 2 und 2' bewirkt werden kann, wenn eines der beiden Mikrofone verdeckt ist oder das Hörgerät verrutscht ist.

[0046] Bei den Mitteln 42 und der Einrichtung 10 können die Verzögerung τ_1 und die Faktoren a , b , c , d und e als eine Funktion einer Frequenz bereitgestellt sein.

Dann ergibt sich für Signalanteile unterschiedlicher Frequenz eine entsprechend unterschiedliche Verarbeitung.

[0047] Durch eine frequenzabhängige und über die Faktoren b , c , d und e einstellbare Kopplung der Mikrofone mit den Eingängen der Einrichtung 10 lässt sich eine omnidirektionale Richtcharakteristik in besonders zuverlässiger Weise bereitstellen. Genauso ist aber auch eine konventionelle Verarbeitung der Signale möglich.

[0048] Eine frequenzabhängige Verarbeitung kann beispielsweise durch Subband-Verarbeitung ermöglicht werden, bei welcher die Mikrofonsignale in einzelne Frequenzkanäle aufgegliedert werden.

[0049] Die in FIG 3 gezeigte Einrichtung 10 zum Erzeugen einer Richtwirkung kann natürlich auch eine andere Anordnung von Verzögerungselementen, Summieren und Multiplizieren sowie weiteren Elemente aufweisen. Dann können andere Richtcharakteristiken als eine Kardioiden-Richtcharakteristik erzeugt werden.

[0050] Durch das Beispiel ist gezeigt, wie ein günstiger Kompromiss bei der Erfüllung der folgenden Anforderungen mithilfe der erfindungsgemäßen Hörvorrichtung ermöglicht ist:

- Bereitstellen einer Richtwirkung einer Mikrofonanordnung;
- Ermöglichen einer großen Verstärkung der Mikrofonsignale;
- Vermeiden von Verrauschung durch die Signalverarbeitung; und
- Anpassen einer Signalverarbeitung an die Geometrie der Mikrofonanordnung.

[0051] Insbesondere ist eine Möglichkeit gezeigt, auch bei unvorhergesehenen Verhältnissen bei der Schallerfassung eine omnidirektionale Richtwirkung einer Mikrofonanordnung sicherzustellen.

40 Patentansprüche

1. Hörvorrichtung mit

- einer Mikrofonanordnung aus wenigstens einem ersten (2) und einem zweiten Mikrofon (2'),
- einer Einrichtung (10) zum Erzeugen einer Richtwirkung der Mikrofonanordnung, und
- Mitteln (42) zum Koppeln des ersten Mikrofons (2) mit einem ersten Eingang (12) der Einrichtung (10) und zum Koppeln des zweiten Mikrofons (2') mit einem zweiten Eingang (14) der Einrichtung (10), wobei
- die Mittel (42) zum Koppeln dazu ausgelegt sind, das erste Mikrofon (2) zugleich mit beiden Eingängen (12, 14) der Einrichtung (10) zu koppeln,
- dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Mittel (42) zum Koppeln zusätzlich dazu

ausgelegt sind, das zweite Mikrofon (2') zugleich mit beiden Eingängen (12, 14) zu koppeln.

2. Hörvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Mittel (42) zum Koppeln ermöglicht ist, einen Signalpfad vom zweiten Mikrofon (2') zur Einrichtung (10) zum Erzeugen der Richtcharakteristik wahlweise zu unterbrechen 5
3. Hörvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (42) zum Koppeln ein Verzögerungselement (20) umfassen, über welches das erste Mikrofon (2) mit dem zweiten Eingang (14) koppelbar ist. 10
4. Hörvorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verzögerungselement (20) ein Bestandteil der Einrichtung (10) zum Erzeugen einer Richtwirkung ist. 15
5. Hörvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (42) zum Koppeln wenigstens eine Einrichtung (48, 50, 52, 54) zum Multiplizieren einer Amplitude eines Mikrofonsignals mit einem Gewichtungsfaktor (b, c, d, e) aufweisen. 20
6. Hörvorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mittel (42) zum Koppeln dazu ausgelegt sind, ein Mikrofonsignal des ersten Mikrofons (2) mit einem Gewichtungsfaktor b zu gewichten, wobei $0 < b < 1$ gilt, und ein Mikrofonsignal des zweiten Mikrofons (2') mit einem Gewichtungsfaktor c, wobei $c = 1 - b$ gilt. 25
7. Hörvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei den Mitteln zum Koppeln eine Gewichtung einer Amplitude eines Mikrofonsignals und/oder eine Verzögerung des Mikrofonsignals eine Funktion einer Frequenz des Mikrofonsignals ist. 30
8. Verfahren zum Erzeugen einer omnidirektionalen Richtcharakteristik für eine Hörvorrichtung, bei welcher Mikrofone (2, 2') einer Mikrofonanordnung mit jeweiligen Eingängen (12, 14) einer Einrichtung (10) zum Erzeugen einer Richtwirkung der Mikrofonanordnung koppelbar sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** 35
zwei der Mikrofone (2, 2') mit jeweils zumindest zwei der Eingänge (12, 14) der Einrichtung (10) gekoppelt werden. 40

Claims

1. Hearing device with

- a microphone array comprising at least a first (2) and a second microphone (2'),
 - an apparatus (10) for producing a directivity of the microphone array, and
 - means (42) for coupling the first microphone (2) to a first input (12) of the apparatus (10) and for coupling the second microphone (2') to a second input (14) of the apparatus (10), wherein
 - the means (42) for coupling are designed to couple the first microphone (2) to both inputs (12, 14) of the apparatus (10) at the same time, **characterized in that**
 - the means (42) for coupling are additionally designed to couple the second microphone (2') to both inputs (12, 14) at the same time.

2. Hearing device according to Claim 1, **characterized in that** the means (42) for coupling allow selective interruption of a signal path from the second microphone (2') to the apparatus (10) for producing the directional characteristic.
3. Hearing device according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the means (42) for coupling comprise a delay element (20), via which the first microphone (2) can be coupled to the second input (14).
4. Hearing device according to Claim 3, **characterized in that** the delay element (20) is a component of the apparatus (10) for producing a directivity.
5. Hearing device according to one of the preceding claims, **characterized in that** the means (42) for coupling have at least one apparatus (48, 50, 52, 54) for multiplying a microphone-signal amplitude by a weighting factor (b, c, d, e).
6. Hearing device according to Claim 5, **characterized in that** the means (42) for coupling are designed to weight a microphone signal of the first microphone (2) by a weighting factor b, where $0 < b < 1$, and to weight a microphone signal of the second microphone (2') by a weighting factor c, where $c = 1 - b$.
7. Hearing device according to one of the preceding claims, **characterized in that**, in the means for coupling, a weighting of a microphone-signal amplitude and/or a delay of the microphone signal is a function of a microphone-signal frequency.
8. Method for producing an omnidirectional directional characteristic for a hearing device, in which microphones (2, 2') of a microphone array can be coupled to respective inputs (12, 14) of an apparatus (10) for producing a directivity of the microphone array, **characterized in that**
 two of the microphones (2, 2') are each coupled to at least two of the inputs (12, 14) of the apparatus

(10).

Revendications

1. Ensemble d'audition présentant :

un agencement de microphones constitué d'au moins un premier microphone (2) et d'un deuxième microphone (2'),
un dispositif (10) qui exerce un effet directionnel sur l'agencement de microphones,
des moyens (42) qui raccordent le premier microphone (2) à une première entrée (12) du dispositif (10) et qui raccordent le deuxième microphone (2') à une deuxième entrée (14) du dispositif (10),
les moyens (42) de raccordement étant conçus pour raccorder également le premier microphone (2) aux deux entrées (12, 14) du dispositif (10),

caractérisé en ce que

les moyens (42) de raccordement sont conçus pour raccorder également le deuxième microphone (2') aux deux entrées (12, 14).

2. Ensemble d'audition selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les moyens (42) de raccordement permettent d'interrompre sélectivement un parcours de signalisation allant du deuxième microphone (2') au dispositif (10) pour former une caractéristique directionnelle.

3. Ensemble d'audition selon les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** les moyens (42) de raccordement comprennent un élément de ralentissement (20) par lequel le premier microphone (2) peut être raccorder à la deuxième entrée (14).

4. Ensemble d'audition selon la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'élément de ralentissement (20) fait partie du dispositif (10) de formation d'un effet directionnel.

5. Ensemble d'audition selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les moyens (42) de raccordement présentent au moins un dispositif (48, 50, 52, 54) de multiplication par un facteur de pondération (b, c, d, e) de l'amplitude des signaux de microphone.

6. Ensemble d'audition selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** les moyens (42) de raccordement sont conçus pour pondérer un signal du premier microphone (2) par un facteur de pondération b, $0 < b < 1$, et un signal du deuxième microphone (2') par un facteur de pondération c, $c = 1 - b$.

7. Ensemble d'audition selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** pour les moyens de raccordement, une pondération de l'amplitude d'un signal de microphone et/ou un ralentissement du signal de microphone sont une fonction de la fréquence du signal de microphone.

8. Procédé de formation d'une caractéristique directionnelle omnidirectionnelle pour un ensemble d'audition, dans lequel des microphones (2, 2') d'un agencement de microphones peuvent être raccordés à des entrées respectives (12, 14) d'un dispositif (10) de formation d'un effet directionnel de l'agencement de microphones, **caractérisé en ce que** deux des microphones (2, 2') sont raccordés chacun à au moins deux des entrées (12, 14) du dispositif (10).

FIG 1
(Stand der Technik)

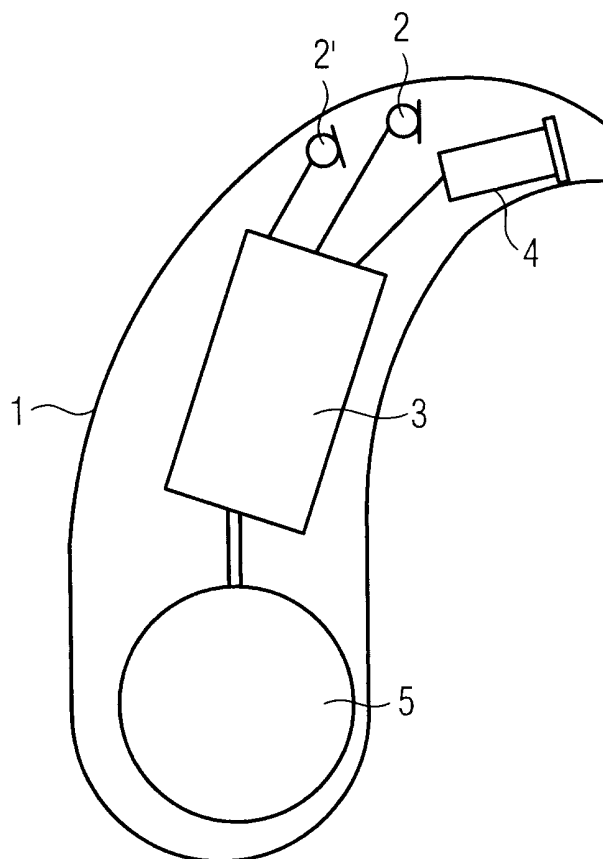


FIG 2
(Stand der Technik)

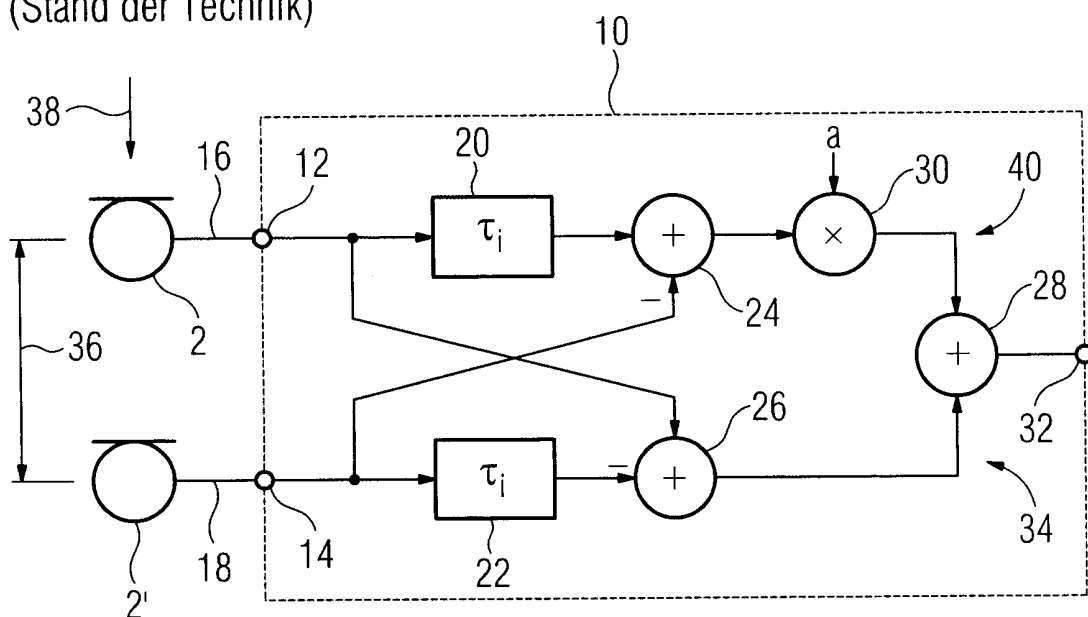
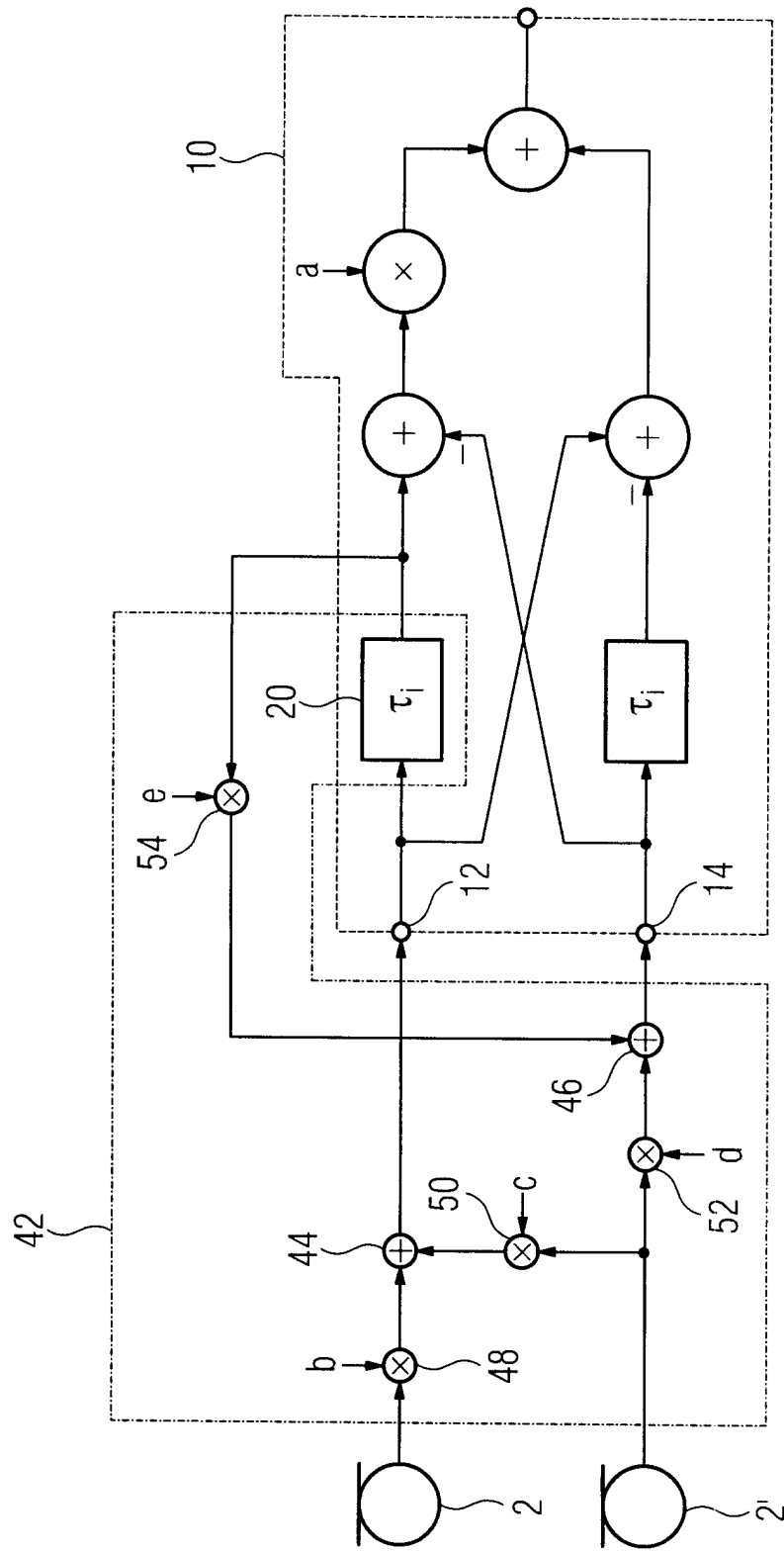


FIG 3



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

- WO 2004057914 A1 [0011]
- EP 1489882 A3 [0014]
- WO 2008071236 A2 [0015]