

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
2. Mai 2013 (02.05.2013)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/060574 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G10K 11/178 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2012/070072
- (22) Internationales Anmeldedatum:
10. Oktober 2012 (10.10.2012)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2011 116 991.5
26. Oktober 2011 (26.10.2011) DE
- (71) Anmelder: AMS AG [AT/AT]; Schloss Premstätten,
Tobelbader Str. 30, A-8141 Unterpremstätten (AT).
- (72) Erfinder: GETHER, Horst; Neusetz 10, A-8345 Straden
(AT).
- (74) Anwalt: EPPING HERMANN FISCHER
PATENTANWALTSGESELLSCHAFT MBH;
Ridlerstraße 55, 80339 München (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW,

BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

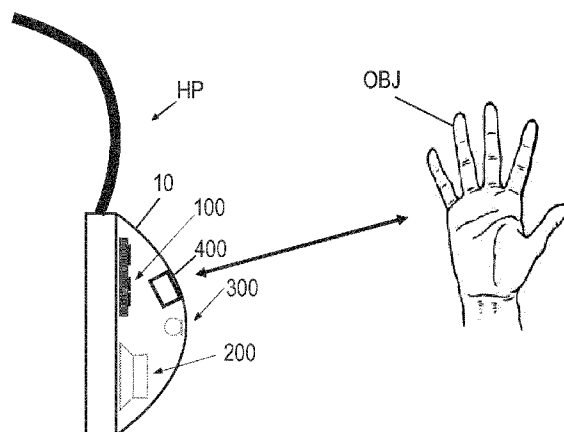
Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: NOISE REDUCTION SYSTEM AND METHOD FOR NOISE REDUCTION

(54) Bezeichnung : GERÄUSCHUNTERDRÜCKUNGSSYSTEM UND VERFAHREN ZUR GERÄUSCHUNTERDRÜCKUNG

Fig 1



(57) Abstract: The invention relates to a noise reduction system for a headphone (HP) that comprises a loudspeaker (200, 210) for emitting a loudspeaker signal, a microphone (300, 310, 320, 330) for picking up a microphone signal, and a proximity sensor (400, 410) for picking up a proximity signal, which contains quantitative information about the distance of an object (OBJ) from the proximity sensor (400, 410). Said noise reduction system has a signal processing device (100), which is set up to generate a compensation signal based on the microphone signal, the generation of the compensation signal comprising filtering by means of an adjustable filter characteristic. The compensation signal is combined with an audio signal in order to generate the loudspeaker signal. The filter characteristic is adapted on the basis of the distance.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2013/060574 A2



Ein Geräuschunterdrückungssystem für einen Kopfhörer (HP), der einen Lautsprecher (200, 210) zum Abgeben eines Lautsprechersignals, ein Mikrofon (300, 310, 320, 330) zum Aufnehmen eines Mikrofonsignals und einen Näherungssensor (400, 410) zum Aufnehmen eines Näherungssignals umfasst, welches eine quantitative Information über eine Entfernung eines Objekts (OBJ) von dem Näherungssensor (400, 410) enthält, weist eine Signalverarbeitungseinrichtung (100) auf. Die Signalverarbeitungseinrichtung (100) ist eingerichtet, ein Kompensationssignal auf der Basis des Mikrofonsignals zu erzeugen, wobei das Erzeugen des Kompensationssignals eine Filterung mit einer einstellbaren Filtercharakteristik umfasst. Das Kompensationssignal wird mit einem Audiosignal kombiniert, um das Lautsprechersignal zu erzeugen. Die Filtercharakteristik wird auf der Basis der Entfernung angepasst.

Beschreibung

Geräuschunterdrückungssystem und Verfahren zur Geräuschunterdrückung

5

Die Erfindung betrifft ein Geräuschunterdrückungssystem für einen Kopfhörer sowie ein Verfahren zur Geräuschunterdrückung für einen Kopfhörer.

10 Bei einigen herkömmlichen Kopfhörern wird eine aktive Geräuschunterdrückung durchgeführt, um störende Fremdgeräusche vom Nutzer des Kopfhörers fernzuhalten. Dazu wird üblicherweise mit einem dafür vorgesehenen Mikrofon ein Signal aufgenommen, welches das zu unterdrückende störende Geräusch als
15 Störsignal enthält. Dieses Signal wird nach entsprechender Bearbeitung in invertierter Form einem Audiosignal überlagert, sodass sich das aufgenommene und bearbeitete Störsignal und das tatsächliche in der Umgebung des Kopfhörers auftretende Störsignal zumindest teilweise gegenseitig auslöschen.

20

Hierfür sind verschiedene Ansätze bekannt. Beispielsweise wird das Mikrofon an der Außenseite des Kopfhörers angebracht, sodass lediglich Geräusche außerhalb des Kopfhörers aufgenommen werden und für die Geräuschunterdrückung zur Verfügung stehen. Ein solches System wird auch als Vorwärtssystem oder Feed Forward-System bezeichnet. Weiterhin ist es möglich, ein Mikrofon im Inneren eines Gehäuses des Kopfhörers anzubringen, sodass von dem Mikrofon sowohl Teile des Lautsprechersignals als auch Umgebungsgeräusche aufgenommen
25 werden. Mit entsprechender Verarbeitung wird wiederum ein Überlagerungssignal gebildet, welches die störenden Umgebungsgeräusche auslöscht.

30

Die Verarbeitung der Mikrofonsignale erfolgt beispielsweise dadurch, dass das Mikrofonsignal auf einem bestimmten Pegel gebracht wird und einer Filterung unterzogen wird. Die Wahl des Pegels und einer Filterfunktion hängen hierbei insbesondere von der speziellen Ausgestaltung des Kopfhörers und der
5 Positionierung des Mikrofons ab.

Wenn durch äußere Einflüsse, beispielsweise Druck auf den Kopfhörer, die Übertragungseigenschaften des Lautsprechers
10 des Kopfhörers beziehungsweise des Mikrofons verändert sind, sind die Parameter zur Bearbeitung des Mikrofonsignals üblicherweise nicht mehr optimal angepasst an die geänderten Verhältnisse. Beispielsweise kann es dazu kommen, dass eine Rückkopplung des überlagerten Ausgleichsignals vom Lautsprecher
15 auf das Mikrofon erfolgt, was zu Oszillationen im Geräuschunterdrückungssystem führt. Dadurch ist die Effektivität des Geräuschunterdrückungssystems beeinträchtigt.

Eine zu lösende Aufgabe besteht darin, ein verbessertes Konzept für eine Geräuschunterdrückung bei einem Kopfhörer anzugeben, welches auch bei geänderten Betriebsparametern eine
20 ausreichende Leistungsfähigkeit ermöglicht.

Diese Aufgabe wird mit dem Gegenstand der unabhängigen Patentansprüche gelöst. Weiterbildungen und Ausgestaltungen
25 sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Beispielsweise wird hierzu bei einem herkömmlichen Kopfhörer mit einem Geräuschunterdrückungssystem zusätzlich ein Näherungssensor vorgesehen, welcher ein Näherungssignal abgibt.
30 Das Näherungssignal enthält beispielsweise Informationen darüber, ob sich ein Objekt in der Nähe des Kopfhörers befindet und insbesondere, wie weit sich dieses Objekt vom Kopfhörer

entfernt befindet. Basierend auf diesem Näherungssignal kann eine Filtercharakteristik, mit der ein Mikrofonsignal des vorhandenen Geräuschunterdrückungsmikrofons verarbeitet wird, angepasst werden. Somit lässt sich eine jeweils günstige Filtercharakteristik einstellen, die an die Umgebungsbedingungen und Übertragungseigenschaften des Kopfhörers angepasst ist. Folglich lässt sich beispielsweise auch die Leistungsfähigkeit der Geräuschunterdrückung im Vergleich zu einem herkömmlichen Kopfhörer mit Geräuschunterdrückung erhöhen. Zudem können Oszillationen und damit eine starke Beeinträchtigung der Geräuschunterdrückung bei ungünstigen Übertragungseigenschaften des Kopfhörers verhindert werden.

In einer Ausführungsform ist ein Geräuschunterdrückungssystem für einen Kopfhörer angegeben, wobei der Kopfhörer einen Lautsprecher zum Abgeben eines Lautsprechersignals, ein Mikrofon zum Aufnehmen eines Mikrofonsignals und einen Näherungssensor zum Aufnehmen eines Näherungssignals umfasst welches eine quantitative Information über eine Entfernung eines Objekts von dem Näherungssensor umfasst. Das Geräuschunterdrückungssystem weist eine Signalverarbeitungseinrichtung auf, die eingerichtet ist, ein Kompensationssignal auf der Basis des Mikrofonsignals zu erzeugen, wobei das Erzeugen des Kompensationssignals eine Filterung mit einer einstellbaren Filtercharakteristik umfasst. Ferner ist die Signalverarbeitungseinrichtung eingerichtet, das Kompensationssignal mit einem Audiosignal zu kombinieren, um das Lautsprechersignal zu erzeugen. Die Signalverarbeitungseinrichtung ist zudem dazu eingerichtet, die Filtercharakteristik auf der Basis des Näherungssignals, insbesondere der Entfernung anzupassen.

Beispielsweise ist der Kopfhörer ein Monokopfhörer, bei dem das Mikrofon an oder in einem Gehäuse für den Lautsprecher

des Kopfhörers angebracht ist. Zudem ist der Näherungssensor derart an dem Kopfhörer angebracht, dass eine Annäherung eines Objekts, welche die Übertragungseigenschaften des Kopfhörers verändern kann, detektiert werden kann. Die Signalverarbeitungseinrichtung, welche beispielsweise in dem Kopfhörer integriert ist, wertet das Näherungssignal aus und verändert in Abhängigkeit der Nähe bzw. Entfernung eines Objekts die Filtercharakteristik, beispielsweise derart, dass die Filtercharakteristik jeweils an die momentanen Übertragungseigenschaften des Kopfhörers angepasst sind. Somit kann das Kompensationssignal jeweils angepasst an die Umgebungsbedingungen des Kopfhörers erzeugt werden.

In verschiedenen Ausführungsformen kann das Geräuschunterdrückungssystem beziehungsweise die Signalverarbeitungseinrichtung auch für einen Stereokopfhörer mit wenigstens zwei Lautsprechern ausgelegt sein, sodass für jeden Audiokanal ein eigenes Mikrofonsignal mit einem separaten Mikrofon aufgenommen wird, um entsprechende Kompensationssignale zu erzeugen. Dementsprechend kann auch für beide Seiten beziehungsweise beide Kanäle des Kopfhörers ein eigener Näherungssensor vorgesehen sein, welche eine Annäherung eines Objekts im Bereich des zugehörigen Lautsprechers beziehungsweise Mikrofons detektiert. Eine Anpassung der jeweiligen Filtercharakteristik für die beiden Stereokanäle kann unabhängig voneinander erfolgen. Im Folgenden wird wegen der einfacheren Darstellung die Beschreibung für einen Kopfhörer mit lediglich einem Audiokanal fortgeführt. Entsprechende Ausführungsformen für einen Stereokopfhörer ergeben sich aber in entsprechender Weise.

30

Die Anpassung der Filtercharakteristik erfolgt beispielsweise dadurch, dass die Signalverarbeitungseinrichtung einen Verstärkungsfaktor der Filtercharakteristik anpasst. Beispiels-

weise wird bei einer größeren Entfernung eines Objekts beziehungsweise bei keinem Objekt in der Nähe des Kopfhörers ein hoher Verstärkungsfaktor der Filtercharakteristik gewählt, sodass das resultierende Kompensationssignal vergleichsweise

5 hohe Anteile eines in dem Mikrofonsignal enthaltenen Störsignals umfasst. Dadurch entsteht beim Nutzer des Kopfhörers der Eindruck einer guten Auslöschung des akustischen Störsignals, sodass die Effizienz des Geräuschunterdrückungssystems erhöht ist.

10

Wenn über das Näherungssignal von der Signalverarbeitungseinrichtung detektiert wird, dass sich ein Objekt in der Nähe des Kopfhörers befindet, sodass es zu Rückkopplungen des Lautsprechersignals auf das Mikrofonsignal kommt, kann der

15 Verstärkungsfaktor der Filtercharakteristik so weit herabgesetzt werden, dass Oszillationen durch die Aufnahme des Kompensationssignals im Mikrofonsignal verhindert werden. Folglich wird eine Überkompensation eines störenden akustischen Signals verhindert und dadurch wiederum eine hohe Effizienz

20 des Geräuschunterdrückungssystems erreicht.

25

Die Anpassung des Verstärkungsfaktors der Filtercharakteristik erfolgt beispielsweise durch Einstellung der Verstärkung eines Mikrofonverstärkers, welcher das aufgenommene Mikrofonsignal verstärkt und vorzugsweise anschließend einer Filte-

25 rung zuführt. Mit anderen Worten umfasst in dieser Ausführungsform die Filtercharakteristik unter anderem die Verstärkung eines Mikrofonverstärkers und eine Übertragungsfunktion eines Filters.

30

Die Anpassung des Verstärkungsfaktors kann in verschiedenen Ausführungsformen lediglich in zwei Stufen erfolgen, beispielsweise durch eine Umschaltung zwischen einer hohen und

einer niedrigen Verstärkung, wenn eine Auswertung des Näherungssignals beispielsweise lediglich ergibt, ob ein Objekt vorhanden ist oder nicht.

5 In verschiedenen Ausführungsformen umfasst das Näherungssignal jedoch auch eine Information über eine Entfernung eines Objekts von dem Näherungssensor. Die Signalverarbeitungseinrichtung ist dabei eingerichtet, den Verstärkungsfaktor auf der Basis der Entfernung stufenweise oder kontinuierlich an-
10 zupassen. Beispielsweise erfolgt eine Auswertung des Näherungssignals derart, dass die Entfernung ermittelt wird und der einzustellende Verstärkungsfaktor in Abhängigkeit der ermittelten Entfernung festgelegt wird, etwa mittels einer Berechnung auf Basis einer bestimmten Funktion. Es ist aber
15 auch möglich, dass für verschiedene vorgegebene Entfernungen beziehungsweise Entfernungsbereiche jeweils entsprechende Verstärkungsfaktoren in einer Tabelle oder dergleichen abgespeichert sind, sodass jeder Entfernung ein bestimmter Verstärkungsfaktor zugeordnet ist.

20

In verschiedenen weiteren Ausführungsformen ist die Signalverarbeitungseinrichtung eingerichtet, eine Übertragungsfunktion der Filtercharakteristik anzupassen. Hierbei wird insbesondere eine Filterfunktion eines Filters angepasst. Durch
25 die Annäherung eines Objekts an den Kopfhörer beziehungsweise dem Näherungssensor können sich bestimmte Frequenzen, insbesondere Grenzfrequenzen oder Eckfrequenzen im Übertragungsverhalten des Kopfhörers verändern. Diese Änderungen können sich zum einen durch eine Frequenzverschiebung auszeichnen,
30 zum anderen aber auch durch die Änderung einer Amplitude in einer Übertragungsfunktion bei einer bestimmten Frequenz auswirken. Um diese Änderungen bei der Kompensation der Störgeräusche zu berücksichtigen, ist es vorteilhaft, die Übertra-

gungsfunktion des Filters, mit dem das Mikrofonsignal gefiltert wird, in entsprechender Weise an geänderte Bedingungen anzupassen. Folglich wird wiederum die Effizienz des Geräuschunterdrückungssystems erhöht.

5

Die Anpassung der Übertragungsfunktion kann auf der Basis verschiedener gespeicherter und vorab bestimmter Übertragungsfunktionen erfolgen. Beispielsweise ist die Signalverarbeitungseinrichtung eingerichtet, die Übertragungsfunktion
10 aus einer Gruppe von wenigstens zwei gespeicherten Übertragungsfunktionen auf der Basis der Entfernung auszuwählen.

In verschiedenen Ausführungsformen umfasst der Näherungssensor wenigstens eines der folgenden: einen kapazitiven Näherungssensor, einen auf Infrarotstrahlung basierenden Näherungssensor,
15 einen Helligkeitssensor, einen Drucksensor.

Bei einem kapazitiven Näherungssensor wird beispielsweise die Änderung der kapazitiven Eigenschaften an einer Elektrode beziehungsweise zwischen zwei Elektroden detektiert, welche
20 durch die Nähe eines Objekts, beispielsweise einer menschlichen Hand, ausgelöst wird.

Bei einem auf Infrarotstrahlung basierenden Näherungssensor wird beispielsweise mit einer Infrarotquelle, beispielsweise einer Leuchtdiode mit Lichtstrahlung im Infrarotbereich, ein Quellsignal ausgesendet, welches von einem Objekt in der Nähe reflektiert wird und schließlich von einem für Infrarotstrahlung empfindlichen Sensor, beispielsweise einem Fototransistor oder einer Fotodiode, aufgenommen wird. Das Maß der reflektierten Infrarotstrahlung beziehungsweise der aufgenommenen Infrarotstrahlung ermöglicht einen Rückschluss über die
30 Nähe eines Objekts zu dem Näherungssensor.

Bei einem Helligkeitssensor kann beispielsweise die Nähe eines Objekts aufgrund einer sich verändernden Helligkeit detektiert werden. Bei einem Drucksensor kann beispielsweise
5 der Druck auf den Sensor beziehungsweise dem Kopfhörer, auf dem der Drucksensor angebracht ist, ermittelt werden, wobei das Vorhandensein eines bestimmten Drucks auf die Nähe eines Objekts zu dem Näherungssensor schließen lässt.

10 Die verschiedenen beschriebenen Näherungssensoren können auch kombiniert werden, um beispielsweise eine präzisere Information über die Nähe eines Objekts zu erhalten. Zudem können auch andere Sensoren verwendet werden, welche die Detektion eines sich annähernden oder in der Nähe befindenden Objekts
15 ermöglichen.

In verschiedenen Ausführungsformen ist die Signalverarbeitungseinrichtung als integrierte Schaltung auf einem Halbleiterkörper ausgebildet. Eine solche integrierte Signalverarbeitungseinrichtung kann beispielsweise in dem Kopfhörer
20 und/oder in einer Zuleitung des Kopfhörers angeordnet sein. Beispielsweise umfasst hierzu das Geräuschunterdrückungssystem den Kopfhörer selbst. In anderen Ausgestaltungsformen ist das Geräuschunterdrückungssystem beispielsweise in ein Audio-
25 gerät, insbesondere ein mobiles Audiogerät integriert, wobei entsprechende Leitungen für das Lautsprechersignal, das Mikrofonsignal und das Näherungssignal für jeden Audiokanal von dem Kopfhörer zu dem Audiogerät geführt sind, beziehungsweise
30 entsprechende Anschlüsse für solche Leitungen vorgesehen sind.

Der Näherungssensor ist beispielsweise an einem Gehäuse des Kopfhörers angeordnet, insbesondere an einer Außenseite des

Gehäuses. Das Gehäuse umfasst beispielsweise den Lautsprecher und das Mikrofon.

Die verschiedenen Ausführungsformen des Geräuschunterdrückungssystems können auch in einem Verfahren zur Geräuschunterdrückung für einen Kopfhörer implementiert sein, der einen Lautsprecher zum Abgeben eines Lautsprechersignals, ein Mikrofon zum Aufnehmen eines Mikrofonsignals mit einem Näherungssensor zum Aufnehmen eines Näherungssignals umfasst, welches eine quantitative Information über eine Entfernung eines Objekts von dem Näherungssensor umfasst. Bei dem Verfahren wird ein Kompensationssignal auf der Basis des Mikrofonsignals erzeugt, wobei das Erzeugen des Kompensationssignals eine Filterung mit einer einstellbaren Filtercharakteristik umfasst. Das Kompensationssignal wird mit einem Audiosignal kombiniert, um das Lautsprechersignal zu erzeugen. Die Filtercharakteristik wird auf der Basis des Näherungssignals, insbesondere der Entfernung angepasst. Durch die Anpassung der Filtercharakteristik auf der Basis des Näherungssignals lässt sich in Abhängigkeit der Nähe eines Objekts zu dem Kopfhörer beziehungsweise dem Näherungssensor eine geeignete Filtercharakteristik für eine Geräuschunterdrückung auswählen, um eine hohe Effizienz bei der Geräuschunterdrückung zu erreichen.

25

Beispielsweise umfasst das Anpassen der Filtercharakteristik ein stufenweises oder kontinuierliches Anpassen eines Verstärkungsfaktors der Filtercharakteristik auf der Basis der Entfernung. Alternativ oder zusätzlich ist es möglich, dass das Anpassen der Filtercharakteristik ein Auswählen einer Übertragungsfunktion der Filtercharakteristik aus einer Gruppe von wenigstens zwei gespeicherten Übertragungsfunktionen auf der Basis der Entfernung umfasst.

30

Verschiedene weitere Ausgestaltungsformen des beschriebenen Verfahrens ergeben sich unmittelbar aus den zuvor beschriebenen Ausführungsformen des Geräuschunterdrückungssystems.

5

Die Erfindung wird nachfolgend an mehreren Ausführungsbeispielen anhand von Figuren näher erläutert. Gleiche Bezugszeichen kennzeichnen hierbei Elemente oder Bauteile gleicher Funktion. Soweit sich Schaltungsteile oder Bauelemente in ihrer Funktion entsprechen, wird deren Beschreibung nicht in jeder der folgenden Figuren wiederholt.

Es zeigen:

15 Figur 1 eine schematische Darstellung eines Ausführungsbeispiels eines Geräuschunterdrückungssystems für einen Kopfhörer,

20 Figur 2 verschiedene Ausführungsformen eines Geräuschunterdrückungssystems für einen Kopfhörer,

Figur 3 Blockschaltbilder verschiedener Ausführungsformen eines Geräuschunterdrückungssystems,

25 Figur 4 ein Frequenzdiagramm mit beispielhaften Übertragungsfunktionen,

30 Figur 5 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform eines Geräuschunterdrückungssystems für einen Kopfhörer,

Figur 6 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform eines Geräuschunterdrückungssystems für einen Kopfhörer,

5 Figur 7 eine schematische Darstellung einer weiteren Ausführungsform eines Geräuschunterdrückungssystems für einen Kopfhörer,

Figur 8 ein Blockschaltbild einer weiteren Ausführungsform
10 eines Geräuschunterdrückungssystems, und

Figur 9 ein Blockschaltbild einer weiteren Ausführungsform eines Geräuschunterdrückungssystems.

15 Figur 1 zeigt eine schematische Darstellung eines Kopfhörers HP mit einem Geräuschunterdrückungssystem. Der Kopfhörer HP umfasst ein Gehäuse 10, in dem eine Signalverarbeitungseinrichtung 100, ein Lautsprecher 200, ein Mikrofon 300 sowie ein Näherungssensor 400 angeordnet sind. Das Mikrofon 300 ist
20 bezüglich seiner Aufnahmerichtung nach außen gerichtet, um vorzugsweise Geräusche außerhalb des Gehäuses 10 aufzunehmen und ein entsprechendes Mikrofonsignal zu erzeugen. Der Lautsprecher 200 dient zum Abgeben eines Lautsprechersignals, welches insbesondere von der Signalverarbeitungseinrichtung
25 100 auf der Basis eines extern zugeführten Audiosignals und des Mikrofonsignals erzeugt wird. Über den Näherungssensor 400 kann ein Näherungssignal aufgezeichnet werden, welches eine Entfernung eines Objekts OBJ zu dem Kopfhörer HP beziehungsweise dem Gehäuse 10 umfasst. Das Objekt OBJ ist hier
30 beispielsweise als menschliche Hand dargestellt. Eine Information in dem Näherungssignal über die Entfernung des Objekts OBJ kann eine quantitative Information über die Entfernung umfassen. Es ist aber auch möglich, dass diese Information

lediglich eine qualitative Information über die Entfernung des Objekts OBJ beinhaltet, beispielsweise, ob das Objekt OBJ in der Nähe vorhanden ist oder nicht.

5 In der in Figur 1 dargestellten Ausführungsform ist das Geräuschunterdrückungssystem ein vorwärts koppelndes System oder Feed Forward-System, bei dem das Mikrofonsignal insbesondere ein Störgeräusch außerhalb des Kopfhörers HP beziehungsweise des Gehäuses 10 umfasst, welches von dem Geräusch-
10 unterdrückungssystem mit einer einstellbaren Filtercharakteristik gefiltert wird, um ein Kompensationssignal zu erzeugen. Dieses Kompensationssignal wird in der Signalverarbeitungseinrichtung 100 dem extern zugeführten Audiosignal überlagert, um das Lautsprechersignal zu erzeugen, welches über
15 den Lautsprecher 200 abgegeben wird. Der Anteil des Kompensationssignals im Lautsprechersignal überlagert sich für den Nutzer des Kopfhörers HP mit dem externen Störgeräusch derart, dass sich die jeweiligen akustischen Wellen zumindest teilweise gegenseitig auslöschen.

20

Das extern zugeführte Audiosignal kommt beispielsweise von einem Audiogerät, insbesondere einem mobilen Audiogerät wie einem MP3-Player, einem Mobiltelefon oder dergleichen. Die Filtercharakteristik, mit der das Mikrofonsignal verarbeitet
25 wird, ist abhängig von den Gegebenheiten am Kopfhörer HP, insbesondere den Übertragungseigenschaften zwischen dem Lautsprecher 200 und dem Mikrofon 300, der Gestaltung des Gehäuses 10 et cetera. Diese Gegebenheiten können sich im Betrieb des Kopfhörers HP jedoch verändern. Daher wird bei herkömmlichen
30 Geräuschunterdrückungssystemen üblicherweise eine Filtercharakteristik gewählt, welche für viele verschiedene Gegebenheiten geeignet ist. Jedoch ist bei solchen herkömmlichen Geräuschunterdrückungssystemen die Filtercharakteristik

wegen der universellen Verwendbarkeit nicht jeweils optimal an die vorhandene Gegebenheit angepasst.

Bei der dargestellten Ausführungsform wird daher von der Sig-
5 nalverarbeitungseinrichtung 100 das von dem Näherungssensor
400 aufgezeichnete Näherungssignal ausgewertet, um eine Ver-
änderung der Gegebenheiten am Kopfhörer HP beziehungsweise
dem Gehäuse 10 zu detektieren. Die Filtercharakteristik wird
entsprechend der detektierten Gegebenheit angepasst. Dement-
10 sprechend erfolgt eine Anpassung der Filtercharakteristik auf
der Basis des Näherungssignals. Somit wird erreicht, dass ei-
ne jeweils an die vorhandene Gegebenheit angepasste Filter-
charakteristik zur Verarbeitung des Mikrofonsignals verwendet
wird. Dadurch ist die Leistungsfähigkeit des Geräuschunter-
15 drückungssystems erhöht. Eine Anpassung der Filtercharakte-
ristik kann beispielsweise dadurch erfolgen, dass ein Ver-
stärkungsfaktor, mit dem das Mikrofonsignal verarbeitet wird,
verändert wird. Zudem ist es möglich, dass eine Filterüber-
tragungsfunktion der Filtercharakteristik verändert wird.

20

Beim Betrieb des Geräuschunterdrückungssystems beziehungsweise
des Kopfhörers HP ist bei der in Figur 1 dargestellten
Ausführungsform in der Regel keine Kopplung zwischen dem
Lautsprecher 200 und dem Mikrofon 300 vorhanden, sodass das
25 Mikrofonsignal keine oder nur vernachlässigbare Anteile des
Lautsprechersignals enthält. Bei sich verändernden Gegeben-
heiten, beispielsweise durch die Nähe eines Objekts, kann ei-
ne solche Kopplung entstehen, sodass Teile des Lautsprecher-
signals, welche wiederum das Kompensationssignal enthalten,
30 über das Mikrofonsignal aufgenommen werden. Dadurch kann es
zu Oszillationen im Lautsprechersignal kommen, welche die
Leistungsfähigkeit des Geräuschunterdrückungssystems verrin-
gern und den Höreindruck beim Benutzer des Kopfhörers HP ver-

schlechtern. Wenn das Geräuschunterdrückungssystem bzw. die Signalverarbeitungseinrichtung 100 auf der Basis des Näherungssignals eine solche Nähe des Objekts OBJ und damit eine Veränderung der Gegebenheiten erkennt, kann der Verstärkungsfaktor des Mikrofonsignals verringert werden, sodass der Oszillationseffekt verhindert beziehungsweise beseitigt wird. Wenn jedoch kein Objekt in der Nähe des Kopfhörers 10 ist und damit keine oder nur eine vernachlässigbare Kopplung zwischen Lautsprecher 200 und Mikrofon 300 besteht, kann der Verstärkungsfaktor für das Mikrofonsignal vergrößert werden, um so einen höheren Grad der Kompensation des Steuersignals zu erreichen. Insbesondere im Vergleich zu einem herkömmlichen Geräuschunterdrückungssystem mit fest eingestelltem Verstärkungsfaktor kann somit die Effizienz des Geräuschunterdrückungssystems verbessert werden.

In ähnlicher Weise können sich durch die Nähe eines Objekts auch frequenzabhängige Übertragungseigenschaften am Kopfhörer verändern, welche eine Änderung der Filterübertragungsfunktion für die Filterung des Mikrofonsignals vorteilhaft machen. Dementsprechend lässt sich an eine vorhandene Gegebenheit angepasst eine jeweilige Filterfunktion auswählen beziehungsweise einstellen, mit der eine möglichst gute Verarbeitung des Mikrofonsignals möglich wird.

25

Während in Figur 1 lediglich ein Geräuschunterdrückungssystem für einen einzigen Audiokanal dargestellt ist, sind in Figur 2 verschiedene Ausführungsformen eines Kopfhörers HP mit einem Geräuschunterdrückungssystem dargestellt, welche ein Stereosystem mit zwei Audiokanälen verwirklichen. Hierbei ist in Figur 2A eine Ausführungsform eines Geräuschunterdrückungssystems mit einer Vorwärtskopplung, in Figur 2B eine Ausführungsform eines Geräuschunterdrückungssystems mit einer Rück-

30

kopplung, und in Figur 2C ein Geräuschunterdrückungssystem mit einer kombinierten Vorwärtskopplung und Rückkopplung dargestellt.

5 Neben den bereits zu Figur 1 beschriebenen Elementen umfasst die Ausführungsform in Figur 2A für den zweiten Audiokanal einen zweiten Lautsprecher 210, ein zweites, nach außen gerichtetes Mikrofon 310 sowie einen zweiten nach außen gerichteten Näherungssensor 410, welche in beziehungsweise an einem
10 Gehäuse 20 angeordnet sind. In dem Gehäuse 20 ist zudem eine Batterie 500 vorgesehen, welche beispielsweise zur Spannungsversorgung des Geräuschunterdrückungssystems dient.

Eine Verarbeitung der beiden Audiokanäle erfolgt unabhängig
15 voneinander. Insbesondere wird die Filtercharakteristik jedes Kanals in Abhängigkeit des jeweiligen Näherungssignals, welches von den Näherungssensoren 400, 410 aufgenommen wird, angepasst. Die Art und Weise der Anpassung entspricht jedoch auch für den zweiten Audiokanal dem für Figur 1 beschriebenen.
20

Das in Figur 2B dargestellte Geräuschunterdrückungssystem mit einer Rückkopplung des Mikrofonsignals umfasst abweichend zu den zuvor dargestellten Ausführungsformen nach innen gerichtete Mikrofone 320, 330, welche ein Geräusch im Inneren des
25 Gehäuses 10, 20 aufnehmen. Dementsprechend umfasst das jeweilige Mikrofonsignal sowohl Anteile von externen Störgeräuschen als auch des Lautsprechersignals. Die Anteile des Lautsprechersignals werden jedoch bei der Verarbeitung des Mikrofonsignals eliminiert, beispielsweise durch Herausrechnen
30 oder schaltungstechnische Verarbeitung. Wiederum erfolgt eine Filterung des Mikrofonsignals, um ein Kompensationssignal zu erhalten, welches dem externen Audiosignal überlagert wird.

Eine Anpassung der Filtercharakteristik erfolgt wie bei den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen.

In Figur 2C ist ein Geräuschunterdrückungssystem dargestellt, bei dem eine Vorwärtskopplung und eine Rückwärtskopplung kombiniert sind. Dazu sind sowohl nach außen gerichtete Mikrofone 300, 310 als auch nach innen gerichtete Mikrofone 320, 330 vorgesehen. Die jeweiligen Mikrofonensignale werden entsprechend der vorherigen Beschreibung verarbeitet und miteinander kombiniert, um mit entsprechender Filterung das jeweilige Kompensationssignal zu erzeugen. Auch bei dieser Ausführungsform erfolgt eine Anpassung der jeweiligen Filtercharakteristik auf der Basis der jeweils zugeordneten Näherungssignale entsprechend der zuvor beschriebenen Ausführungsformen.

15

Figur 3 zeigt Blockschaltbilder verschiedener Ausführungsformen einer Signalverarbeitungseinrichtung 100 mit angeschlossenem Lautsprecher 200, Mikrofon 300 und Näherungssensor 400. Dabei ist in Figur 3A eine Ausführungsform mit einer Vorwärtskopplung dargestellt, während in Figur 3B eine Ausführungsform mit einer Rückkopplung gezeigt ist.

20

Die Signalverarbeitungseinrichtung 100 umfasst einen Mikrofonverstärker 110, der eingangsseitig mit dem Mikrofon 300 zur Zuführung des Mikrofonensignals verbunden ist. Ein Ausgang des Mikrofonverstärkers 110 ist mit einer Filtereinheit 120 verbunden. Die Signalverarbeitungseinrichtung 100 umfasst ferner einen Signalverstärker 130, dem eingangsseitig ein Audiosignal, insbesondere als Nutzsinal zugeführt wird. Ein Ausgang des Signalverstärkers 130 ist mit einem Summenglied 140 verbunden, dessen zweiten Eingang ein Ausgangssignal der Filtereinheit 120 in negativer Form zugeführt wird. Ein Ausgang des Summenglieds 140 ist über einen Ausgangsverstärker

25

30

150 mit dem Lautsprecher 200 gekoppelt. Die Signalverarbeitungseinrichtung 100 umfasst ferner eine Anpasseinheit 160, die eingangsseitig mit dem Näherungssensor 400 verbunden ist. Die Anpasseinheit ist mit dem Mikrofonverstärker 110 und der
5 Filtereinheit 120 verbunden, um diese einstellen zu können. Insbesondere ist die Anpasseinheit 160 eingerichtet, einen Verstärkungsfaktor des Mikrofonverstärkers 110 anzupassen und eine Filterübertragungsfunktion der Filtereinheit 120 einzustellen.

10

Im Betrieb der Signalverarbeitungseinrichtung 100 wird dementsprechend in Abhängigkeit des Näherungssignals, welches von dem Näherungssensor 400 geliefert wird, der Verstärkungsfaktor und/oder die Filterübertragungsfunktion eingestellt.

15

Das Mikrofonsignal wird mit dem jeweiligen Verstärkungsfaktor über den Mikrofonverstärker 110 verstärkt und der Filtereinheit 120 mit der entsprechenden Filterübertragungsfunktion gefiltert. Das daraus resultierende Kompensationssignal wird von dem über den Signalverstärker 130 verstärkten Audiosignal
20 im Summierglied 140 abgezogen, um mit anschließender Verstärkung durch den Ausgangsverstärker 150 das Lautsprechersignal für den Lautsprecher 200 zu erzeugen. Eine Anpassung des Verstärkungsfaktors beziehungsweise der Filterübertragungsfunktion erfolgt gemäß den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen und ist daher an dieser Stelle nicht weiter erläutert.
25 Der Verstärkungsfaktor und die Filterübertragungsfunktion bilden gemeinsam die Filtercharakteristik, welche zur Filterung des Mikrofonsignals verwendet wird.

30

Bei der in Figur 3B dargestellten Ausführungsform ist das Mikrofon 320 im symbolisch dargestellten Gehäuse 10 zusammen mit dem Lautsprecher 200 angeordnet. Zusätzlich zu den in Figur 3A erläuterten Elementen weist die Signalverarbeitungs-

einrichtung 100 in Figur 3B ein weiteres Summierglied 170 auf, welches zwischen den Mikrofonverstärker 110 und die Filtereinheit 120 geschaltet ist. Über das weitere Summierglied wird der Anteil des Lautsprechersignals, der auf dem extern
5 zugeführten Audiosignal basiert, von dem verstärkten Mikrofonsignal abgezogen, welches ebenfalls Anteile des Audiosignals enthält. Wiederum wird das durch die Filterung resultierende Kompensationssignal im Summierglied 140 von dem verstärkten Audiosignal abgezogen, um das zu verstärkende Laut-
10 sprechersignal für den Lautsprecher 200 zu erhalten.

Wie zuvor für die Ausführungsform in Figur 3A beschrieben, ist die Anpasseinheit 160 eingerichtet, die Filtercharakteristik, insbesondere den Verstärkungsfaktor des Mikrofonverstärkers 110 und die Filterübertragungsfunktion der Filter-
15 einheit 120, auf der Basis des Näherungssignals anzupassen.

Figur 4 zeigt ein Frequenzdiagramm von Übertragungsfunktionen TR, TF für eine Filterung des Mikrofonsignals. Hierbei stellt
20 die Übertragungsfunktion TR eine beispielsweise per Messung bestimmte optimale Übertragungsfunktion für die Filterung dar, während die Übertragungsfunktion TF eine daraus resultierende praktische Implementierung des Filters kennzeichnet. Die in dem Frequenzdiagramm dargestellten Pfeile geben an,
25 dass bei sich verändernden Gegebenheiten am Kopfhörer sich die Lage beziehungsweise der Verlauf der optimalen Filterübertragungsfunktion TR sowohl frequenzmäßig als auch amplitudenmäßig verändern kann. Wenn beispielsweise durch die Nähe eines Objekts zu dem Kopfhörer sich die optimale Übertra-
30 gungsfunktion TR derart verändert, dass die Amplitude bei einer bestimmten Frequenz absinkt, kann bei unveränderter Filterübertragungsfunktion TF des resultierenden Filters eine Überkompensation entstehen, welche zu dem zuvor beschriebenen

Oszillieren des Geräuschunterdrückungssystems führt. Dementsprechend kann durch die Auswertung des Näherungssignals die Filterübertragungsfunktion TF derart angepasst werden, dass das Oszillieren wiederum verhindert wird. Dies kann beispielsweise durch Anpassung des Verstärkungsfaktors über die gesamte Frequenzbandbreite geschehen. Alternativ oder zusätzlich kann jedoch auch die Filterübertragungsfunktion TF derart angepasst werden, dass lediglich bei einzelnen Frequenzen eine geringere Übertragungsamplitude erzielt wird.

10

Dazu sind beispielsweise in der Signalverarbeitungseinrichtung 100 beziehungsweise der Anpasseinheit 160 verschiedene Verstärkungsfaktoren beziehungsweise verschiedene Übertragungsfunktionen gespeichert. In Abhängigkeit einer Präsenz eines Objekts am Kopfhörer beziehungsweise einer bestimmten Entfernung des Objekts vom Kopfhörer kann somit eine Auswahl einer der gespeicherten Verstärkungsfaktoren beziehungsweise Übertragungsfunktionen erfolgen.

20

Der Näherungssensor kann auf verschiedenen Technologien basieren. Beispielsweise zeigt Figur 5 eine Ausführungsform, bei dem der Näherungssensor als kapazitiver Näherungssensor ausgeführt ist, wobei durch die Nähe des Objekts OBJ eine Veränderung in den kapazitiven Eigenschaften zwischen den dargestellten Elektroden bewirkt wird. Über einen derartigen kapazitiven Näherungssensor 400 kann sowohl die Präsenz eines Objekts OBJ festgestellt werden, als auch eine konkrete Entfernung des Objekts OBJ zu dem Näherungssensor 400. Beispielsweise umfasst das vom Näherungssensor 400 abgegebene Näherungssignal eine Information über die Entfernung zu dem Objekt OBJ.

30

Figur 6 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Geräuschunterdrückungssystems, bei dem der Näherungssensor als Infrarotsensor ausgeführt ist. Insbesondere basiert eine Ermittlung des Näherungssignals auf der Aussendung und Detektion von Infrarotstrahlung. Beispielsweise wird über eine Infrarotlichtquelle, etwa eine Leuchtdiode mit Strahlung im Infrarotbereich, Infrarotstrahlung ausgesendet, welche von dem Objekt OBJ reflektiert wird. Die reflektierte Infrarotstrahlung wird von einem entsprechenden Detektor aufgenommen, etwa einem Fototransistor oder einer Fotodiode, wobei die Menge der detektierten Infrarotstrahlung auf die Entfernung des Objekts schließen lässt. In der dargestellten Ausführungsform sind mehrere Sensorelemente vorgesehen, die jeweils Strahlung aussenden und detektieren, um eine höhere räumliche Abdeckung zu erhalten. Das Aussenden der Infrarotstrahlung erfolgt beispielsweise pulsförmig.

Figur 7 zeigt eine weitere Ausführungsform eines Geräuschunterdrückungssystems für einen Kopfhörer, wobei der Kopfhörer HP hierbei als Kopfsprechgarnitur, beispielsweise als Bluetooth-Kopfsprechgarnitur ausgebildet ist. Dabei ist neben dem Mikrofon zur Aufnahme des Mikrofonsignals ein weiteres Mikrofon vorgesehen, welches beispielsweise die Sprache des Nutzers aufnimmt. Durch die offene Bauart der Kopfsprechgarnitur ist es grundsätzlich möglich, dass Teile des Lautsprecher Signals beziehungsweise des vom Lautsprecher 200 abgegebenen akustischen Signals von dem Mikrofon 300 aufgenommen werden, sodass grundsätzlich eine unerwünschte Rückkopplung auftreten kann, die zu Oszillationen führt. Durch die beschriebenen Ausführungsformen des Geräuschunterdrückungssystems kann beispielsweise durch entsprechende Absenkung des Verstärkungsfaktors für das Mikrofonsignal das Auftreten von Oszillationen verhindert werden, wenn beispielsweise durch die Nähe ei-

nes Objekts das vom Lautsprecher 200 abgegebene Signal an dem Objekt reflektiert wird und vom Mikrofon 300 aufgenommen wird.

5 In Figur 8 und Figur 9 sind verschiedene Ausführungsformen einer Signalverarbeitungseinrichtung 100 mit angeschlossenem Näherungssensor 400 als Blockschaltbild dargestellt. Die dargstellten Ausführungsformen sind jeweils für die Verarbei-
10 tung von zwei Kanälen von Audiosignalen ausgelegt. Die Signalverarbeitungseinrichtung 100 umfasst jeweils einen Block ANC, der wesentliche Teile der zuvor beschriebenen Signalverarbeitung für das Mikrofonsignal und das Lautsprechersignal durchführt. An dem Block ANC ist jeweils ein Filternetzwerk FN angeschlossen, welches mit externen Filterkomponenten EFN
15 verbunden ist. Ferner ist der Block ANC über Mikrofonverstärker 110, 115 mit Mikrofonen 300, 310 sowie über Ausgangsverstärker 150, 155 mit Lautsprechern 200, 210 verbunden. Der Block ANC sowie die Verstärker 110, 115, 150, 155 werden von einer Energieversorgungseinheit PMU versorgt. An dem Block
20 ANC ist auch eine digitale Kontrolleinheit DCTRL1 angeschlossen, welche über einen Schnittstellenblock PROXI mit dem Näherungssensor 400 gekoppelt ist.

Der Näherungssensor 400 umfasst einen entsprechenden Ausgangsschnittstellenblock PROXO, der mit dem Schnittstellenblock PROXI verbunden ist. Ferner ist in dem Näherungssensor 400 ebenfalls eine digitale Kontrolleinheit DCTRL2 vorgesehen, welche mit einem Signalverarbeitungsblock SP verbunden ist. Eine Energieversorgung des Näherungssensors 400 erfolgt
30 über eine entsprechende Energieversorgungseinheit PMU.

Bei der in Figur 8 dargestellten Ausführungsform basiert der Näherungssensor 400 auf Infrarotstrahlung, entsprechend der

in Figur 6 dargestellten Ausführungsform. Dazu wird über dem Block DCTRL2 eine Ansteuerung einer Infrarotleuchtdiode über einen entsprechenden Block IRLED durchgeführt. Ferner ist an einen BIAS-Block eine Fotodiode angeschlossen, deren Signal über einen Analog/Digital-Wandler ADC an den Signalverarbeitungsblock SP weitergegeben wird. Das resultierende Näherungssignal wird nach entsprechender Verarbeitung über die Schnittstellenblöcke PROXO, PROXI der Signalverarbeitungseinrichtung 100 zugeführt.

10

Bei der in Figur 9 dargestellten Ausführungsform basiert die Ermittlung des Näherungssignals auf einer kapazitiven Messung. Dazu weist der Näherungssensor 400 in Abwandlung zu der Ausführungsform in Figur 8 ein Elektrodeninterface ELINT auf, welches über entsprechende Analog/Digital-Wandler ADC beziehungsweise Digital/Analog-Wandler DAC mit dem Signalverarbeitungsblock SP gekoppelt ist. An das Elektrodeninterface ELINT sind beispielsweise mehrere Elektroden angeschlossen, über die im Betrieb eine Veränderung der kapazitiven Eigenschaften an den Elektroden gemessen werden kann.

20

Die verschiedenen dargestellten Ausführungsformen können beliebig kombiniert werden. Insbesondere können verschiedene Arten von Näherungssensoren 400 nebeneinander eingesetzt werden, um die Genauigkeit bei der Ermittlung des Näherungssignals zu erhöhen. Anstelle eines auf Infrarotstrahlung basierenden Näherungssensors oder eines kapazitiven Näherungssensors können alternativ oder zusätzlich auch ein Helligkeitssensor oder ein Drucksensor als Näherungssensor verwendet werden. Insbesondere bei einem Drucksensor kann die direkte Berührung des Kopfhörers detektiert werden, welche üblicherweise zu einer Veränderung der Übertragungseigenschaften im

30

Kopfhörer führt. Beispielsweise wird bei großem Druck der Verstärkungsfaktor für das Mikrofonsignal reduziert.

Weiterhin kann in verschiedenen Abwandlungen zu den in Figur 5 8 und Figur 9 dargestellten Ausführungsformen eine Kopplung zwischen dem Näherungssensor 400 und der Signalverarbeitungseinrichtung 100 auch über eine zwischengeschaltete Recheneinheit erfolgen. Weiterhin ist es möglich, dass die Signalverarbeitungseinrichtung 100 und der Näherungssensor 400 in einer gemeinsamen Schaltung integriert sind, sodass auf die Schnittstellenblöcke PROXI, PROXO verzichtet werden kann. Dementsprechend können direkt an die integrierte Schaltung die kapazitiven Elektroden beziehungsweise die Infrarotstrahlungsquelle und der Infrarotdetektor angeschlossen werden.

15

In den zuvor dargestellten Ausführungsformen ist die Signalverarbeitungseinrichtung 100 jeweils in einem Gehäuse des Kopfhörers HP integriert dargestellt. Jedoch ist es auch möglich, dass die Signalverarbeitungseinrichtung 100, insbesondere als auf einem Halbleiter integrierte Schaltung in einer Zuleitung des Kopfhörers eingebaut ist. Weiterhin ist es möglich, dass die Signalverarbeitungsschaltung auch direkt in einem Audiogerät vorgesehen wird, an welches der Kopfhörer angeschlossen werden kann. Hierbei sind die entsprechenden Lautsprechersignale, Mikrofonsignale und Näherungssignale von dem Kopfhörer an das Audiogerät beziehungsweise vom Audiogerät weg zu führen.

20
25

Patentansprüche

1. Geräuschunterdrückungssystem für einen Kopfhörer (HP),
der einen Lautsprecher (200, 210) zum Abgeben eines Laut-
5 sprechersignals, ein Mikrofon (300, 310, 320, 330) zum
Aufnehmen eines Mikrofonsignals und einen Näherungssensor
(400, 410) zum Aufnehmen eines Näherungssignals umfasst,
welches eine quantitative Information über eine Entfer-
nung eines Objekts (OBJ) von dem Näherungssensor (400,
10 410) umfasst, das Geräuschunterdrückungssystem aufweisend
eine Signalverarbeitungseinrichtung (100), die eingerich-
tet ist
- ein Kompensationssignal auf der Basis des Mikrofonsignals
zu erzeugen, wobei das Erzeugen des Kompensationssignals
15 eine Filterung mit einer einstellbaren Filtercharakteris-
tik umfasst;
 - das Kompensationssignal mit einem Audiosignal zu kombi-
nieren, um das Lautsprechersignal zu erzeugen; und
 - die Filtercharakteristik auf der Basis der Entfernung an-
20 zupassen.
2. Geräuschunterdrückungssystem nach Anspruch 1,
bei dem die Signalverarbeitungseinrichtung (100) einge-
25 richtet ist, einen Verstärkungsfaktor der Filtercharakte-
ristik auf der Basis der Entfernung stufenweise oder kon-
tinuierlich anzupassen.
3. Geräuschunterdrückungssystem nach Anspruch 1 oder 2,
bei dem die Signalverarbeitungseinrichtung (100) einge-
30 richtet ist, eine Übertragungsfunktion der Filtercharak-
teristik aus einer Gruppe von wenigstens zwei gespeicher-
ten Übertragungsfunktionen auf der Basis der Entfernung
auszuwählen.

4. Geräuschunterdrückungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem der Näherungssensor (400, 410) wenigstens eines der folgenden umfasst:
- 5 - einen kapazitiven Näherungssensor;
- eine auf Infrarot-Strahlung basierenden Näherungssensor;
- einen Helligkeitssensor;
- einen Drucksensor.
- 10 5. Geräuschunterdrückungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die Signalverarbeitungseinrichtung (100) als integrierte Schaltung auf einem Halbleiterkörper ausgebildet ist.
- 15 6. Geräuschunterdrückungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, ferner umfassend den Kopfhörer (HP).
7. Geräuschunterdrückungssystem nach Anspruch 6, bei dem die Signalverarbeitungseinrichtung (100) in dem
20 Kopfhörer (HP) und/oder in einer Zuleitung des Kopfhörers (HP) angeordnet ist.
8. Geräuschunterdrückungssystem nach Anspruch 6 oder 7, bei dem der Näherungssensor (400, 410) an einem Gehäuse (10)
25 des Kopfhörers (HP) angeordnet ist.
9. Verfahren zur Geräuschunterdrückung für einen Kopfhörer (HP), der einen Lautsprecher (200, 210) zum Abgeben eines Lautsprechersignals, ein Mikrofon (300, 310, 320, 330)
30 zum Aufnehmen eines Mikrofonsignals und einen Näherungssensor (400, 410) zum Aufnehmen eines Näherungssignals umfasst, welches eine quantitative Information über eine

Entfernung eines Objekts (OBJ) von dem Näherungssensor (400, 410) umfasst, das Verfahren umfassend:

- Erzeugen eines Kompensationssignals auf der Basis des Mikrofonsignals, wobei das Erzeugen des Kompensationssignals eine Filterung mit einer einstellbaren Filtercharakteristik umfasst;
- Kombinieren des Kompensationssignals mit einem Audiosignal, um das Lautsprechersignal zu erzeugen; und
- Anpassen der Filtercharakteristik auf der Basis der Entfernung.

10. Verfahren nach Anspruch 9,

bei dem das Anpassen der Filtercharakteristik ein stufenweises oder kontinuierliches Anpassen eines Verstärkungsfaktors der Filtercharakteristik auf der Basis der Entfernung umfasst.

11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,

bei dem das Anpassen der Filtercharakteristik ein Auswählen einer Übertragungsfunktion der Filtercharakteristik aus einer Gruppe von wenigstens zwei gespeicherten Übertragungsfunktionen auf der Basis der Entfernung umfasst.

Fig 1

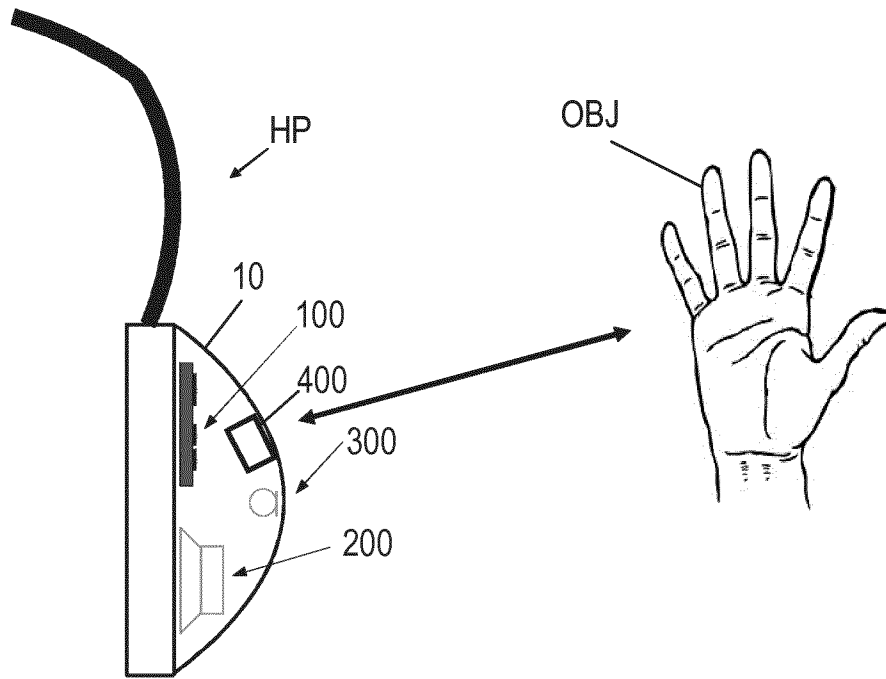


Fig 2A

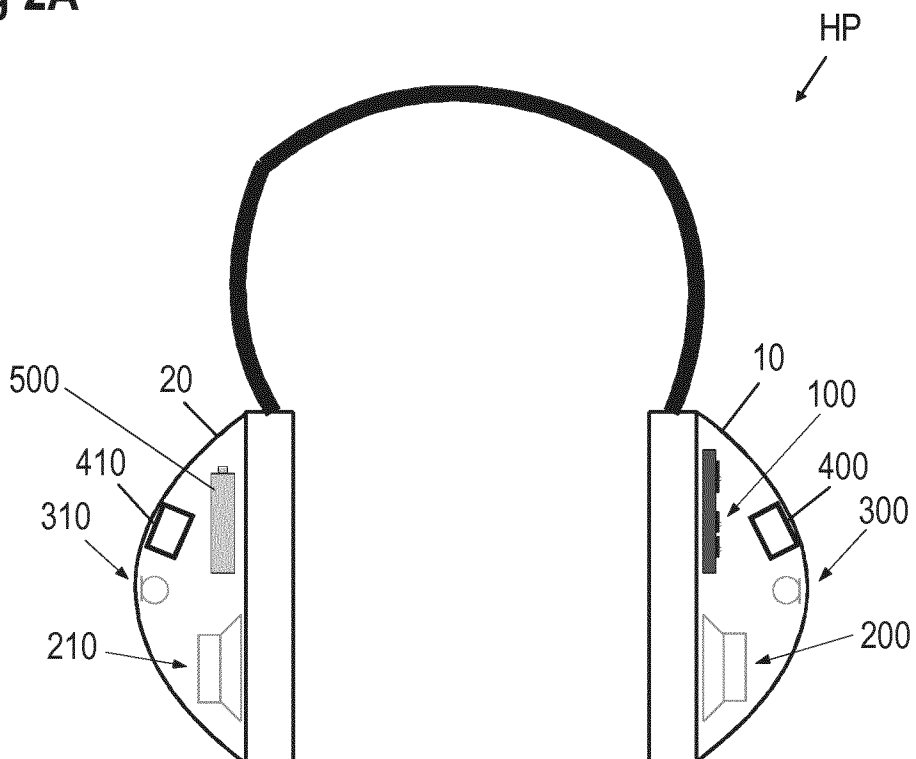


Fig 2B

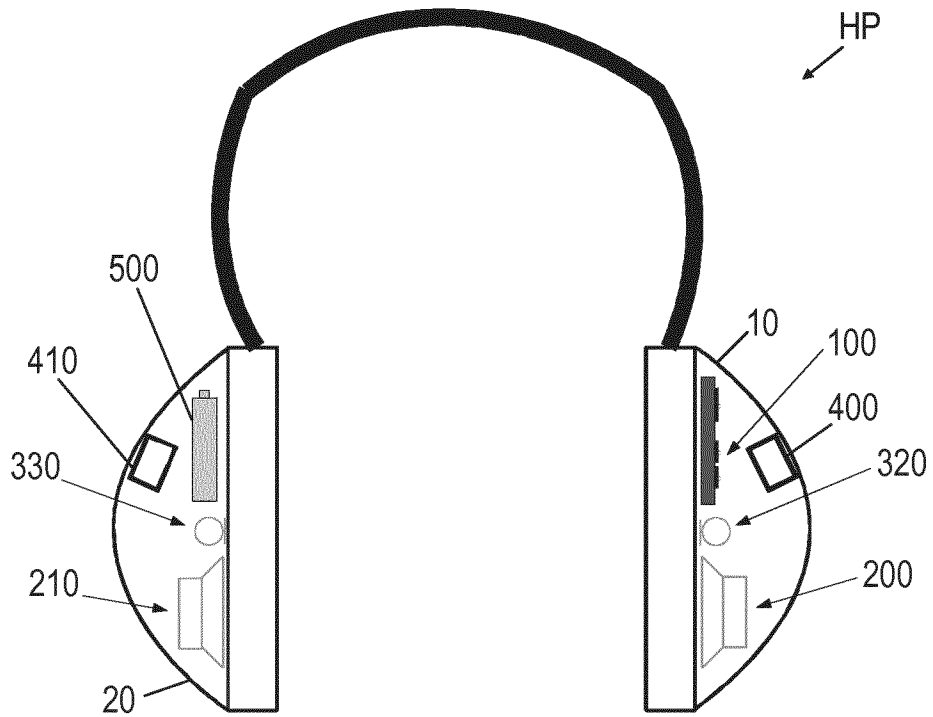


Fig 2C

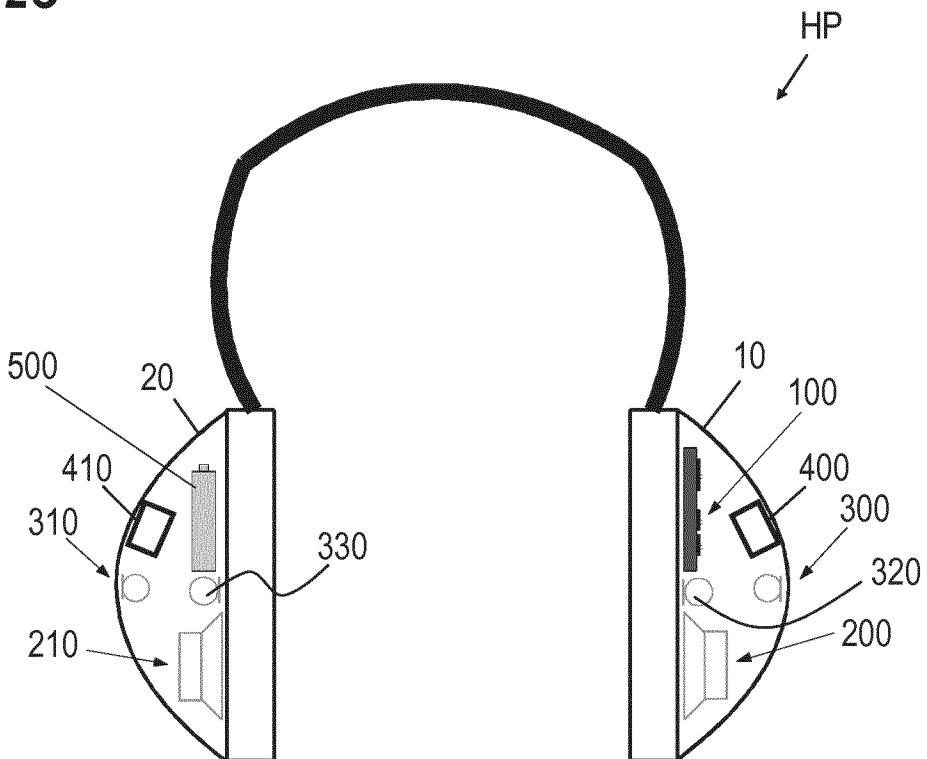


Fig 3A

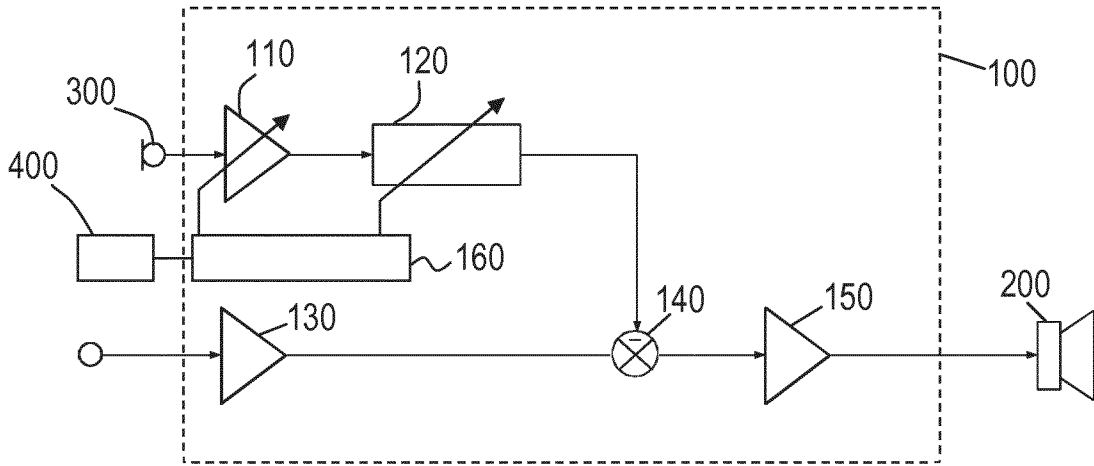


Fig 3B

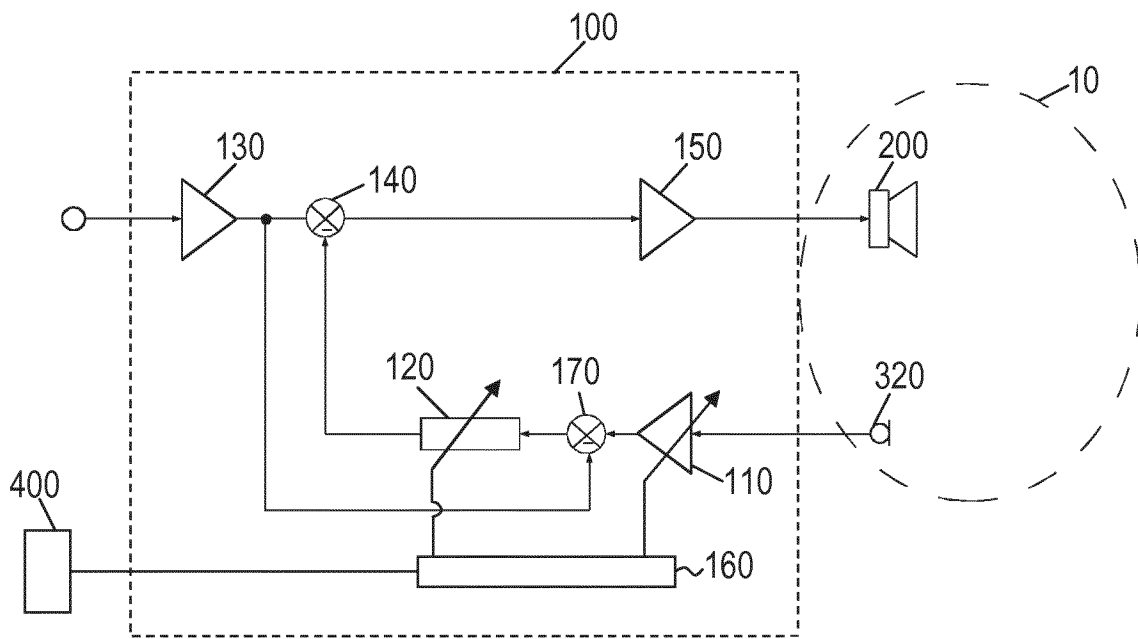


Fig 4

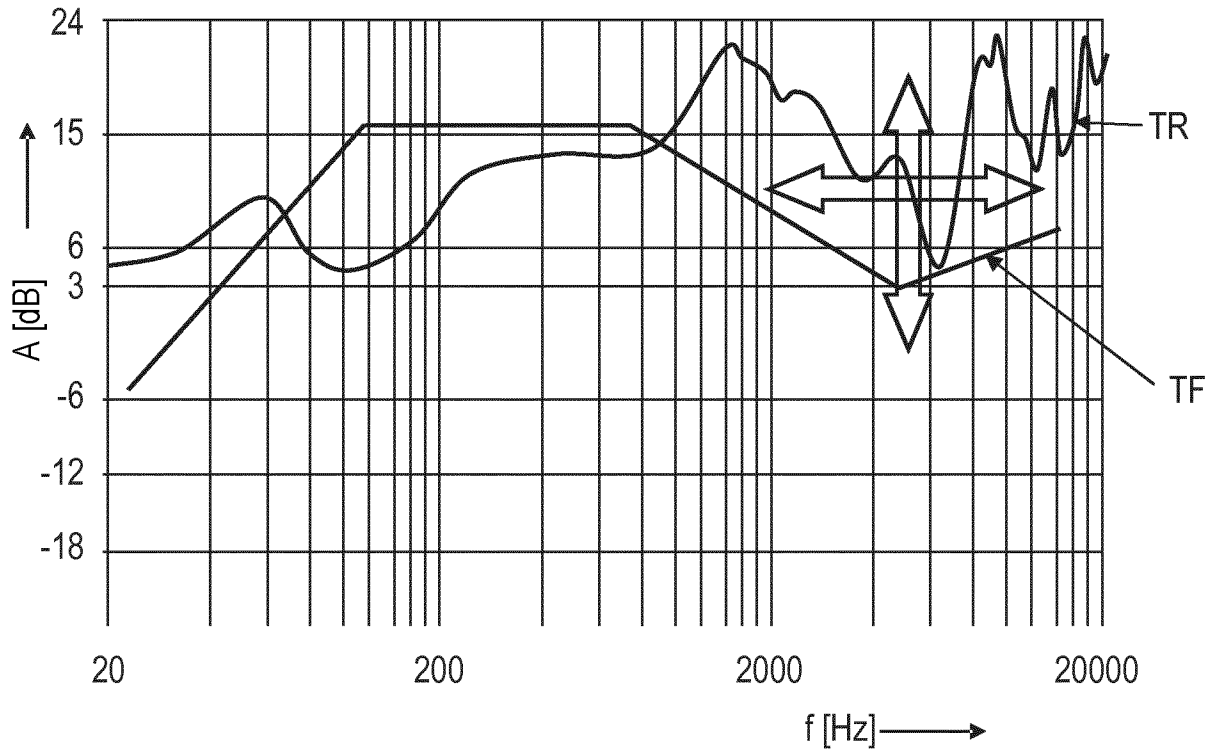


Fig 5

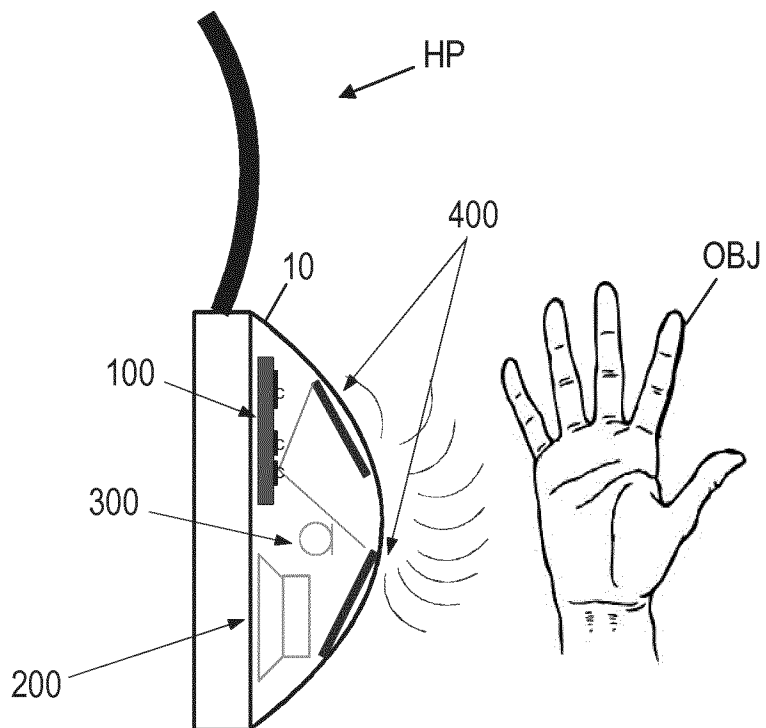


Fig 6

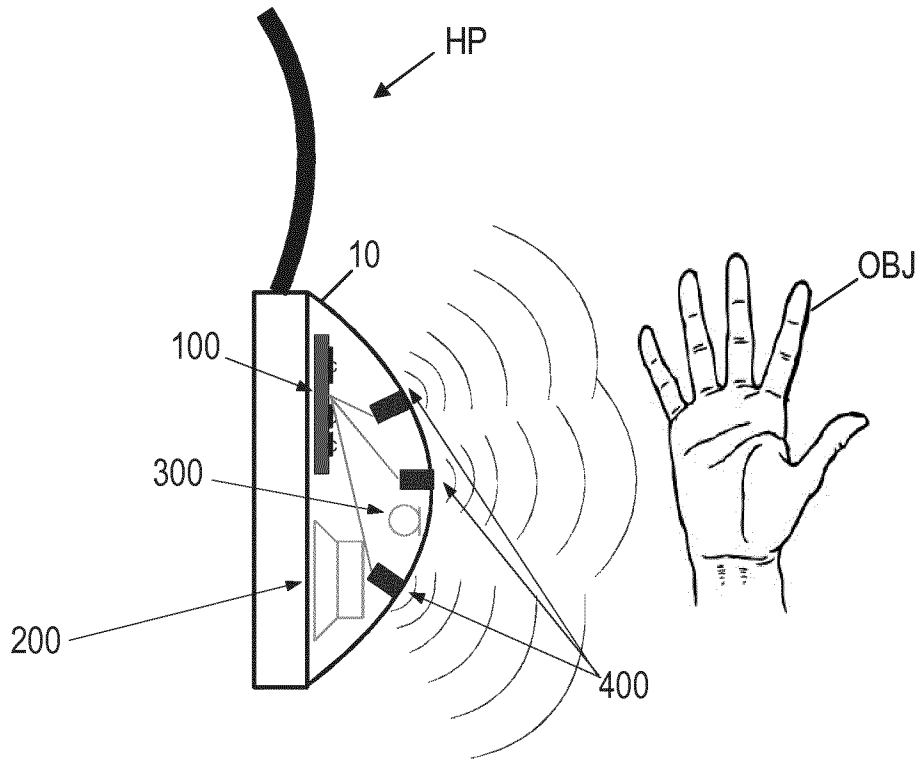


Fig 7

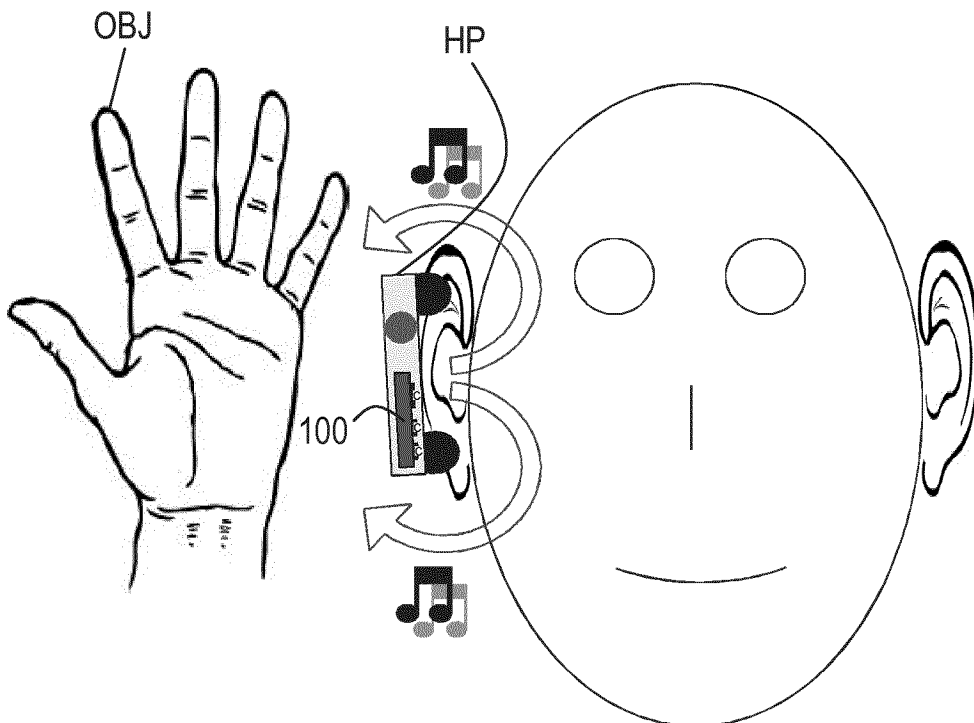


Fig 8

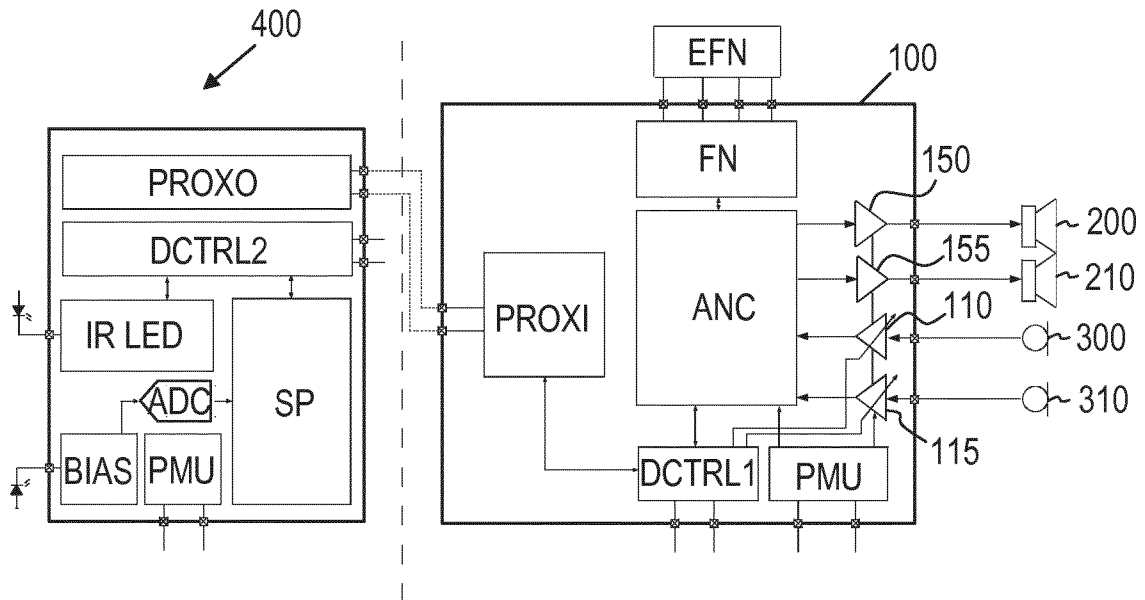


Fig 9

