

(19) **DANMARK**



Patent- og
Varemærkestyrelsen

(10) **DK/EP 2124335 T3**

(12) **Oversættelse af
europæisk patentskrift**

-
- (51) Int.Cl.: **H 03 H 17/02 (2006.01)**
- (45) Oversættelsen bekendtgjort den: **2018-07-16**
- (80) Dato for Den Europæiske Patentmyndigheds bekendtgørelse om meddelelse af patentet: **2018-03-28**
- (86) Europæisk ansøgning nr.: **09159307.9**
- (86) Europæisk indleveringsdag: **2009-05-04**
- (87) Den europæiske ansøgnings publiceringsdag: **2009-11-25**
- (30) Prioritet: **2008-05-21 DE 102008024535**
- (84) Designerede stater: **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 SE SI SK TR**
- (73) Patenthaver: **Sivantos Pte. Ltd., 18 Tai Seng Street , No. 08-08 , 18 Tai Seng, Singapore 539775, Singapore**
- (72) Opfinder: **Alfsmann, Daniel, Hans-Böckler-Strasse 10, 44787 Bochum, Tyskland**
- (74) Fuldmægtig i Danmark: **Chas. Hude A/S, H.C. Andersens Boulevard 33, 1780 København V, Danmark**
- (54) Benævnelse: **FREMANGSMÅDE TIL OPTIMERING AF EN FLERTRINSFILTERBANK OG TILSVARENDE FILTERBANK OG HØREAPPARAT**
- (56) Fremdragne publikationer:
LUNNER T ET AL: "A digital filterbank hearing aid-design, implementation and evaluation", SPEECH PROCESSING 1. TORONTO, MAY 14 - 17, 1991; [INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH & SIGNAL PROCESSING. ICASSP], NEW YORK, IEEE, US, Bd. CONF. 16, 14. April 1991 (1991-04-14), Seiten 3661-3664, XP010043963, DOI: 10.1109/ICASSP.1991.151068 ISBN: 978-0-7803-0003-3
HERMANN D ET AL: "Window Based Prototype Filter Design for Highly Oversampled Filter Banks in Audio Applications", 2007 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACOUSTICS, SPEECH, AND SIGNAL PROCESSING 15-20 APRIL 2007 HONOLULU, HI, USA, IEEE, PISCATAWAY, NJ, USA, 15. April 2007 (2007-04-15), Seiten II-405-II-408, XP031463202, ISBN: 978-1-4244-0727-9
ENEMAN K ET AL: "DFT modulated filter bank design for oversampled subband systems", SIGNAL PROCESSING, ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS B.V. AMSTERDAM, NL, Bd. 81, Nr. 9, 1. September 2001 (2001-09-01), Seiten 1947-1973, XP004297739, ISSN: 0165-1684, DOI: 10.1016/S0165-1684(01)00084-6
BRENNAN R ET AL: "A flexible filterbank structure for extensive signal manipulations in digital hearing aids", CIRCUITS AND SYSTEMS, 1998. ISCAS '98. PROCEEDINGS OF THE 1998 IEEE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON MONTEREY, CA, USA 31 MAY-3 JUNE 1998, NEW YORK, NY, USA, IEEE, US, Bd. 6, 31. Mai 1998 (1998-05-31), Seiten 569-572, XP010289846, DOI: 10.1109/ISCAS.1998.705338 ISBN: 978-0-7803-4455-6
YU SHAO ET AL: "A Generalized Time-Frequency Subtraction Method for Robust Speech Enhancement Based on Wavelet Filter Banks Modeling of Human Auditory System", IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS. PART B: CYBERNETICS, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, Bd. 37, Nr. 4, 1. August 2007 (2007-08-01), Seiten 877-889, XP011187018, ISSN: 1083-4419, DOI: 10.1109/TSMCB.2006.885306

Beskrivelse

[0001] Den foreliggende opfindelse angår en fremgangsmåde til optimering af en struktur af en flertrinsfilterbank, der har en filterbank med en indgangsside og en udgangsside der er baseret på en given filtertype, hvor indgangssiden af
5 filterbanken har indgangskanalantallet som en variable første parameter og en oversamlingsfaktor som en variable anden parameter. Endvidere angår den foreliggende opfindelse en flertrinsfilterbank, hvis struktur opnås ved hjælp af en fremgangsmåde ovenfor. Endvidere angår den foreliggende opfindelse også en høreindretning med en sådan flertrinsfilterbank. Ved udtrykket "høreindretning"
10 forstås her enhver lydafgivende indretning, som kan bæres i eller på øret, især et høreapparat, et headset, hovedtelefoner og lignende.

[0002] Høreapparater er bærbare høreindretninger, der tjener til at hjælpe hørehæmmede. For at imødekomme de mange individuelle behov er der tilvejebragt forskellige typer af høreapparater, såsom bag-øret-høreapparater (BTE),
15 høreapparat med ekstern modtager (RIC: receiver in the canal) og i-øret-høreapparater (ITE), f.eks. også Concha-høreapparater eller kanal-høreapparater (ITE, CIC). De høreapparater, der er opført som eksempler, bæres på yderøret eller i øregangen. Derudover er der også på markedet knoglelednings-høreapparater, implanterbare eller vibrotaktile hørehjælpemidler. Der
20 ved følger stimuleringen af den beskadigede hørelse enten mekanisk eller elektrisk.

[0003] Høreapparater har i princippet som væsentlige komponenter en indgangstransducer, en forstærker og en udgangstransducer. Indgangstransducere
25 ren er som regel en lydmodtager, f.eks. en mikrofon og/eller en elektromagnetisk modtager f.eks. en induktionsspole. Udgangstransducere er som regel realiseret som en elektroakustisk transducer, f.eks. en miniaturehøjtaler, eller en elektromekanisk transducer, f.eks. knogleledningsmodtager. Forstærkeren
30 er normalt integreret i en signalbehandlingsenhed. Denne grundlæggende struktur er vist i fig. 1 under anvendelse af eksemplet på et bag-øret-apparat. I et høreapparat er 1 til at bære bag øret er en eller flere mikrofoner 2 indbyg-

get til at modtage lyden fra omgivelserne. En signalbehandlingsenhed 3, som også er integreret i høreapparathuset 1, bearbejder mikrofonsignalerne og forstærker dem. Signalbehandlingsenhedens 3 udgangssignal transmitteres til en højttaler eller modtager 4, som udsender et akustisk signal. Lyden overføres eventuelt via et lydrør, der er fastgjort med en otoplastik i øregangen, til trommehinden af bæreren af apparatet. Høreapparatets strømforsyning og især signalbehandlingsenheden 3 udføres ved et ligeledes i høreapparathuset 1 integreret batteri 5.

10 **[0004]** Lydsignaler der er optaget af en eller flere mikrofoner af et høreapparat nedbrydes sædvanligvis i underbåndssignaler til videre behandling. Til dette bruger man sædvanligvis en eller flere frekvensselektive digitale analysefilterbanker (AFB), hvorved $K > 1$ underbåndssignaler opnås. Efter dekomponeringen kan underbandspecifikke signalmanipulationer udføres. En efterfølgende resyntese af de manipulerede underbandsignaler kan udføres ved hjælp af en digital syntesefilterbank (SFB).

[0005] Filtre af høj kvalitet i høreapparater er underlagt visse krav. For eksempel er der i de nederste bånd en kanalbåndbredde på ca. 250 Hz. Ellers bør båndgabet være baseret på Bark-skalaen. Desuden er et kanalnummer på mindst 22 ønskeligt. Forstyrrelse på grund af aliasing skal være under 60 dB. På grund af den intensive underbåndsbehandling (især den høje krævede forstærkning, der kræves for at kompensere for høretab) i høreapparater, er konventionelle aliasing-annulleringsteknikker ikke effektive. Filterbankerne skal derfor som udgangspunkt samples "ikke-kritisk". Endvidere bør gruppeforsinkelsen (i hvert tilfælde for AFB og SFB) være tydeligt under 5 ms, og gruppeforsinkelsesforvrængninger må ikke overstige et bestemt interval. Specielt for høje frekvenser skal gruppeforsinkelsen holdes så lav som muligt, hvilket udgør en betydelig begrænsende faktor for filterbanken.

30

[0006] Indtil videre har filterbanker med træstruktur med flere trin og ikke-ensartet opdeling (Bark-skala), men uden optimeret stopbåndsdæmpning og dermed manglende eller utilstrækkelig nedsampling (løsning A) været anvendt.

Derudover er det også kendt at anvende en enkeltstrin (for eksempel kompleksmoduleret) filterbank (opløsning B). Endelig anvendes flertrinsfilterbanker til dekomponering af lydsignalerne (løsning C). En sådan filterbank er for eksempel udstyret med K-kanaler med mindst to forskellige båndbredder, hvilke
5 båndbredder er baseret på grænsevilkårene for Bark-skalaen, men kanalgrupper har identisk båndbredde. Dette resulterer i fordele i forhold til løsningerne A og B.

[0007] Desuden er et forøget antal underbånd muligt ved flertrinsfilterbanken for at opnå en forbedret opløsning i forhold til løsningen A. På samme tid er der
10 imidlertid ingen tvang til at realisere et for stort antal underbånd, hvilket anses for at være en forbedring i forhold til løsning B.

[0008] Endvidere er det muligt at reducere samplingshastigheden for underbåndssignalerne med flertrinsfilterbanken, da det tillader at undgå interferens (forbedring i forhold til løsning A). Reduktionen af samplingshastigheden kan dog kun ske i det omfang, at der ved manipulationen af underbåndet ikke opstår
15 nogen interferens, der er forårsaget af spektral overfoldning (aliasing). Dette fører til en forbedring i forhold til kendte filterbankfremgangsmåder til aliasing-kompensation som beskrevet for eksempel i Heinz Göckler og Alexandra Groth:
20 "Multiratensysteme" Schlembach Verlag, Willburgstetten, 2004.

[0009] Fra artiklen af Brennan, R.; Schneider, T.: A flexible filterbank structure for ekstensive signal manipulations in digital hearing aids; In. IEEE, Proceedings of the International Symposium on Circuits and Systems 31 May - 3 June
25 1998, 1998. ISCAS '98. Volume 6, s. 569 - 572 er en fleksibel filterbankstruktur til høreapparater kendt. Denne filterbankstruktur er sammensat af en analysefilterbank og en syntesefilterbank, mellem hvilke en kanalafhængig behandling udføres. Det er en oversamplet filterbank og det er målet at opnå den kortest
30 mulige tidsforsinkelse og en høj computer effektivitet.

[0010] Desuden beskriver artiklen af Yu Shao; Chip Hong Chang: A Generalized Time-Frequency Subtraction Method for Robust Speech Enhancement

Based on Wavelet Filter Banks Modeling of Human Auditory System. I: IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS. PART B: CYBERNETICS. DEL B: CYBERNETIKK, Volume 37, No. 4. August 2007, 2007, s. 877-889 en filterbankmodellering til en menneskelig høreelse. For at forbedre taleforståelsen forbedres signal-til-støj-forholdet.

[0011] Desuden kendes artiklen af Lunner T et al.: " A digital filterbank hearing aid-design, implementation and evaluation, Speech Processing 1. Toronto, May 14-17, 1991; [International Conference on acoustics, speech & signal processing. ICASSP], New York, IEEE, US, Bd. CONF. 16, 14. April 1991 (1991-04-14), side 3661-3664, ISBN:978-0-7803-0003-3. Der beskrives der en flertrinsfilterbank med en indgangsside- og en udgangssidefilterbank der er baseret på en given type filter. Inputgangssidefilterbanken har kanalnummer 2 som den første parameter og en oversamlingsfaktor 2 som den anden parameter.

15

[0012] Formålet med den foreliggende opfindelse er at tilvejebringe en flertrinsfilterbank, som har den lavest mulige gruppeforsinkelse i underbåndene og som kan drives med mindst muligt energiforbrug.

[0013] Ifølge opfindelsen opnås dette formål ved hjælp af en fremgangsmåde til optimering af en struktur af en flertrinsfilterbank med en indgangsside- og en udgangssidefilterbank med filtre af en given filtertype, hvor indgangssidefilterbanken som en variabel første parameter har kanalnummeret og som en variabel anden parameter har en oversamlingsfaktor, hvilken fremgangsmåde omfatter følgende trin: at bestemme i hvert tilfælde en gruppeforsinkelse af flertrinsfilterbanken for et antal værdipar af den første og den anden parameter, at bestemme i hver tilfælde en driftshastighed for flertrinsfilterbanken for antallet af værdipar i den første og anden parameter, at udvælge et af antallet af værdipar, for hvilket den tilhørende gruppeforsinkelse og den tilhørende driftshastighed opfylder et forudbestemt kriterium, og at konfigurere indgangssidefilterbanken med kanalnummeret og oversamlingsfaktoren svarende til det udvalgte værdipar.

25
30

[0014] Det er på en fordelagtig måde muligt succesfuldt at optimere et filter-

banksystem, der har talrige parametre, såsom antal meddelelseskanaler på indgangssidefilterbanken, oversamlingsfaktoren for indgangssidefilterbanken, antal udgangssidefilterbanker, antal meddelelseskanaler på udgangssidefilterbankerne, oversamlingsfaktor for udgangssidefilterbankerne, træstruktur "fuldt træ" eller "reduceret træ" osv., ved hjælp af kun få målrettede udvalgte parametre. Det er altså ikke en kostbar optimeringsproces i et multidimensionelt rum, der er nødvendig.

[0015] Hvis flertrinsfilterbanken, dvs. filterbanksystemet i kaskade, er over hele bankbredden af forskellige trin, kan for de flere par af værdier i hvert tilfælde derudover bestemmes en datahastighed, der repræsenterer en kumulativ samplingshastighed over alle underbånd af flertrinsfilterbanken, og denne datahastighed anvendes til at vælge et af de nævnte flere par af værdier. Dette resulterer i et yderligere evalueringskriterium, hvor resultatrummet kan være uforholdsommæssigt begrænset.

[0016] I en videreudvikling kan en "næsten perfekt rekonstruerende" filterbank (NPR filterbank) anvendes i stedet for de almindeligt anvendte "perfekt rekonstruerende" filterbanker (PR filterbank). En NPR-filterbank er normalt tilstrækkelig til en intensiv underbåndsbearbejdning. Med en NPR-filterbank kan yderligere indsats og gruppeforsinkelse reduceres.

[0017] Endvidere kan hver underfiltreringsbank i filterbanksystemet være en oversamlet kompleksmoduleret regulær (DFT) eller frekvensforskudt (GDFT) polyfasefilterbank. Sådanne filterbanker har vidtrækkende muligheder for variation, men er nemme at optimere med fremgangsmåden ifølge opfindelsen.

[0018] Det forudbestemte kriterium for optimeringen kan være, at gruppeforsinkelse og driftshastigheden er så lave som mulig. Hvis begge parametre ikke har et minimum for et og samme værdipar, skal der vælges et passende kompromis for parameterværdierne og det tilhørende værdipar (indgangskanalnummer og oversamlingsfaktor).

[0019] Med fordel kan en flertrinsfilterbank nu findes ved fremgangsmåden iføl-

ge opfindelsen, hvis opbygning er optimeret med hensyn til gruppeforsinkelse og energiforbrug. Især er en sådan flertrinsfilterbank egnet til indgangssignalbehandling i høreindretninger, især i høreapparater.

- 5 **[0020]** Den foreliggende opfindelse vil nu blive forklaret mere detaljeret under henvisning til de ledsagende tegninger, hvor
- fig. 1 viser den grundlæggende struktur af et høreapparat ifølge den kendte teknik;
- fig. 2 viser en træstruktur af et basisfilterbankkoncept, der skal optimeres;
- 10 fig. 3 viser et diagram over gruppeforsinkelsen af frekvensgruppen af lave frekvenser som en funktion af K_{Ind} og U_{Ind} ;
- fig. 4 viser et diagram over driftshastigheden for multiplikationer af hele filterbanken som en funktion af K_{Ind} og U_{Ind} ;
- fig. 5 viser et diagram over datahastigheden for alle underbånd (samlet antal
- 15 prøver pr. tidsenhed) som en funktion af K_{Ind} og U_{Ind} ; og
- Fig. 6 viser en træstruktur af et optimeret filterbankkoncept.

[0021] Udførelsesformer, som er beskrevet mere detaljeret nedenfor, repræsenterer foretrukne udførelsesformer for den foreliggende opfindelse. For optimeringsfremgangsmåden ifølge opfindelsen antages en træstruktur af et filterbankkoncept i det følgende eksempel som vist i fig. 2. Et sådant basisfilterbankkoncept omfatter en indgangssidefilterbank 10 og et antal udgangssidefilterbanker 11₁ indtil 11_m og 12₁ til 12_n, Indgangssidefilterbanken 10 har et kanalnummer $K_{\text{Ind}} = n + m$. Samplingshastigheden ved indgangen til filterbanken 10 er f_{A} ,

25 ind.

[0022] Det grundlæggende filterbanekoncept er kun udformet i to trin i dette eksempel. Det har derfor ud over indgangssidefilterbanken 10 i det første trin kun et andet trin med filterbankerne 11₁ indtil 11_m og 12₁ til 12_n hver repræsenterer

30 konventionelle kompleksmodulerede filterbanker. Filterbankerne 11₁ indtil 11_m har et brugerkanalnummer $K_{\text{Aus},1}$ mens filterbankerne 12₁ til 12_n har kanalnummeret $K_{\text{Ud},2}$. Det egentlige antal kanaler svarer til produktet $U_{\text{Ind}} \cdot K_{\text{Ud},1,2}$, hvor U_{Ind} repræsenterer oversamlingsfaktoren for den indgående sidefilterbank.

[0023] Udgangssidefilterbankerne er således i det valgte eksempel kun sammensat i af to forskellige filterbanktyper. Derved er i tilfælde af et "fuldt træ" filterbanktypen med kanalnummeret $K_{Ud,1}$ S_1 -gange og den med antallet af kanaler $K_{Ud,2}$ S_2 -gange repræsenteret. Samplingshastigheden ved udgangen af indgangssidefilterbanken 10 er $f_{A, ZW}$ og samplingshastighederne ved udgangssiden af filterbankerne 11_1 indtil 11_m og 12_1 til 12_n andrager $f_{A, TB1}$ henholdsvis $f_{A, TB2}$.

[0024] Hvis kun et "reduceret træ" foreligger, så dannes kanalerne på udgangssiderne delvist af indgangssidefilterbanken 10. Følgelig kan filterbankerne 12 på udgangssiden 12_1 til 12_n (vist i punkterede linjer i fig. 2) udelades.

[0025] Målet er nu at optimere strukturen af filterbanksystemet i fig. 2, især med hensyn til en anvendelse i høreapparater. I dette tilfælde opnås den lavest mulige gruppeforsinkelse i de enkelte kanaler og et samlet set lavest muligt energiforbrug, det vil sige så få filteroperationer som muligt. Det har vist sig, at optimering af hele parameterområdet af filterbanksystemet kan reduceres til i det væsentlige to parametre, nemlig indgangskanalnummeret K_{Ind} og oversamlingsfaktoren U_{Ind} af indgangssidefilterbanken 10.

[0026] For det første undersøges gruppeforsinkelsen af en frekvensgruppe af de lave frekvenser i afhængighed af de to parametre K_{Ind} og U_{Ind} . Til undersøgelsen samt for alle efterfølgende undersøgelser anvendes filtre ifølge Remez standarddesign (lineært fasede FIR-filtre). Den tredimensionale graf i fig. 3 gengiver gruppeforsinkelsen t_g over parametrene U_{Ind} og K_{Ind} . Der er en klar stigning i gruppeforsinkelsen for lavfrekvensfrekvensgruppen i højre hjørne, dvs. ved høje indgangskanalnumre K_{Ind} og lave oversamlingsfaktorer U_{Ind} . Lave gruppeforsinkelser er mere tilbøjelige til at være i det forreste og bageste område af grafen, med meget lidt forsinkelse i venstre hjørne af grafen, dvs. ved høje oversamlingsfaktorer U_{Ind} og lave indgangskanalnummer K_{Ind} . For højere frekvenser varierer gruppeforsinkelsen som en funktion af U_{Ind} og K_{Ind} kun ubetydelig.

[0027] Høje oversamlingsfaktorer U_{Ind} fører dog til et stort antal nødvendige operationer, hvilket øger energiforbruget. Som følge heraf skal der findes en afvejning mellem gruppeforsinkelse og antallet af operationer eller driftshastigheden. Derfor blev, ifølge fig. 4, driftshastigheden $f_{\text{OP, mult}}$ (kun for multiplikationer) af hele filterbanken som en funktion af K_{Ind} og U_{Ind} bestemt. Multiplikationsdriftshastigheden kan her betragtes som repræsentativ for den samlede driftshastighed af filterbanken. I den tredimensionale grafik i fig. 4 er vist, at driftshastigheden $f_{\text{OP, mult}}$ i venstre hjørne, dvs. ved en høj oversamlingsfaktor U_{Ind} og et lille kanalnummer K_{Ind} , er relativt stor. I det forreste og bageste hjørner af grafen er driftshastighederne væsentligt lavere og laveste i højre hjørne, dvs. med et stort antal kanaler K_{Ind} og lav oversamlingsfaktor U_{Ind} . Som led i optimeringen skal begge optimeringskriterier, nemlig gruppeforsinkelsen og driftshastigheden overvejes samtidigt. Som allerede nævnt oven for viser det sig, at gruppeforsinkelsen af frekvensgruppen med høje frekvenser næppe er kritisk og derfor ikke behøver at blive brugt til optimeringen. Følgelig, hvis fig. 3 og 4 betragtes sammen, så opnås optimale værdipar af parametrene U_{Ind} og K_{Ind} i det forreste og bageste område af planerne, der udspænder begge disse to parametre U_{Ind} og K_{Ind} ifølge fig. 3 og 4.

[0028] Som et ekstra beslutningskriterium for at finde et optimalt værdipar $U_{\text{Ind}}/K_{\text{Ind}}$ kan den såkaldte datahastighed " f_{data} " anvendes. Den er resultatet af alle samplingshastigheder akkumuleret over alle underbånd. Som vist i fig. 5, er den konstant for et "fuldt træ" af filtersystemet (se fig. 2). Kun for et "reduceret træ" er der et afhængighedsresultat fra parametrene U_{Ind} og K_{Ind} . I det valgte eksempel blev der set bort fra udgangssidefilterbankerne 12_1 til 12_n . Dette resulterede i en afhængighed af datahastigheden f_{data} af de to parametre K_{Ind} og U_{Ind} . Ifølge den tredimensionale grafik i fig. 5 ville det være bedst at anvende et reduceret træ (højt kanalnummer K_{Ind}) og at holde oversamlingsfaktoren U_{Ind} af indgangssidefilterbanken så lav som muligt. I dette parameter-parområde er gruppeforsinkelse dog relativt høj (se fig. 3).

[0029] Samlet set kan der findes et kompromis, der tager højde for alle optimeringskriterierne (lav gruppeforsinkelse, lav operationshastighed og muligvis lav

datahastighed). I det foreliggende eksempel har det vist sig, at en filterbank med træstrukturen ifølge fig. 6 kan betragtes som optimal. Følgelig har indgangssidefilterbanken 10 et kanalnummer $K_{\text{Ind}} = 4$ og en oversamlingsfaktor $U_{\text{Ind}} = 2$. Den optimale struktur resulterer i et fuldt træ med fire udgangssidefilterbanker 11₁, 12₁, 12₂ og 12₃, Udgangssidefilterbanken 11₁ for det lavere frekvensområde har kanalnummeret $K_{\text{Ud}} = 12$ og oversamlingsfaktoren $U_{\text{Ud}} = 5$. For de øvre frekvenser er der tre udgangssidefilterbanker 12₁, 12₂ og 12₃ af samme filterbanktype. De har hver især kanalnummeret $K_{\text{Ud}} = 4$ og en oversamlingsfaktor $U_{\text{Ud}} = 4$. Dette resulterer i 24 kanaler over hele frekvensområdet, dvs. et kanalnummer, der er mindst 22 ifølge de oprindeligt etablerede krav. Det yderligere krav om, at en kanalbåndbredde på ca. 250 Hz er nødvendig i de nederste bånd, kan opretholdes med strukturen i fig. 6. Faktisk med den optimerede filterbankstruktur har de nedre kanaler en båndbredde på 240 Hz og de øvre kanaler har en båndbredde på 750 Hz. Med optimeringsfremgangsmåden ifølge opfindelsen er det således muligt at optimere en flertrinsstruktur af oversamplede, kompleksmodulerede (modificerede: GDFT) polyfasede filterbanker hvad angår applikationer i høreindretninger, især høreapparater.

[0030] I tilfælde af en implementering af frekvensforskudte kompleksmodulerede (GDFT) polyfasede filterbanker kan den mest fordelagtige løsning til realisering af frekvensforskydning vælges ifølge opfindelsen for hver underfilterbank: I det første tilfælde frekvensforskydes selve indgangssignalet fra den respektive underfilterbank, hvorved prototypefilteret fortsætter med at have reelle koefficienter, men forsynes med et komplekst signal (implementering som en DFT filterbank). Udgangssignalet skal derved igen frekvensforskydes i modsat retning. I det andet tilfælde er prototypefilteret selv kompleksmoduleret, hvorved denne omfatter komplekse koefficienter, men forsynes med et reelt signal. For at bevare den eventuelt eksisterende symmetri af FIR-filterkoefficienter vælges nulphasen af den frekvensforskudt-virkende bæreroscillation hensigtsmæssigt.

Valget af begge muligheder er som følger: Hvis indgangssignalet for den respektive underfilterbank er reel, så vælges den anden mulighed, er den kompleks, så vælges den første. I hvert tilfælde resulterer således også for GDFT-

underfilterbanker i de prototypefiltre, som skal realiseres, kun i halv-komplekse multiplikationer. I tilfælde af en flertrinsfilterbank kan den i det første tilfælde krævede frekvensforskydning kombineres foran og bag DFT-filterbanken.

Yderligere forbedringer i beregningsmæssig kompleksitet (energiforbrug) og gruppeforsinkelse kan opnås ved at erstatte filterbanker med NPR ("ikke-perfekte rekonstruerede filterbanker") i stedet for konventionelle PR-filtre ("perfekt rekonstruerede filterbanker"). NPR-filterbankerne kan nemlig være konstrueret til at være tilstrækkelige til intensiv underbåndsbehandling.

10 **[0031]** Som en filterbank der er sammensat af mindst to kaskadetrin eller som en delvist, mindst to-trins (analyse) filterbank, kan den tjene til at dekomponere indgangssignalet i K underbåndsignaler med en reduceret samplingshastighed. En digital syntesefilterbank (SFB) til resyntese efter manipulation af underbåndsignalerne kan konstrueres symmetrisk til analysefilterbanken (AFB).

15

[0032] Samlet set kan en mindre gruppeforsinkelse opnås med den optimerede filterbankstruktur, især i bredbåndskanaler centreret ved højere centerfrekvenser, hvilket repræsenterer en forbedring i forhold til den i indledningen beskrevne løsningen B. En anden fordel ved det optimerede filterbanksystem er den reducerede beregningsindsats i analyse-syntese-filterbankens kaskade, hvilket repræsenterer en forbedring over en ikke-optimeret løsning C. Endelig er der med fordel også en stærkt reduceret beregningsindsats i underbåndsignalbehandling ved nedsampling af underbåndsignalerne og undgåelse af et for stort antal kanaler.

25

[0033] Det ovenfor beskrevne filterbanksystem kan for eksempel anvendes i et høreapparat eller en anden høreindretning.

Patentkrav

1. Fremgangsmåde til optimering af en struktur af en flertrinsfilterbank, som omfatter en indgangssidefilterbank (10) og en udgangssidefilterbank (11₁, 11_m;
5 12₁, 12_n) med filtre af en given filtertype, hvor indgangssidefilterbanken (10) har kanalnummeret (K_{Ind}) som en variabel første parameter, og en oversamlingsfaktor (U_{Ind}) som en variabel anden parameter,
kendetegnet ved
- 10 - at bestemme i hvert tilfælde en gruppeforsinkelse (τ_g) af flertrinsfilterbanken for et antal værdipar af den første og den anden parameter,
 - at bestemme i hver tilfælde en driftshastighed ($f_{Op, mult}$) af flertrinsfilterbanken for antallet af værdipar af den første og den anden parameter,
 - at udvælge et af antallet af værdipar, for hvilket den tilhørende gruppeforsinkelse (t_g) og den tilhørende driftshastighed ($f_{Op, mult}$) opfylder et forudbestemt kriterium, og
15
 - at konfigurere indgangssidefilterbanken (10) med kanalnummeret og oversamlingsfaktoren svarende til det udvalgte værdipar.
2. Fremgangsmåden ifølge krav 1, hvor trin af flertrinsfilterbanken er forskellige
20 trin over den fulde båndbredde, en kumulativ samplingshastighed over alle underbånd i flertrinsfilterbanken yderligere bestemmes som datahastigheden for hver af antallet af værdipar, og den respektive datahastighed anvendes til at vælge et af antallet af værdipar.
- 25 3. Fremgangsmåde ifølge krav 1 eller 2, hvor indgangsside- og udgangssidefilterbankerne, med hensyn til en syntesefilterbank, hver er en NPR filterbank.
4. Fremgangsmåde ifølge et af de foregående krav, hvor indgangsside- og ud-

gangssidefilterbankerne hver er en oversamlet, kompleksmoduleret polyfaset filterbank.

5. Fremgangsmåde ifølge et af de foregående krav, hvor det definerede kriterium er at minimere gruppeforsinkelse (t_g) og driftshastigheden ($f_{Op, mult}$).

tegning

FIG 1
Kendt teknik

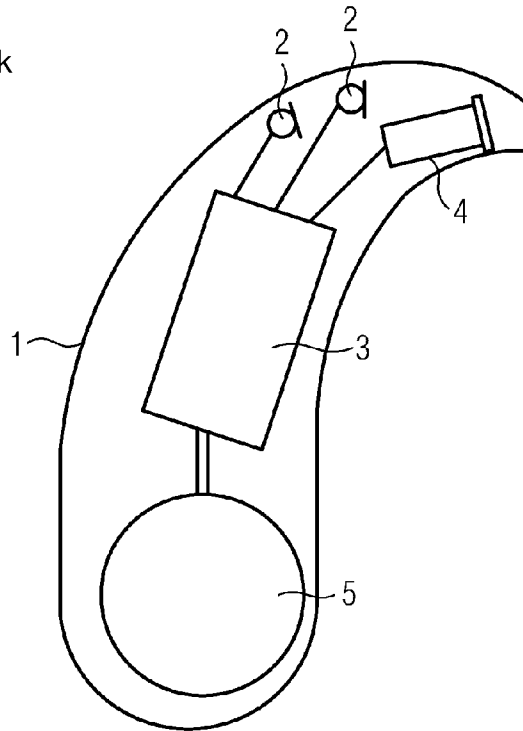
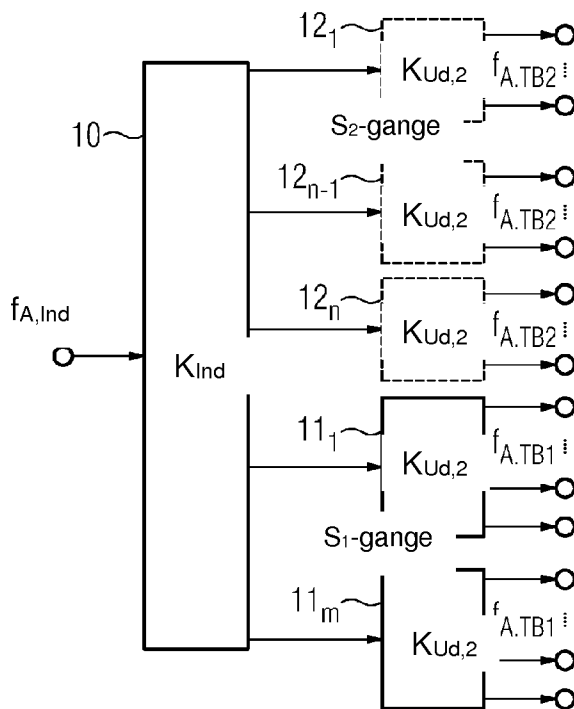


FIG 2



2

FIG 3

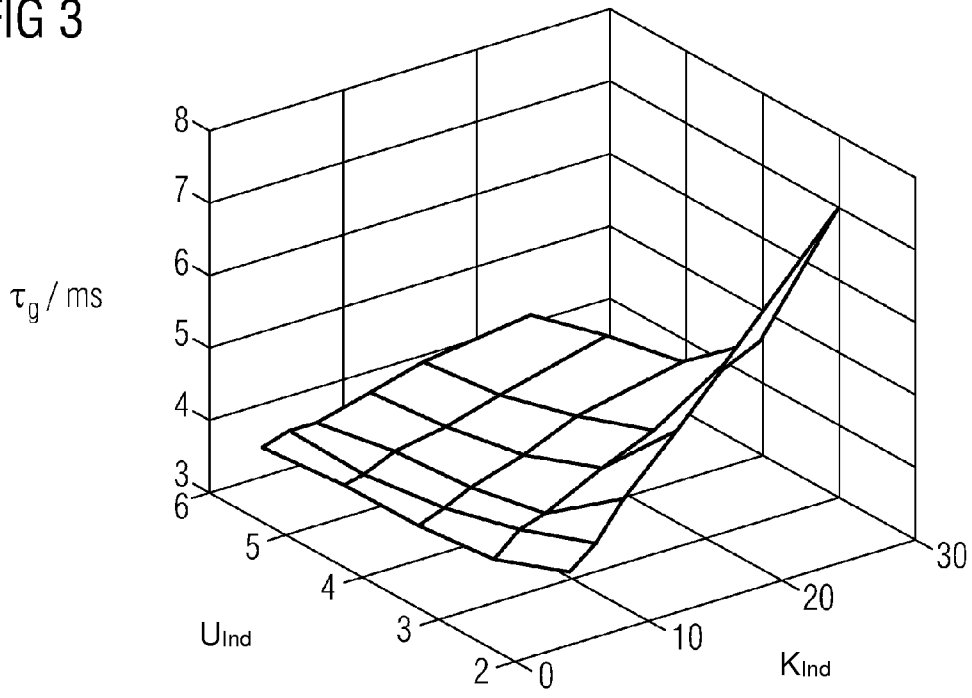


FIG 4

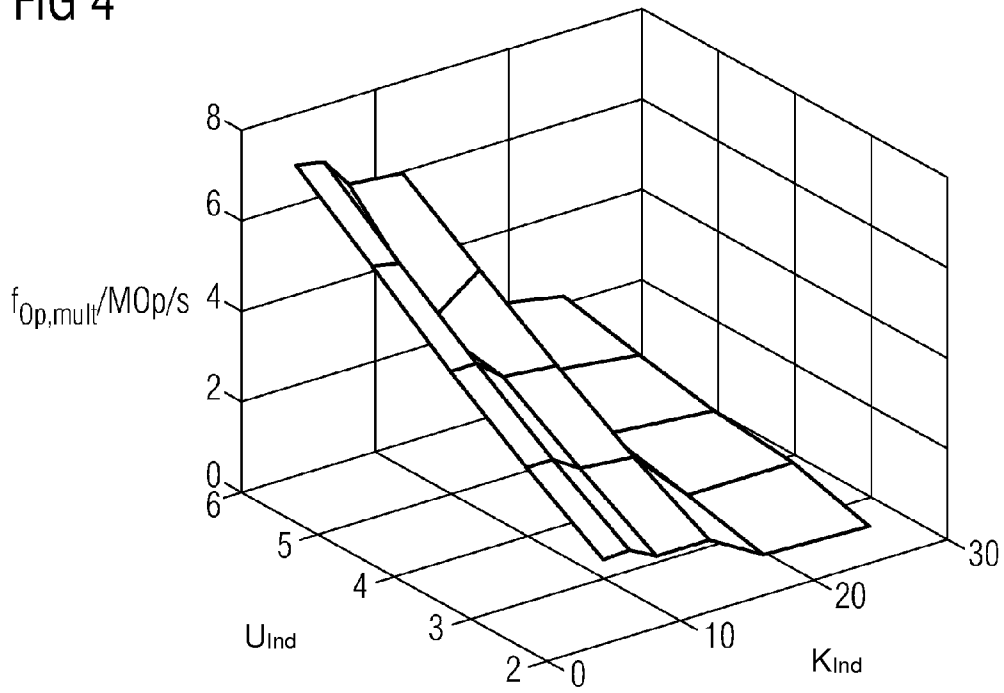


FIG 5

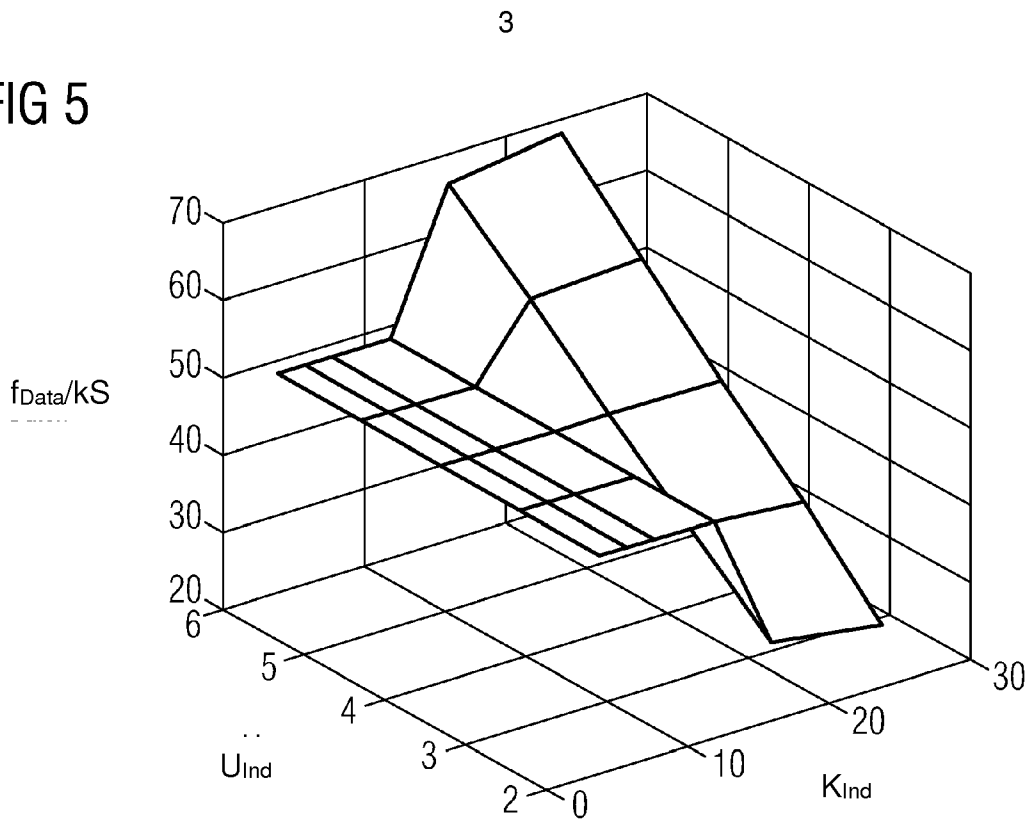


FIG 6

