

(19) **DANMARK**



Patent- og
Varemærkestyrelsen

(12)

Oversættelse af europæisk patentskrift

(10) **DK/EP 3340656 T3**

-
- (51) Int.Cl.: **H 04 R 25/00 (2006.01)**
- (45) Oversættelsen bekendtgjort den: **2020-04-27**
- (80) Dato for Den Europæiske Patentmyndigheds
bekendtgørelse om meddelelse af patentet: **2020-01-29**
- (86) Europæisk ansøgning nr.: **17207540.0**
- (86) Europæisk indleveringsdag: **2017-12-15**
- (87) Den europæiske ansøgnings publiceringsdag: **2018-06-27**
- (30) Prioritet: **2016-12-22 DE 102016226112**
- (84) Designerede stater: **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**
- (73) Patenthaver: **Sivantos Pte. Ltd., 18 Tai Seng Street , No. 08-08 , 18 Tai Seng, Singapore 539775, Singapore**
- (72) Opfinder: **Rosenkranz, Tobias Daniel, Haagstraße 2, 91054 Erlangen, Tyskland
BEST, Sebastian, Hindenburgstr. 48, 91054 Erlangen, Tyskland
Wurzbacher, Tobias, Hiltmannsdorfer Str. 40a, 90768 Fürth, Tyskland
Petrausch, Stefan, Dompfaffstraße 148, 91056 Erlangen, Tyskland
CEBULLA, Nicola, Feldstr. 15, 91052 Erlangen, Tyskland
OREINOS, Christos, Heideloffstr. 26, 90478 Nürnberg, Tyskland
LÜKEN, Christoph, Obere Karlst. 12, 91083 Balersdorf, Tyskland**
- (74) Fuldmægtig i Danmark: **Chas. Hude A/S, H.C. Andersens Boulevard 33, 1780 København V, Danmark**
- (54) Benævnelse: **FREMGANGSMÅDE TIL DRIFT AF ET HØREAPPARAT**
- (56) Fremdragne publikationer:
**EP-A1- 2 394 442
EP-A2- 2 369 859
EP-A2- 2 519 033
WO-A1-2007/053896**

Beskrivelse

- [0001]** Opfindelsen angår en fremgangsmåde til drift af et høreapparat, der om-
- 5 fatter mindst en indgangstransducer og mindst en udgangstransducer, hvor et indgangssignal genereres af den mindst ene indgangstransducer af et lydsignal fra omgivelserne, og hvor et første mellemsignal genereres som en funktion af indgangssignalet ved hjælp af en signalbehandling,
- 10 **[0002]** Ved drift af et høreapparat, især et hørehjælpeapparat, konverteres et lydsignal fra omgivelserne typisk til et elektrisk signal ved hjælp af en indgangstransducer og behandles i en signalbehandlingsenhed i overensstemmelse med de audilogiske krav fra brugeren og forstærkes derved især som en funktion af frekvensen. Det bearbejdede signal konverteres derefter af en udgangstransdu-
- 15 cer til et udgangsslydsignal, der føres til hørelsen af brugeren. Under drift, selv når høreapparatet anvendes som tilsigtet, kan der opstå den situation, at udgangssignalet af høreapparatet overlejres af lydsignalet fra omgivelserne, når det rammer hørelsen af brugeren. Dette kan især skyldes det faktum, at høreapparater typisk er konstrueret på en sådan måde, at de ikke helt lukker bruge-
- 20 rens øregang for at undgå okklusionseffekter, hvilket af brugeren normalt opfattes som irriterende. Til dette formål kan et lille hul ("vent") i givet fald være tilvejebragt i huset af høreapparatet.
- [0003]** Det indgangssignal der genereres af indgangstransduceren af lydsignalet fra omgivelserne, undergår nu en tidsforsinkelse i signalbehandlingsen-
- 25 den, især ved processer til frekvensbåndfiltrering, som ikke kan reduceres vilkårligt ved tekniske tiltag af signalbehandlingen. Dette fører nu til det faktum, at udgangsslydsignalet der blev genereret i høreapparatet fra udgangssignalet af signalbehandlingen, overlejres af lydsignalet fra omgivelserne med en lille tids-
- 30 forsinkelse. Dette kan resultere i såkaldte kamfiltereffekter i det overordnede lydsignal, som opfattes af brugeren. På grund af tidsforsinkelsen i overlejringen af høreapparatets udgangssignal med det direkte lydsignal fra omgivelserne, interfererer individuelle signalkomponenter konstruktivt i afhængighed af tidsfor-

sinkelsen og frekvensen, hvilket fører til en forstærkning, hvorimod der for frekvenser som er et halvtalligt multiplum af den inverse tidsforsinkelse, på grund af destruktiv interferens kan forekomme en betydelig svækkelse i det samlede lydssignal. Kamfiltereffekter kan opfattes af brugeren som meget ubehagelige, for eksempel kan de ved at slette bestemte frekvenser som et resultat af den destruktive interferens, ændre overtonespektrene af det hørbare lydssignal og/eller kan "præge" en harmonisk struktur på den bredbåndede støj. Dette gælder desto mere på den baggrund, at en betydelig ændring af indgangssignalet ved signalbehandlingen som følge af de typiske audiologiske krav fra en bruger, kun forekommer ved signifikant højere frekvenser end dem, for hvilke kamfiltereffekter allerede kan opfattes som ubehagelige, og dermed har udgangsslydsignalet ved sidstnævnte frekvenser ingen signifikante spektrale forskelle fra det direkte lydssignal, hvilket yderligere favoriserer dannelsen af kamfiltereffekter.

15

[0004] I EP 2 590 437 A1 er beskrevet en fremgangsmåde til den adaptive undertrykkelse af akustisk tilbagekobling i et høreapparat, hvilken tilpasningsproces aktiveres periodisk, således at et adaptivt filter i den aktive tilstand afbilder den akustiske tilbagekoblingsvej med en variabel trinstørrelse. En algoritme til frekvensforskydning eller frekvenskomprimering kan startes. Ud over den periodiske aktivering kan varigheden af en aktivitets- eller inaktivitetstilstand også ændres afhængigt af en høresituation.

[0005] I DE 10 2010 025 918 A1 omtales en fremgangsmåde, hvor der anvendes en frekvensforskydning af det signal, der skal udsendes af højttaleren, ved en konstateret forekomst af en akustisk tilbagekobling i et høreapparat for bedre at undertrykke denne.

[0006] I EP 2 369 859 A2 omtales en fremgangsmåde i et høreapparat, hvor parametre til en frekvensmodifikation af et signal i høreapparatet ændres i afhængighed af omgivelserne for høreapparatet, og hvor frekvensmodifikationen f.eks. er reduceret eller slukket i et støjende miljø, ved telefonopkald eller ved brugerens egen tale. På denne måde kan forstyrrende artefakter mellem et fre-

30

kvensmodificeret udgangssignal og den direkte lyd, der optræder i brugerens hørelse, reduceres eller undgås.

- [0007]** Opfindelsen har derfor til formål at specificere en fremgangsmåde til drift af et høreapparat, ved hjælp af hvilken de ubehagelige konsekvenser af kamfiltereffekter for brugeren kan undgås på den mest enkle måde uden i væsentlig grad at ændre eller endda forringe den brugerspecifikke signalbehandling.

- [0008]** Det angivne formål opnås ifølge opfindelsen ved en fremgangsmåde til drift af en høreapparat, hvilket høreapparat omfatter mindst en indgangstransducer og mindst en udgangstransducer, hvor et indgangssignal genereres af den mindst ene indgangstransducer af et lydsignal fra omgivelserne, hvorved der opnås en klassificering af en høresituation for omgivelserne ved anvendelse af indgangssignalet (26), og/eller mindst en af de fire parametre: tonalitet, lydstyrke, stationaritet og efterklangtid bestemmes af lydsignalet fra omgivelserne, hvor et første mellemsignal generes som funktion af indgangssignalet ved hjælp af en signalbehandling, hvor mindst en parameter af en frekvensforvrængning indstilles ved hjælp af klassificeringen af høresituationen og/eller ved hjælp af mindst en af de fire parametre (30): tonalitet, lydstyrke, stationaritet og efterklangtid, og hvor den på denne måde indstillede frekvensforvrængning anvendes på det første mellemsignal, hvor en kamfilterparameter bestemmes på grundlag af klassificeringen af høresituationen eller på grundlag af den mindst ene af de fire parametre tonalitet, volumen, stationaritet og efterklangtid, hvilken parameter angiver en sandsynlighedsværdi for en forekomst og/eller en intensitet af en kamfiltereffekt, og den mindst ene parameter for frekvensforvrængning indstilles yderligere i afhængighed af kamfilterparameteren. Fordelagtige udførelsesformer er anført i underkravene og i efterfølgende beskrivelse.

- [0009]** En indgangstransducer omfatter generelt en akustoelektrisk transducer, der er indrettet til at konvertere lydsignalet fra omgivelserne til et tilsvarende elektrisk eller elektromagnetisk signal, altså for eksempel en mikrofon. En udgangstransducer omfatter generelt en elektroakustisk transducer, der er indrettet til at generere et udgangsslydsignal fra et elektrisk og/eller elektromagnetisk

signal, altså for eksempel en højttaler eller en lydgenerator til ledning af lyd via knogler. Ved en signalbehandling skal her især forstås en behandling af indgangssignalet eller et signal der er afledt fra indgangssignalet, baseret på brugerspecifikke bestemte krav, dvs. især en frekvensbåndafhængig forstærkning og/eller støjundertrykkelse, hvor de respektive forstærkningsfaktorer i de individuelle frekvensbånd indstilles til korrektion af et mulig høretab for brugeren i overensstemmelse med dennes audiogram.

[0010] Ved generering af det første mellemsignal som en funktion af indgangssignalet skal her især forstås, at signalbehandlingen direkte modtager indgangssignalet som en indgangsstørrelse og genererer det første mellemsignal derfra, eller at signalbehandlingen modtager et signal, der er direkte afhængig af indgangssignalet og genererer det første mellemsignal derfra, altså for eksempel indgangssignalet der blev korrigeret af et compensationssignal for at kompensere for akustisk tilbagekobling. Ved en klassificering af en høresituation skal navnlig forstås, at grupper af henholdsvis lignende akustiske miljøer, hvori brugeren kan forventes at befinde sig, karakteriseres på basis af målbare akustiske parametre, og at det især i afhængighed af denne karakterisering, at indstillinger på høreapparatet og/eller signalbehandling kan udføres. Høresituationer omfatter for eksempel en samtale uden baggrundsstøj, en samtale med baggrundsstøj, lytning til musik, kørsel i bilen, flere samtaler der er overlejret med betydelig baggrundsstøj på samme tid (såkaldt "cocktail-party"-høresituation) osv. Ved en klassificering på basis af indgangssignalet skal navnlig forstås en klassificering, der direkte bruger selve indgangssignalet som en relevant størrelse, eller et signal der er direkte afhængig af indgangssignalet som en relevant størrelse, og som gengiver signalændringer i indgangssignalet på en sammenlignelig måde, f.eks. indgangssignalet der er korrigeret af et compensationssignal.

[0011] Som frekvensforvrængning anses især en frekvensforskydning, der forskyder det første mellemsignal med en forudbestemt størrelse i et forudbestemt frekvensområde. Frekvensområdet, i hvilket forskydningen skal anvendes, og størrelsen af forskydningen skal i dette tilfælde indstilles som parametre for fre-

kvensforvrængningen. Ligeledes kan frekvensforvrængningen også gives ved en frekvenstransposition med en mere kompleks afhængighed mellem indgangsfrekvens og udgangsfrekvens. Tonaliteten eller lydstyrken for lydsignalet i omgivelserne kan herved især bestemmes på grundlag af de definitioner, der er sædvanlige for disse parametre inden for psykoakustik, og stationariteten fx på grundlag af autokorrelationsfunktionen af indgangssignalet eller dets niveauvarians, i hvert tilfælde over et passende valgt tidsvindue.

[0012] Fremgangsmåden foreslår tre forskellige afhængigheder, der mindst angiver en parameter for frekvensforvrængningen:

Hvis kun høresituationen klassificeres på basis af indgangssignalet, er den mindst ene parameter for frekvensforvrængningen også kun specificeret som en funktion af klassificeringen af høresituationen. Hvis mindst en af de fire parametre tonalitet, lydstyrke, stationaritet og efterklangstid bestemmes for omgivelsernes lydsignal, indstilles den mindst ene parameter for frekvensforvrængningen kun i afhængighed af mindst en af disse parametre. Hvis både høresituationen og de ovennævnte parametre for lydsignalet i omgivelserne klassificeres på basis af indgangssignalet, kan den mindst ene parameter for frekvensforvrængningen indstilles på grundlag af denne fuldstændige information, eller for eksempel kun på grundlag af de parametre, der er nævnt for lydsignalet fra omgivelserne, hvis høresituationen kun er klassificeret til indstilling af signalbehandlingen.

[0013] Ved opfindelsen udnyttes med fordel det faktum, at det første mellem-signal der er afledt af indgangssignalet, og som normalt også har en høj grad af korrelation med indgangssignalet selv efter signalbehandling, dekorreleres af frekvensforvrængningen fra indgangssignalet i de tilsvarende forvrængede frekvensområder, og en sådan dekorrelation fører nu til en betydelig undertrykkelse af kamfiltereffekter på grund af det resulterende tab af kohærens med det omgivende lydsignal. Kamfiltereffekter forekommer nøjagtigt gennem en akustisk overlejring af lydsignalet i omgivelserne med et udgangsslydssignal, der genereres af udgangstransduceren, hvis der er et fast faseforhold mellem de over

lejrede signaler. Imidlertid brydes dette faste faseforhold nu op af frekvensforvrængningen.

[0014] Fremgangsmåden tager imidlertid også højde for, at kamfiltereffekter af
5 brugeren ikke opfattes som at være lige så ubehagelige som lydsignaler i omgivelserne. Snarere for eksempel genererer en kamfiltereffekt og den resulterende konstruktive og destruktive interferens ved bestemte frekvenser kunstigt et slags overtonespektrum i et bredbånd, atonalt lydsignal, hvilket fører til en kvasi-tonal opfattelse af det faktisk bredbåndede lydsignal, som kan opfattes som
10 ubehageligt. På den anden side kan frekvensforvrængning, for eksempel i form af en frekvensforskydning, i tilfælde af meget tonale lydsignaler, især når det gælder musik, føre til beats mellem høreapparatets udgangssignal med frekvensforskudte signalkomponenter og det direkte lydsignal fra omgivelserne, hvilket også kan opfattes som meget ubehageligt, mens kamfiltereffekter med
15 især tonale signaler har normalt ikke stor indflydelse på hørelsen. Opfindelsen åbner nu muligheden for at træffe en beslutning på en simpel måde, simpelthen på grundlag af høresituationen og/eller parametre for lydsignalet der er lette at bestemme, om og i hvilken udstrækning det overhovedet er sandsynligt, at der dannes kamfiltereffekter i det foreliggende tilfælde, og hvordan dette truer med
20 at forringe brugerens høreelse, altså om og hvordan frekvensforvrængningen skal justeres for at undertrykke kamfiltereffekterne.

[0015] Denne beslutning træffes nu i form af specifikationen af den mindst ene parameter for frekvensforvrængningen, således at afhængig af lydsignalet og
25 de tilstedeværende akustiske omstændigheder prioriteres undertrykkelsen af kamfiltereffekter enten via de forudbestemte parametre for frekvensforvrængningen, eller om i stedet akustiske frekvensoverlejringer såsom beats mellem udgangslydsignalet og lydsignalet i omgivelserne, primært skal forhindres, og den mindst ene parameter for frekvensforvrængningen indstilles i overens-
30 stemmelse hermed. Fokus på høresituationen er især fordelagtig her, da dette bestemmes for signalbehandlingen i de fleste tilfælde alligevel, og også repræsenterer et særligt simpelt kriterium til specifikation af den mindst ene parameter for frekvensforvrængningen. På den anden side tillader indstilling af fre-

kvensforvrængningen til mindst en af de fire parametre: tonalitet, volumen, stationaritet og efterklangstid for lydsignalet i omgivelserne en særlig detaljeret tilpasning af frekvensforvrængningen til lydsignalet i omgivelserne med hensyn til den forventede opfattelse af udgangsslydsignalet af brugeren.

5

[0016] Den mindst ene parameter for frekvensforvrængningen foretrækkes yderligere indstillet i afhængighed af en total forstærkning og/eller en frekvensbåndafhængig forstærkningsfaktor i signalbehandlingen. Inkluderingen af signalbehandlingen i indstillingen af frekvensforvrængningen ved hjælp af den

10 mindst ene parameter giver fordelene af at være i stand til især at bestemme frekvensbånd, hvor dannelsen af kamfiltereffekter som et resultat af den respektive forstærkning eller reduktion er særlig sandsynlig eller usandsynlig.

[0017] Ifølge opfindelsen bestemmes en kamfilterparameter på grundlag af

15 klassificeringen af høresituationen eller på grundlag af mindst en af de fire parametre: tonalitet, lydstyrke, stationaritet og efterklangstid, hvilken parameter angiver en sandsynlighedsværdi for en forekomst og/eller en intensitet af en kamfiltereffekt, hvor mindst en parameter for frekvensforvrængningen er yderligere indstillet som en funktion af kamfilterparameteren. Hvis der kun klassificeres en høresituation, eller kun bestemmes mindst en af de parametre, der er

20 nævnt for omgivelsernes lydsignal, bestemmes kamfilterparameteren i overensstemmelse med de tilgængelige oplysninger i hvert tilfælde. Hvis både høresituationen er klassificeret og den mindst ene af de fire parametre der er nævnt for lydsignalet i omgivelserne, bestemmes, så bestemmes kamfilterparameteren

25 fortrinsvis som en funktion af den komplette tilgængelige information.

[0018] Kamfilterparameteren kan især bestemmes iterativt, idet der indledningsvis indstilles en foreløbig værdi for den mindst ene parameter for frekvensforvrængningen, og på basis af denne midlertidige værdi sammen med den

30 yderligere tilgængelige information bestemmes kamfilterparametrene, når frekvensforvrængningen anvendes med den foreløbige værdi. Den endelige værdi for den mindst ene parameter for frekvensforvrængningen indstilles derefter som en funktion af kamfilterparameteren, der er bestemt på denne måde. Spe-

cifikationen af den mindst ene parameter for frekvensforvrængningen som funktion af en kamfilterparameter der er opnået på denne måde, gør det muligt, baseret på den tilgængelige sandsynlighed og potentielle intensitet af en kamfiltereffekt der fortrinsvis er besluttet via individuelle frekvensbånd, at udføre specifikationen i en optimeringsproces, som også afhænger af yderligere størrelser eller parametre.

[0019] Et udgangssignal genereres fortrinsvis ved anvendelse af den forudbestemte frekvensforvrængning på det første mellemsignal, idet udgangssignalet konverteres til et udgangsslydsignal af mindst en udgangstransducer. Udgivelsen af det frekvensforvrængede første mellemsignal som et udgangssignal der konverteres direkte til udgangsslydsignalet, har den fordel, at der ikke skal overvejes yderligere efterfølgende processer for en optimal bestemmelse af frekvensforvrængningen.

15

[0020] Derved indstilles den mindst ene parameter af frekvensforvrængningen hensigtsmæssigt yderligere som en funktion af en akustisk overvejring af frekvensforvrængede signalkomponenter i udgangsslydsignalet, der kan forventes med lydsignalet fra omgivelserne. I en lignende grad, hvor en akustisk overvejring af udgangsslydsignalet uden frekvensforvrængning med lydsignalet fra omgivelserne kan danne kamfiltereffekter, kan frekvensforvrængede signalkomponenter i udgangsslydsignalet også forringe brugerens høreopfattelse, når den akustisk er overlejret med lydsignalet fra omgivelserne, f.eks. med en frekvensforskydning som frekvensforvrængning i form af et beat mellem signalkomponenterne i det udsendte lydsignal og lydsignalet i miljøet, der kun er lidt frekvensforskudt fra hinanden.. Hvis der for eksempel på grundlag af klassificeringen af høresituationen og/eller mindst en af de fire parametre: tonalitet, lydstyrke, stationaritet og efterklangstid for lydsignalet i omgivelserne, angives den mindst ene parameter i frekvensforvrængningen som en midlertidig værdi, og den tilgængelige information viser, at det som et resultat af en høj grad af tonalitet og/eller stationaritet af lydsignalet forventes at frembringe et klart synligt beat, kan dette tages i betragtning ved specifikationen, når den mindst ene parameter for frekvensforvrængningen indstilles, og frekvensforvrængningen fore-

30

kommer kun for et par frekvensområder og/eller med en lavere intensitet eller kan være helt slukket.

[0021] Det viser sig at være fordelagtigt, hvis den mindst ene parameter for frekvensforvrængningen yderligere indstilles i udgangssignalet som en funktion af en forventet overlejring af frekvensforvrængede signalkomponenter i det første mellemsignal med ikke-frekvensforvrængede signalkomponenter af det første mellemsignal. Især hvis frekvensforvrængningen er givet ved en frekvensforskydning, der kun er anvendelig til bestemte frekvensbånd, kan den endelige hældning af frekvensbåndfilteret ved en respektiv delingsfrekvens resultere i en overlejring af frekvensforskudte signalkomponenter med signalkomponenter uden frekvensforskydning i udgangssignalet. Dette kan føre til ubehagelige artefakter, især i tilfælde af tonale lydsignaler eller i tilfælde af, at der er betydelig signalenergi i området med en delingsfrekvens. Især kan indgangssignalets frekvensrespons således tages i betragtning ved specifikationen af den mindst ene parameter for frekvensforvrængningen, og tilsvarende overgange mellem frekvensområder, hvori frekvensforvrængningen anvendes, og frekvensområder uden frekvensforvrængning kan indstilles således, at der er relativt lav signalenergi ved overgangene for at forhindre, at der dannes artefakter ved overgange.

[0022] I en fordelagtig udførelsesform for opfindelsen er den mindst ene parameter for frekvensforvrængningen forudbestemt af en funktion af en ændring i en udgangsfrekvens i afhængighed af en indgangsfrekvens. På denne måde kan frekvensforvrængningen karakteriseres på en særlig omfattende måde og kan især afstemmes nøjagtigt til den nuværende akustiske situation.

[0023] En frekvensforskydning anvendes fordelagtigt som frekvensforvrængning, idet den mindst ene parameter indstilles af bæreren af funktionen og/eller værdien af frekvensforskydningen. En frekvensforskydning som frekvensforvrængning kan implementeres særligt simpelt i den beskrevne form, da det frekvensområde, i hvilket frekvensforskydningen skal anvendes, kun skal implementeres ved hjælp af et filter, og frekvensforskydningen finder sted med en

konstant størrelse. Frekvensområdet, hvori frekvensforskydningen skal anvendes, det vil sige bæreren af funktionen, er normalt sammenhængende eller halvåben, således at filterprocessen også kan implementeres uden nogen betydelig yderligere indsats.

5

[0024] I en yderligere fordelagtig udførelsesform for opfindelsen føres det frekvensforvrængede første mellemsignal til en tilbagekoblingssløjfe, hvor et andet mellemsignal afledes fra det frekvensforvrængede første mellemsignal i tilbagekoblingssløjfen, og det andet mellemsignal føjes til indgangssignalet for at undertrykke akustisk tilbagekobling. Det frekvensforvrængede første mellemsignal indbefatter især det fuldstændige resulterende signal efter påføring af frekvensforvrængning på det første mellemsignal, det vil sige indbefattende alle frekvensforvrængede og ikke-frekvensforvrængede signalkomponenter. Den akustiske tilbagekobling finder især sted ved at koble et udgangsslydsignal fra høreapparatet til indgangstransduceren, således at signalkomponenterne i udgangsslydsignalet igen forstærkes ved signalbehandlingen. Signalet der stammer fra indgangssignalet og det andet mellemsignal, føres fortrinsvis direkte til signalbehandlingen. Forekomsten af akustisk tilbagekobling er et generelt, ofte tilbagevendende problem for høreapparater, idet det andet lydsignal fortrinsvis skal dekorreleres fra indgangssignalet for bedre at undertrykke den akustiske tilbagekobling, især i tilfælde af især tonale lydsignaler for at forhindre dannelse af artefakter. En sådan dekorrelation kan opnås især gennem den aktuelle frekvensforvrængning.

25 **[0025]** Den mindst ene parameter for frekvensforvrængningen er fortrinsvis yderligere indstillet som en funktion af den akustiske tilbagekobling, der skal undertrykkes. Hvis der for eksempel er et særligt tonalt lydsignal, kan det være en fordel for brugerens hørefornemmelse at vælge anvendelsesområdet og/eller intensiteten af frekvensforvrængningen temmelig lav, og at acceptere kamfiltereffekter, der ofte ikke opfattes som kritiske for tonale signaler. Hvis der imidlertid forekommer en akustisk tilbagekobling i modsætning til de faktiske behov, der blev foretaget ifølge klassificeringen af høresituationen og/eller for lydsignalet i omgivelserne, kan frekvensforvrængning alligevel være fordelagtig

for at være i stand til at undertrykke den akustiske tilbagekobling særligt effektivt, da ellers forekommende fløjtelyde ville være endnu mere uhensigtsmæssige for brugerens høreelse.

- 5 **[0026]** I en yderligere fordelagtig udførelsesform for opfindelsen modtages et signal, der svarer til et audiosignal, af en signalmodtager på høreapparatet, idet den mindst ene parameter af frekvensforvrængningen yderligere indstilles som en funktion af lydsignalet. En signalmodtager inkluderer især en antenneindretning, der er indrettet til at modtage et elektromagnetisk transmissionssignal og
- 10 en såkaldt "telespole", der er indrettet til at modtage et induktivt transmissions-signal. Datasignalet, der svarer til et audiosignal, er især et elektromagnetisk induktivt signal, hvor lydsignalet er kodet i overensstemmelse med en tilsvarende protokol, således at efter at datasignalet er blevet modtaget af signalmodtageren og efter en efterfølgende afkodning af datasignalet, er den akustiske in-
- 15 formation om lydsignalet i høreapparatet tilgængelig. Dette kan især være tilfældet ved et streaming-signal fra en forbrugerelektronikenhed, f.eks. via Bluetooth eller lignende.

- [0027]** Til specifikationen af den mindst ene parameter for frekvensforvrængning i en yderligere afhængighed af lydsignalet, kan især mindst en af de fire parametre: tonalitet, lydstyrke, stationaritet og efterklangstid og/eller en tidsforskel mellem lydsignalet og indgangssignalet bestemmes for lydsignalet. Hvis man for eksempel ser fjernsyn ved hjælp af et streamingsignal fra fjernsynet til høreapparatet, mens man samtidig bruger fjernsynets højttalere, konstateres
- 25 det, at lydsignalet der er kodet i streamingsignalet, kun har mindre tonale komponenter ad gangen, indstilles parametrene for frekvensforvrængningen mellem for eksempel lydsignalet og indgangssignalet der indeholder højttalersignalet for fjernsynssignalforsinkelsen, omkring en størrelse og et anvendelsesområde for en frekvensskydning som frekvensforvrængning.

30

- [0028]** Hvis der findes en højere tonalitet i lydsignalet på et senere tidspunkt, kan parametrene for frekvensforvrængningen ændres i overensstemmelse hermed under hensyntagen til det faktum, at indgangssignalet koder for mange

andre lydsignaler ud over det i streamingsignalet eller generelt i et datasignal, for eksempel kan lydsignalet omfatte baggrundsstøj, som kan føre til kamfiltereffekter i høreapparatet på den ovenfor beskrevne måde, uanset lydsignalet.

- 5 **[0029]** Opfindelsen angiver endvidere et høreapparat med mindst en indgangstransducer, mindst en udgangstransducer og en styreenhed, der er indrettet til at udføre den foreskrevne fremgangsmåde. De fordele der er angivet for fremgangsmåden og dens videreudviklinger, kan analogt overføres til høreapparatet.

10

[0030] En eksempelvis udførelsesform for opfindelsen er forklaret mere detaljeret nedenfor ved hjælp af en tegning. Heri viser hver skematisk:

- Fig. 1 et diagram af frekvensresponset for et lydsignal, for et tilsvarende udgangsslydsignal fra et høreapparat såvel som for det overlejrede lyd-
 15 signal med kamfiltereffekter,
 Fig. 2 et blokdiagram for en fremgangsmåde til mulig drift af et høreapparat, hvor kamfiltereffekter så vidt muligt undertrykkes og
 Fig. 3 et diagram af frekvensresponset for lydsignalet, for det udsendte lyd-
 20 signal og for det overlejrede lydsignal ved anvendelse af fremgangsmåden ifølge Fig. 2.

25

- [0031]** Tilsvarende dele og størrelser er i alle figurer forsynet de samme henvisningstal.
- [0032]** I Fig. 1 er skematisk afbildet et diagram over frekvensresponset for et direkte lydsignal 2 (stiplet linje), for et forstærket udgangsslydsignal 4 fra et høreapparat (punkteret linje) og et overlægret lydsignal 6 (fuldoptrukken linje) ved for hver at afbilde lydniveauet P mod en frekvens f . Det direkte lydsignal 2 forstærkes her brugerspecifikt ved et i Fig. 1 ikke nærmere afbildet høreapparat, og
 30 udgives som udgangsslydsignal 4 af udgangstransducere af høreapparatet. Som et resultat af tidsforsinkelsen i signalbehandlingen i høreapparatet, der især omfatter en frekvensbåndafhængig forstærkning af et indgangssignal og

således en frekvensbåndsmæssig filtrering af indgangssignalet, overlejres det direkte lydsignal 2 og det udgående lydsignal 4 med en tidsforsinkelse.

[0033] Det kan nu ses af det overlejlrede lydsignal 6, at den tidsforsinkede over-
 5 lejrning ved bestemte frekvenser fører til konstruktiv interferens 8, hvilket samlet
 set fører til et forøget lydniveau i det overlejlrede lydsignal 6. På den anden side
 fører den tidsforsinkede overlejrning til nogle frekvenser til destruktiv interferens
 10 10, som undertiden endog resulterer i en næsten fuldstændig annullering i det
 overlejlrede lydsignal 6. Maksima af de konstruktive interferenser 8 findes i hvert
 tilfælde ved heltalsmultipla af den frekvens, der svarer til den reciprokke tidsfor-
 sinkelse i høreindretningen, minima af de destruktive interferenser 10 findes i
 hvert tilfælde ved halvtalsmultipla af denne frekvens. Afhængigt af frekvensre-
 sponset for lydsignalet 2, den brugerspecifikke forstærkning til generering af
 udgangsslydsignalet 4 og den tidsforsinkelse der opstår, kan kamfiltereffekterne
 15 der opstår, opfattes af brugeren af høreapparatet som meget ubehagelige.

[0034] I Fig. 2 er skematisk afbildet et blokdiagram for en fremgangsmåde 20,
 med hvilken, når et høreapparat 22 er i drift, en negativ hørefolelse der er
 forårsaget af kamfiltereffekter, skal forhindres så vidt muligt for brugeren. En
 20 indgangstransducer 24 der i det foreliggende tilfælde er tilvejlragt af en mikro-
 fon, genererer et indgangssignal 26 fra omgivelsens lydsignal 2. En mulig line-
 ær forforstærkning af indgangssignalet 26 er allerede inkorporeret i ind-
 gangstransduceren 24. En klassificering 28 af høresituationen, hvor brugeren af
 høreindretningen 22 i øjeblikket befinder sig, udføres nu på basis af indgangs-
 25 signalet 26. Høresituationer inkluderer for eksempel en samtale uden bag-
 grundsstøj, en samtale med baggrundsstøj, lytning til musik, kørsel i bilen, flere
 overlejlrede samtaler med betydelig baggrundsstøj på samme tid (såkaldt "cock-
 tail-party"-høresituation), osv.

30 **[0035]** Yderligere bestemmes parametre 30 på basis af indgangssignalet 26,
 ved hjælp af hvilke udsagn om tonalitet, lydstyrke, stationaritet og efterklangstid
 er mulige for lydsignalet 2. Efter klassificeringen 28 af høresituationen og be-
 stemmelsen af parametrene 30 føres indgangssignalet 26 til en signalbehand-

lingsenhed 32, hvor den brugerspecifikke signalbehandling 34 der er almindelig for høreapparatet 22, finder sted på basis af de audilogiske krav af brugeren. Signalbehandlingen 34 omfatter især en opdeling af indgangssignalet 26 i forskellige frekvensbånd, en forstærkning af indgangssignalet 26 med frekvens-

5 båndafhængige forstærkningsfaktorer og frekvensbåndafhængige processer til støjundertrykkelse, som også kan afhænge af klassificeringen 28 af høresituationen. Signalbehandlingsenheden 32 udsender nu et første mellemsignal 36, hvortil frekvensforvrængning 38 anvendes, som det vil blive beskrevet nedenfor. Som et resultat genereres et udgangssignal 40, der konverteres til et udgangs-

10 lydsignal 4 af en udgangstransducer 42 af høreapparatet 22. I det foreliggende tilfælde er udgangstransduceren 42 givet ved en højttaler.

[0036] Derudover har høreapparatet 22 en signalmodtager 43 til modtagelse af et datasignal 44, hvori et lydsignal 45 er kodet. Signalmodtageren 43 kan f.eks.

15 udgøres af en antenneindretning, datasignalet 44, for eksempel af et Bluetooth-signal. Lydsignalet 45 kan også afkodes fra datasignalet 44 af en processor af signalmodtageren 43, der er indrettet til dette formål. Alternativt kan lydsignalet 45 kun afkodes fra datasignalet 44 i signalbehandlingsenheden 32. Lydsignalet 45 behandles, hvis det er til stede, af signalbehandlingsenheden 32 og indgår i

20 det første mellemsignal 36.

[0037] For at undertrykke mulig akustisk tilbagekobling 46 der kan forekomme som et resultat af, at udgangsslydsignalet 4 er koblet ind i indgangstransduceren 24, er udgangssignalet 40 også forgrenet til en tilbagekoblingssløjfe 48. I tilbagekoblingssløjfen 48 afledes et andet mellemsignal 52 fra udgangssignalet 40 af et adaptivt filter 50, der føres til indgangssignalet 26 for at kompensere for den akustiske tilbagekobling 46. Inputsignalet 26 der kompenseres af det andet mellemsignal 52, føres som et fejlsignal 54 til det adaptive filter 50 som en yderligere indgangsstørrelse.

30

[0038] I det foreliggende tilfælde er frekvensforvrængningen 38 angivet ved en frekvensforskydning, der konstant forskyder det første mellemsignal 36 med en fast størrelse Δ over en delingsfrekvens f_t . Til bestemmelse af delingsfrekven-

sen f_t og størrelsen Δ af forskydningen bestemmes nu en kamfilterparameter 56 på grundlag af klassificeringen 28 af høresituationen og parametrene 30 via tonalitet, lydstyrke, stationaritet og efterklangstid af lydsignalet 2 fra omgivelserne, hvilken parameter i den foreliggende høresituation og de tilgængelige parametre 30 angiver sandsynligheden for forekomsten af en kamfiltereffekt såvel som dens mulige intensitet.

[0039] Til bestemmelse af delingsfrekvensen f_t og størrelsen Δ af forskydningen, kan det nu på den ene side tages i betragtning, at frekvensforskydningen afkobler udgangssignalet 4 fra lydsignalet 2 i omgivelserne, hvilket i princippet undertrykker dannelsen af kamfiltereffekter. Denne dekorrelerende virkning kan også have effekter på undertrykkelsen af den akustiske tilbagekobling 46, hvorfor delingsfrekvensen f_t og størrelsen Δ af forskydningen også kan indstilles som en funktion af den akustiske tilbagekobling 46, der skal undertrykkes, for eksempel ved tilsvarende korrelationsmålinger i det adaptive filter 50. Til bestemmelse af delingsfrekvensen f_t og størrelsen Δ af forskydningen i frekvensforskydningen kan parametrene 30 som karakteriserer lydsignalet 2 i omgivelserne, også tages i betragtning på en sådan måde, at der også tages hensyn til mulige beats, som kan forekomme mellem lydsignalet 2 og det udgående lyd-signal 4.

[0040] Derudover kan signalinterne overlejringer af signalkomponenter, hvortil frekvensforskydningen er blevet anvendt, med signalkomponenter der består af det uændrede første mellemsignal 36, også tages i betragtning i udgangssignalet 40. Specifikt betyder dette, at især delingsfrekvensen f_t fortrinsvis bør indstilles således, at en sådan overlejring af signalkomponenterne på grund af den begrænsede stejlhed af de anvendte filtre har færrest mulige effekter i udgangssignalet 40. Dette kan f.eks. opnås ved at placere delingsfrekvensen f_t i et frekvensbånd med en særlig lav signalenergi. Den endelige bestemmelse af delingsfrekvensen f_t og størrelsen Δ af forskydningen kan derefter udføres i en optimeringsproces af flere variabler, der ved hjælp af den aktuelle høresituation, klangegenskaberne af lydsignalet 2 som er bestemt af parametrene 30, en mulig akustisk tilbagekobling 46, såvel som en mulig overlejring af de individuelle

signalkomponenter, skal udføres med tilsvarende prioritet. Her kan for eksempel effektiv undertrykkelse af akustisk tilbagekobling 46 først gives den højeste prioritet, og derefter afhængigt af høresituationen og tonaliteten, der blev bestemt for lydsignal 2, kan frekvensforskydningen indstilles således, at mulige

5 beats for især tonale lydsignaler 2 skal undgås, og frekvensforskydningen er tilsvarende mindre, medens kamfiltereffekter skal undgås for især bredbåndede, atonale signaler, og følgelig bør delingsfrekvensen f_t allerede vælges i et lavfrekvensområde. Den endelige bestemmelse af delingsfrekvensen f_t kan derefter

10 bestemmes som en funktion af signalenergiene i individuelle frekvensbånd i det allerede forudbestemte frekvensområde for at minimere virkningerne af overlejring af frekvensforskudte signalkomponenter med ikke-frekvensforskudte signalkomponenter i udgangssignalet.

[0041] I Fig. 3, der kan sammenlignes med Fig. 1, er frekvensresponset afbildet

15 for det direkte lydsignal 2 (stiplet linje), for det udgående lydsignal 4 (punktterede linje) og for det overlejlrede lydsignal 6 (fuldoptrukne linje). Her er fremgangsmåden 20 ifølge Fig. 2 anvendt. Det kan nu ses, at det relativt bredbåndede atonale lydsignal 2 ikke længere fører til forekomsten af kamfiltereffekter, når de overlejres på udgangssignalet 4.

20 Selvom opfindelsen er illustreret og beskrevet detaljeret ved den foretrukne udførelsesform, er opfindelsen ikke begrænset af denne udførelsesform. Andre variationer kan afledes derfra af fagmanden uden at afvige fra omfanget af opfindelsen, som er defineret ved de vedføjede krav.

25 **Liste over henvisningstal**

[0042]

- 2 lydsignal fra omgivelserne
- 4 udgangsslydsignal
- 30 6 overlejlret lydsignal
- 8 konstruktiv interferens
- 10 destruktiv interferens
- 20 fremgangsmåde

	22	høreapparat
	24	indgangstransducer
	26	indgangssignal
	28	klassifikation
5	30	parameter
	32	signalbehandlingsenhed
	34	signalbehandling
	36	første mellemsignal
	38	frekvensforvrængning/forskydning
10	40	udgangssignal
	42	udgangstransducer
	43	signalmodtager
	44	datasignal
	45	lydsignal
15	46	akustisk tilbagekobling
	48	tilbagekoblingssløjfe
	50	adaptivt filter
	52	andet mellemsignal
	54	fejlsignal
20	56	kamfilterparametre
	ft	opdelingsfrekvens
	Δ	størrelse af frekvensforskydning

Patentkrav

1. Fremgangsmåde (20) til drift af et høreapparat (22), hvilket høreapparat omfatter mindst en indgangstransducer (24) og mindst en udgangstransducer (42),
- 5 hvor et indgangssignal (26) genereres af den mindst ene indgangstransducer (24) af et lydsignal (2) fra omgivelserne, hvorved der opnås en klassificering (28) af en høresituation for omgivelserne ved anvendelse af indgangssignalet (26), og/eller mindst en af de fire parametre (30): tonalitet, lydstyrke, stationaritet og efterklangstid bestemmes for lyd-
- 10 signalet (2) fra omgivelserne, hvor et første mellemsignal (36) generes som funktion af indgangssignalet (26) ved hjælp af en signalbehandling (32), hvor mindst en parameter (ft, Δ) af en frekvensforvrængning (38) indstilles ved hjælp af klassificeringen (28) af høresituationen og/eller ved hjælp af mindst en
- 15 af de fire parametre (30): tonalitet, lydstyrke, stationaritet og efterklangstid, og hvor den på denne måde indstillede frekvensforvrængning (38) anvendes på det første mellemsignal (36), kendetegnet ved, at
- en kamfilterparameter (56) bestemmes på grundlag af klassificeringen af høresituationen eller på grundlag af den mindst ene af de fire parametre tonalitet,

20 volumen, stationaritet og efterklangstid, og/eller ved hjælp af mindst en af de fire parametre (30): tonalitet, lydstyrke, stationaritet og efterklangstid, hvilken parameter angiver en sandsynligheds-værdi for en forekomst og/eller en intensitet af en kamfiltereffekt, og

 - den mindst ene parameter (ft, Δ) for frekvensforvrængningen (38) indstilles yderligere i afhængighed af kamfilterparameteren (56).
2. Fremgangsmåden (20) ifølge krav 1,
- hvor den mindst ene parameter (ft, Δ) for frekvensforvrængningen (38) yderligere indstilles i afhængighed af en total forstærkning og/eller en frekvensbånd-
- 30 afhængig forstærkningsfaktor af signalbehandlingen (32).

3. Fremgangsmåde (20) ifølge et af de foregående krav,
hvor et udgangssignal (40) genereres ved anvendelse af den forudbestemte
frekvensforvrængning (38) på det første mellemsignal (36), og
hvor udgangssignalet (40) omdannes til et udgangsslydsignal (4) af den mindst
5 ene udgangstransducer (42).

4. Fremgangsmåden (20) ifølge krav 3,
hvor den mindst ene parameter (ft, Δ) for frekvensforvrængningen (38) yderli-
gere indstilles i afhængighed af en forventet akustisk overlejring af frekvensfor-
vrængede signalkomponenter af udgangssignalet (4) med lydsignalet (2) fra
10 omgivelserne.

5. Fremgangsmåde (20) ifølge krav 3 eller krav 4,
hvor den mindst ene parameter (ft, Δ) for frekvensforvrængningen (38) yderli-
15 gere bestemmes i afhængighed af en forventet overlejring af frekvensforvræn-
gede signalkomponenter af det første mellemsignal (36) med ikke-
frekvensforvrængede signalkomponenter af det første mellemsignal (36) af ud-
gangssignalet (40).

20 6. Fremgangsmåde (20) ifølge et af de foregående krav,
hvor den mindst ene parameter (ft, Δ) for frekvensforvrængningen (38) er givet
ved en funktion af en ændring af en udgangsfrekvens i afhængighed af en ind-
gangsfrekvens.

25 7. Fremgangsmåden (20) ifølge krav 6,
hvor en frekvensforskydning anvendes som frekvensforvrængning (38), og den
mindst ene parameter (ft, Δ) er givet ved bæreren af funktionen og/eller værdi-
en (Δ) for frekvensforskydningen.

30 8. Fremgangsmåde (20) ifølge et af de foregående krav,
hvor det frekvensforvrængede første mellemsignal (40) tilføres til en tilbage-
koblingssløjfe (48), hvor et andet mellemsignal afledes fra det frekvensfor-
vrængede første mellemsignal (40) i tilbagekoblingssløjfen (48), og

hvor det andet mellemsignal (52) føjes til indgangssignalet (26) til undertrykkelse af en akustisk tilbagekobling (46).

9. Fremgangsmåden (20) ifølge krav 8,

- 5 hvor den mindst ene parameter (ft, Δ) for frekvensforvrængningen (38) yderligere indstilles i afhængighed af den akustiske tilbagekobling (46), der skal undertrykkes.

10. Fremgangsmåde (20) ifølge et af de foregående krav,

- 10 hvor et datasignal (44) der svarer til et lydsignal (45), modtages af en signalmodtager (43) af høreapparatet (22), og
hvor den mindst ene parameter (ft, Δ) for frekvensforvrængningen (38) yderligere indstilles i afhængighed af lydsignalet (45).
- 15 **11.** Høreapparat (22) der har mindst en indgangstransducer (24), mindst en udgangstransducer (42) og en styreenhed, der er konfigureret til udførelse af fremgangsmåden (20) ifølge et af de foregående krav.

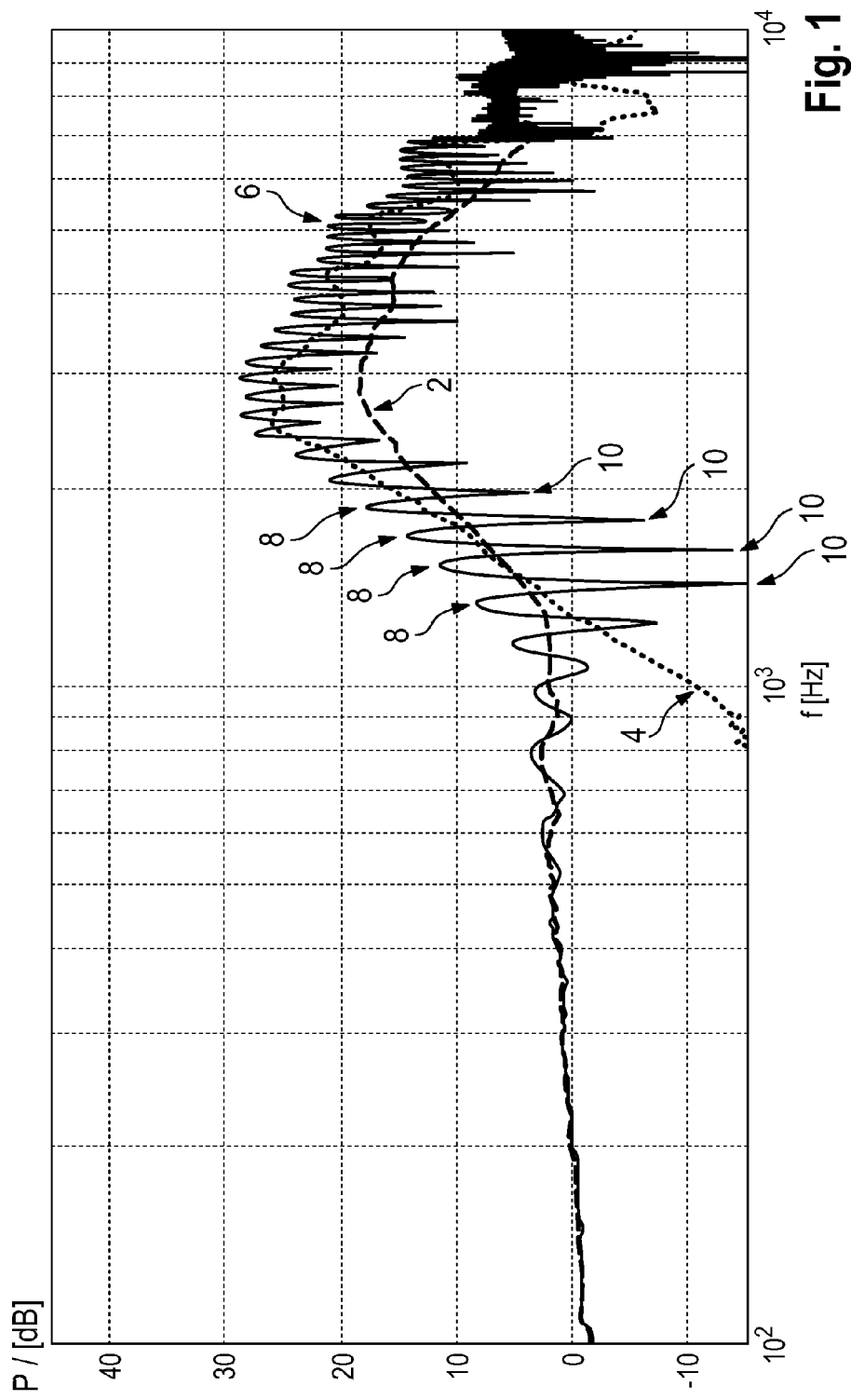


Fig. 1

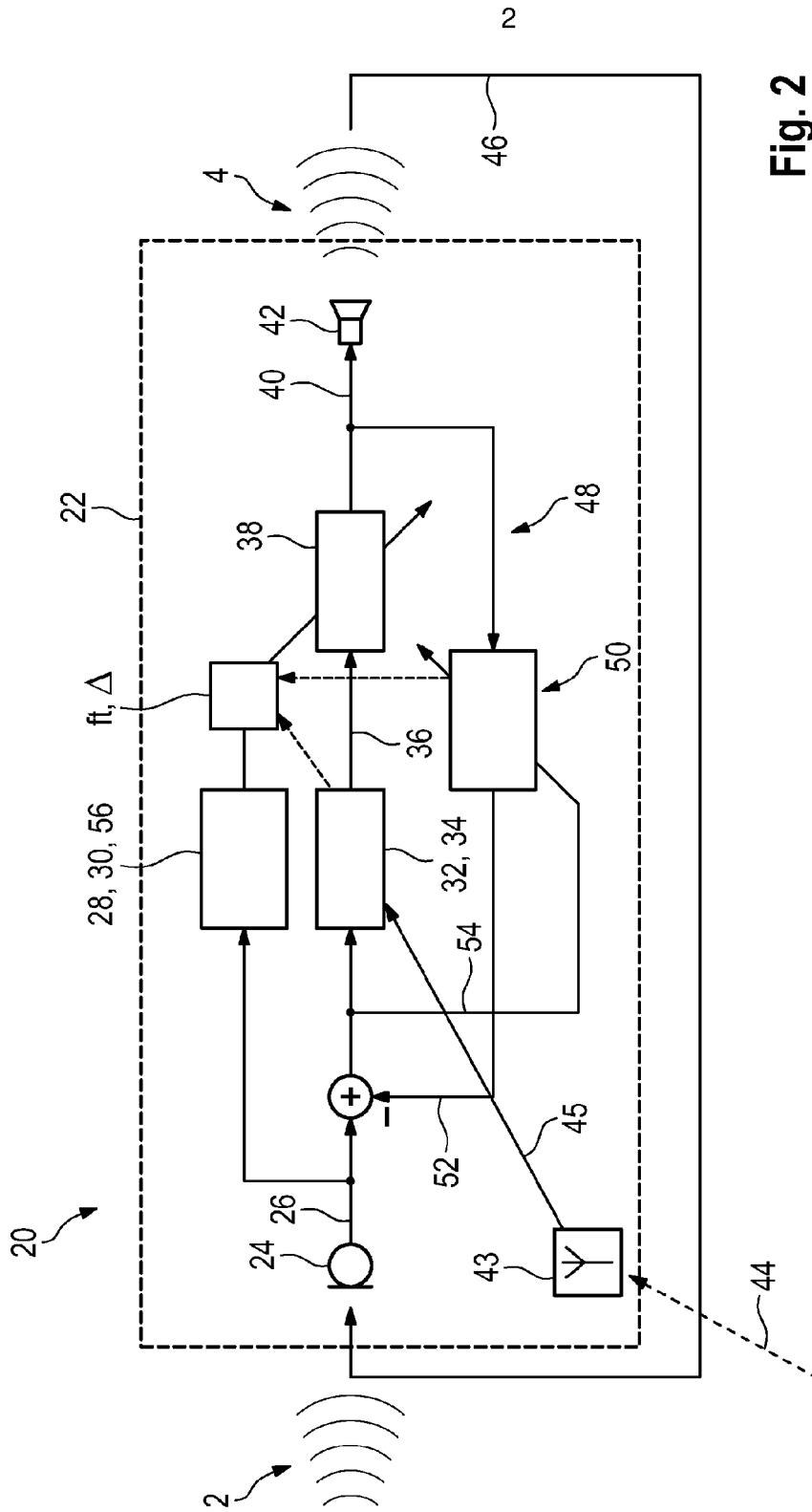


Fig. 2

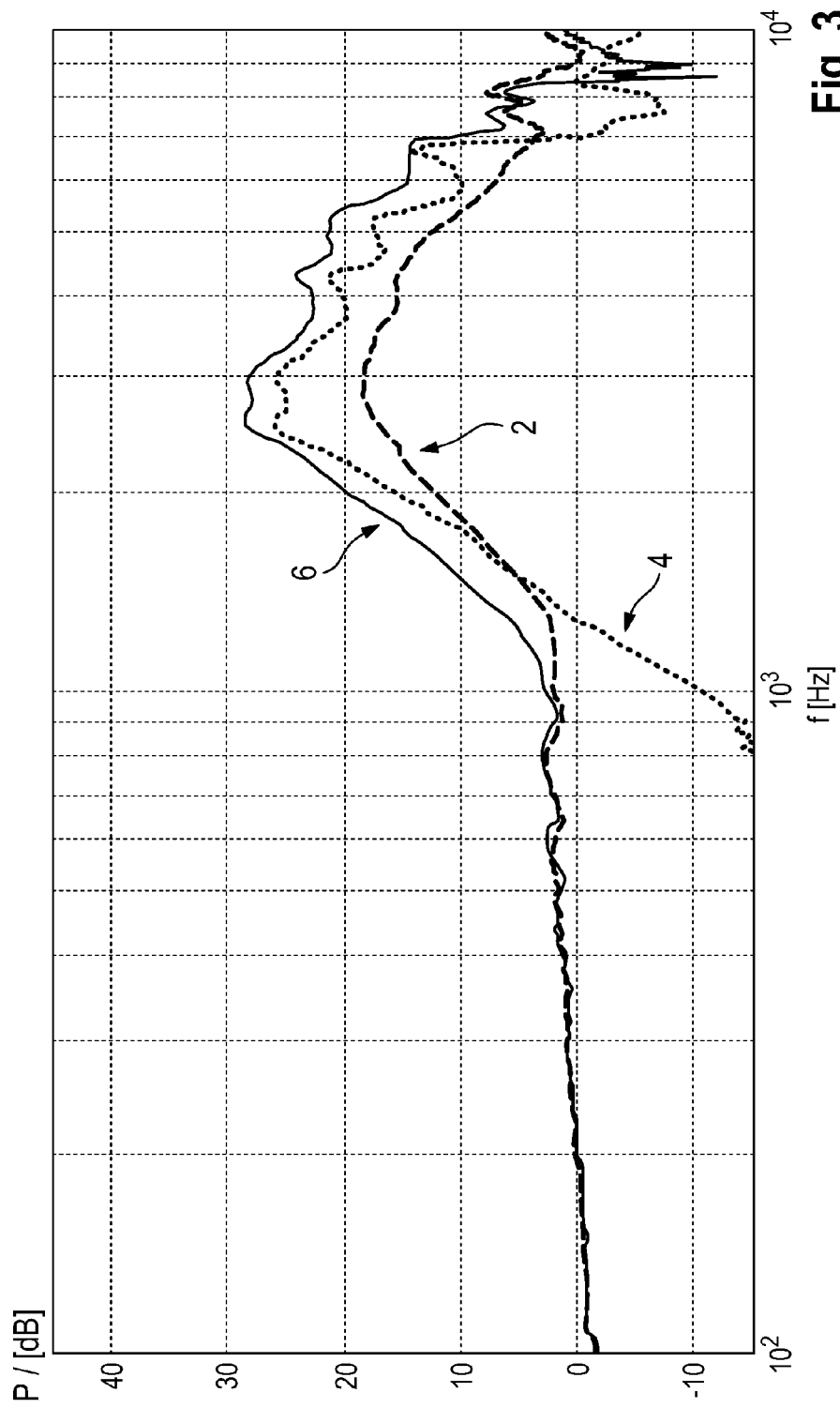


Fig. 3