

(19) DANMARK



PATENTDIREKTORATET
TAASTRUP

(12) FREMLÆGGELSESSKRIFT

(11) 159357 B



(21) Patentansøgning nr.: 1479/88

(51) Int.Cl.⁵ H 04 R 25/02
H 04 R 3/02

(22) Indleveringsdag: 18 mar 1988

(41) Alm. tilgængelig: 19 sep 1989

(44) Fremlagt: 01 okt 1990

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: -

(71) Ansøger: *Oticon A/S; Eriksholm; Kongevejen 243; 3070 Snekkerten, DK

(72) Opfinder: Søren *Weinrich; DK

(74) Fuldmægtig: Dansk Patent Kontor A/S

(54) Høreapparat, navnlig til anbringelse i øret

(56) Fremdragne publikationer

US pat. nr. 4455675

(57) Sammendrag:

1479 - 88

I et høreapparat med en mikrofon (1), en forstærker (6) og en lyd giver (3), der leverer forstærket lyd til brugeren, består det nye træk i en yderligere signalvej, der omfatter en tilbagekoblingsundertrykkende mikrofon (9), der er anbragt ved et sted, hvor den kan modtage tilbagekoblingsforårsagende lyd fra lyd giveren (3), idet mikrofonens (9) udgangssignal på passende måde svækkes (12) og forsinkes (13) med et kort tidsrum Δt svarende til den effektive akustiske afstand $a+b$ mellem den anden mikrofon (9) og hovedmikrofonen (1), og tilført en differensforstærker (14) modsat i forhold til signalet fra hovedmikrofonen (1). Herved opnås, at den komponent af signalet fra hovedmikrofonen (1), der kan forårsage positiv tilbagekobling eller "hylen", i alt væsentligt udlignes. Opfindelsen er især anvendelig ved høreapparater til anbringelse i øret.

I en anden, ikke vist udførelsesform udgøres den tilbagekoblingsundertrykkende signalvej af en akustisk vej, der omfatter et rør, som fører til det bageste hulrum i en retningsmikrofon eller differentialmikrofon.

DK 159357 B

Opfindelsen angår et høreapparat af den i krav 1's indledning omhandlede art.

I mange typer af høreapparater, navnlig de, der er indrettet til at anbringes i øret, kan den fra apparatets lydgi-
5 ver afgivne lyd, der er bestemt for brugerens lydfølsomme organ, nå hen til mikrofonen langs med en akustisk overføringsbane, hvis længde og dæmpning er så lille, at der kan optræde positiv akustisk tilbagekobling eller "hylen". Dette er navnlig tilfældet med høreapparater til anbringelse
10 se i øret, hvori en ventilationskanal forbinder den ydre øregang med atmosfæren, eftersom den lyd, som fra lydgiveren afgives til øregangen, kan forplante sig langs med ventilationskanalen og gennem atmosfæren til mikrofonen, der er beliggende i en forholdsvis kort afstand fra ventilationsskanalen.
15 lationskanalen.

Et stort antal forsøg er blevet gjort eller foreslået med henblik på at formindske risikoen for positiv akustisk tilbagekobling, men indtil nu haringen af disse forsøg vist sig at kunne lykkes. Der er således blevet gjort forsøg ved
20 at lukke ventilationskanalen helt eller delvis, ved at indføre forskellige filtre, faseforskydninger og/eller tidsforsinkelse eller endda negativ tilbagekobling, men alle disse forsøg har ført til ubehag for brugeren og/eller formindsket forståelighed af den tale, der behandles i
25 høreapparatet.

Fra US-patentskrift nr. 4.455.675, se især spalte 1, linie 26-33, kendes den såkaldte aktive støjelimination, som i princippet går ud på at fjerne støjsignalkomponenten i et signal, der består af en nyttesignal- og en støjsignalkom-
30 posant, ved at støjkomponenten detekteres og med passende amplitude og fase tilføres det samlede signal. Herved ud-
lignes støjkomponenten.

Det er opfindelsens formål under udnyttelse af det ovenfor omtalte princip at anvise udformningen af et høreapparat af
35 den indledningsvis nævnte art, hvori risikoen for, at posi-

tiv akustisk tilbagekobling forårsager "hylen", er undgået eller i det mindste formindsket i væsentlig grad, og dette formål opnås ved et høreapparat, der tillige udviser de i krav 1's kendetegnende del omhandlede træk. Herved opnås, 5 at den del af lyden fra lyd giveren, der når hen til forstærkerens indgang, udlignes af en lige stor og modsat "anti-lyd" fra den yderligere signalvej, hvorved kun den komposant af det af forstærkeren modtagne signal, der skyldes lyd, der skal forstærkes, fra omgivelserne, på effektiv 10 måde overføres til brugerens lydfølsomme organ.

Yderligere udførelsesformer for høreapparatet ifølge opfindelsen, hvis tekniske virkninger er forklaret i den efterfølgende specielle del af nærværende beskrivelse, er omhandlet i krav 2-8.

15 Opfindelsen skal i det følgende forklares nærmere under henvisning til den til dels stærkt skematiserede tegning, på hvilken

fig. 1 er et snit gennem et første udførelseseksempel,

fig. 2 er et blokdiagram af kredsløbskomponenterne i det i 20 fig. 1 viste eksempel,

fig. 3 er et snit gennem et andet udførelseseksempel, og

fig. 4 er et stærkt forstørret del-billede af det område i fig. 3, der er mærket med IV.

Som det kan ses af fig. 1 og 3, udgør de viste udførelses- 25 eksempler på høreapparatet ifølge opfindelsen høreapparater af den art, der er indrettet til at anbringes i øret, i form af en proplignende indretning, der er indrettet til at indføres i brugerens ikke viste ydre øregang. På i og for sig kendt måde omfatter begge de viste udførelseseksempler 30 - en mikrofon 1, som gennem en kanal 2 er forbundet med den omgivende atmosfære,
- en elektro-akustisk omsætter eller lyd giver 3, som gennem

en kanal 4 er forbundet med en del af brugerens ydre øregang, der ligger inden for høreapparatet,

- en ventilationskanal 5, som til stadighed danner forbindelse mellem den nævnte del af øregangen og den omgivende

5 atmosfære, og

- udstyr, der skal beskrives i det følgende, som overfører og forstærker signaler fra mikrofonen 1 til lyd giveren 3.

I det i fig. 1 og 2 viste udførelseseksempel omfatter det udstyr, der overfører og forstærker signaler fra mikrofonen

10 1 til lyd giveren 3, en elektronisk signalbehandlingsenhed 6, hvis udgang er forbundet med lyd giveren 3, og hvis første indgang 7 er forbundet med mikrofonen 1, der er indrettet til at modtage lyd gennem den omgivende atmosfære. I det følgende vil mikrofonen 1 blive betegnet som

15 "hovedmikrofonen".

Udover den nævnte første indgang 7 omfatter signalbehandlingsenheden 6 også en anden indgang 8, der modtager signaler fra en anden, tilbagekoblingsundertrykkende mikrofon 9, som gennem en kanal 11 er indrettet til at modtage lyd fra

20 et sted 10 i ventilationskanalen 5.

Den anden indgang 8 er forbundet med indgangen på et variabelt dæpningsled 12, hvis udgang er forbundet med en forsinkelsesenhed 13, som gennem sin udgang igen er forbundet med den positive indgang på en differensforstærker 14,

25 hvis anden, negative indgang er forbundet med den første indgang 7, der modtager signaler fra hovedmikrofonen 1. Udgangen på differensforstærkeren 14 er forbundet med lyd giveren 3 - i det viste udførelseseksempel direkte, men denne forbindelse kunne også omfatte forstærkende, filtrerende

30 og/eller andet signalbehandlende udstyr.

Stedet 10, dvs. det sted i ventilationskanalen 5, hvor kanalen 11 fører til den anden mikrofon 9, er beliggende i en afstand "a" fra den ydre åbning 15 i ventilationskanalen 5, og denne åbning 15 er beliggende i en afstand "b" fra

den til hovedmikrofonen 1 hørende kanal 2. Således vil lyd fra stedet 10 til kanalen 2 være nødt til at forplante sig gennem en afstand $a+b$.

Den i fig. 2 viste forsinkelsesenhed 13 er indrettet til at forsinke signalet fra dæpningsleddet 12 gennem differensforstærkeren 14 med et kort tidsrum Δt svarende til den tid, lyden behøver for at forplante sig gennem den ovenfor omtalte afstand $a+b$. Når det viste høreapparat er i drift, vil noget af den lyd, der trænger ud gennem den til lydgiveren 3 hørende kanal 4, uundgåeligt "lække" gennem ventilationskanalen 5 til den ydre åbning 15, og af den lyd, som på denne måde trænger ud gennem den ydre åbning 15, vil en del nå hen til kanalen 2 og derfra til hovedmikrofonen 1. I fraværelse af den anden, tilbagekoblingsundertrykkende mikrofon 9 og de dertil knyttede kredsløbskomponenter, dvs. dæpningsleddet 12, forsinkelsesenheden 13 og den "positive del" af differensforstærkeren 14, kunne dette føre til en tilstand med positiv tilbagekobling eller "hylen". Denne situation undgås imidlertid ved hjælp af mikrofonen 9 og det nævnte, dertil knyttede udstyr. Samtidig som "lækagelyden" fra lydgiveren 3 forplanter sig gennem luften fra stedet 10 til den hovedmikrofonen 1 hørende kanal 2, vil den lyd, som mikrofonen 9 modtager ved stedet 10, blive omdannet til et elektrisk signal, dæmpet i dæpningsleddet 12, forsinket i forsinkelsesenheden 13 med det ovennævnte korte tidsrum Δt og afgivet til den positive indgang på differensforstærkeren 14. Ved passende indstilling af dæpningsleddet 12 og forsinkelsesenheden 13 vil signalet fra sidstnævnte ved den positive indgang på differensforstærkeren 14 blive modtaget med den samme amplitude og fase som det signal, som fra hovedmikrofonen 1 leveres til den negative indgang, hvorfor signalet fra forsinkelsesenheden 13 vil udligne den komponent i signalet fra hovedmikrofonen 1, der skyldes lyd, som på den ovenfor beskrevne måde er modtaget fra lydgiveren 3. Således vil udgangen på differensforstærkeren 14 kun indeholde signaler fra hovedmikrofonen 1, der skyldes den modtagne omgivelseslyd 16. En lille del af omgivelseslyden 16 vil selvsagt

blive modtaget af den anden mikrofon 9, men på grund af den dæmpning og/eller forsinkelse, der indføres i signalerne fra den anden mikrofon 9, vil denne lyd ikke være i stand til at forårsage nogen udligning eller ophævelse af de til omgivelseslyden svarende signaler i mikrofonen 1.

Det kan vises, at frekvenskarakteristikken for det i fig. 1 og 2 viste høreapparat, defineret som forskellen mellem det lydtrykniveau, som lyd giveren frembringer i øregangen, og lydtrykniveauet som frit felt af omgivelseslyden 16, ændres med følgende størrelse:

$$\Delta_{FF} = 20 \log_{10}(1 - 10^{H(a+b)/20})$$

hvor $H(a+b)$ er den akustiske dæmpning mellem stedet 10 i ventilationskanalen og den til hovedmikrofonen 1 hørende kanal 2.

Denne dæmpning er praktisk taget frekvensuafhængig ved frekvenser under 6-8 kHz, og afhænger alene af afstanden $(a+b)$. Som følge heraf ændres høreapparatets frekvenskarakteristik kun med en frekvensuafhængig størrelse, hvad der betyder, at frekvenskarakteristik-kurvens form bibeholdes, og der sker intet tab af forstærkning ved høje frekvenser.

I det i fig. 3 og 4 viste udførelseseksempel henviser referencenummer og -bogstaver, der er de samme som i fig. 1 og 2, til komponenter med i det mindste stort set de samme funktioner som sådanne i fig. 1 og 2 viste komponenter, hvorfor disse komponenter kun vil blive nærmere beskrevet i den udstrækning, der er nødvendig til beskrivelse og forklaring af funktionen af det i fig. 3 og 4 viste udførelseseksempel.

I det i fig. 3 og 4 viste udførelseseksempel er mikrofonen 1 af den type, der omfatter et forreste hulrum 17 og et bageste hulrum 18, idet indretningen er en sådan, at den af det forreste hulrum 17 modtagne lyd bevirker frembringelse af mikrofon-udgangssignaler, der er modsat i fase i forhold

til de signaler, der frembringes på grund af den i det bageste hulrum 18 modtagne lyd. Sådanne mikrofoner kendes som "retningsmikrofoner" eller "differentialmikrofoner" og har i reglen en membran, der adskiller det forreste hulrum 5 fra det bageste, selv om andre udformninger er mulige. I dette udførelseseksempel udgøres den tilbagekoblingsundertrykkende forbindelse mellem stedet 10 i ventilationskanalen 5 og mikrofonen 1 af et rør 19, der er svagt bugtet for at få en effektiv akustisk længde svarende til den akustiske 10 længde af afstanden $a+b$. Udgangsenden på røret 19 er forbundet med det bageste hulrum 18 i mikrofonen 1, idet forbindelsen fortrinsvis omfatter en akustisk afslutningsimpedans 20, der er vist i fig. 4, for at undgå refleksioner ved indgangen til det bageste hulrum 18, dvs. at gøre 15 det muligt for en frit fremadskridende lydbølge at forplan- te sig gennem røret 19.

Eftersom den effektive akustiske længde af røret 19 svarer til den effektive akustiske afstand fra stedet 10 til den til mikrofonen 1 hørende udvendige kanal 2, vil den lyd, 20 der overføres fra stedet 10 til mikrofonen 1, blive forsinket med det samme korte tidsrum i de to nævnte veje, og ved at indstille en i røret 19 anbragt akustisk ventil 21 er det muligt at opnå en i alt væsentligt fuldstændig undertrykkelse af tilbagekobling, der skyldes den akustiske 25 forbindelse mellem lyd giveren 3 og mikrofonen 1.

En forstærker 22, der kan være af den inden for denne teknik sædvanlige art, forstærker de elektriske netto- signaler fra mikrofonen 2 og overfører dem til lyd giveren 2 på sædvanlig måde.

30 Fagfolk på dette område kan foretage talrige ændringer ved et høreapparat ifølge opfindelsen. Således kan opfindelsens principper også anvendes på andre typer af høreapparater end den viste, såsom f.eks. et høreapparat, hvoraf en del bæres bag øret.

Det i fig. 3 viste rør kan være udformet på anden måde end den viste; det kan f.eks. være viklet i skruelinie eller spiral eller bøjet i siksak med "bløde" kurver, eller være udformet på andre måder, der gør det muligt for røret 19
5 eller en hertil svarende kanal at have den fornødne effektive akustiske længde.

De aktive komponenter, såsom den i fig. 2 viste differensforstærker 14 og den i fig. 3 viste simple forstærker 22, eventuelt også dæpningsleddet 12 og forsinkelsesenheden
10 13, kan strømforsynes ved hjælp af passende, ikke viste batterier. Når apparatet som vist i fig. 1 og 2 omfatter to mikrofoner, foretrækkes det, at begge mikrofoner er af den samme generelle art, dvs. enten trykfølsomme eller hastighedsfølsomme.

P a t e n t k r a v .

1. Høreapparat af den art, der omfatter
- a) en mikrofon (1), der er indrettet til at modtage omgivel-
5 seslyd (16) og frembringe hertil svarende elektriske
signaler,
 - b) en forstærker (14; 22) til forstærkning af de elektriske
signaler fra mikrofonen og afgivelse af de forstærkede
signaler til
 - c) en elektro-akustisk omsætter (3), der er indrettet til
10 at omdanne de nævnte forstærkede signaler til akustiske
signaler og rette disse imod brugerens trommehinde eller
andet lydfølsomt organ, og
 - d) en mellem omsætteren (3) og forstærkeren (14; 22)
beliggende dominerende akustisk tilbagekoblingsvej (4, 5,
15 10, 15, 2)
- k e n d e t e g n e t ved,
- e) en yderligere signalvej (11,9,8,12,13; 19,18), der fører
fra et sted (10) i den dominerende akustiske tilbagekob-
lingsvej (4,5,10,15,2), idet transmissionstiden (Δt) langs
20 med den nævnte yderligere signalvej er i alt væsentligt lig
med transmissionstiden langs med den dominerende akustiske
tilbagekoblingsvej fra det nævnte sted (10) til mikrofonen
(1), og idet udgangssignalerne fra den nævnte yderligere
signalvej tilføres forstærkerens indgang med i alt væsent-
25 ligt modsat fase og samme amplitude som de signaler, som
forstærkeren modtager fra mikrofonen (1) og skyldes lyd,
der er blevet forplantet langs med den nævnte dominerende
akustiske tilbagekoblingsvej.
2. Høreapparat ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved,
- 30 at den nævnte yderligere signalvej omfatter
 - a) en anden mikrofon (9), der er anbragt ved eller i nærhe-
den af det nævnte sted (10),
 - b) et dæpningsled (12), hvis indgang er forbundet med den
anden mikrofon (9) udgang, og
 - 35 c) en elektrisk signalforsinkelsesenhed (13), hvis indgang
er forbundet med dæpningsleddets (12) udgang, og hvis
udgang er forbundet med forstærkeren (14) på en sådan

måde, at de signaler fra den førstnævnte mikrofon (1), der forårsages af lyd, der er forplantet langs med den dominerende akustiske tilbagekoblingsvej, modvirkes.

3. Høreapparat ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved,
5 at forstærkeren (14) er en differensforstærker med to indgange, hvoraf den ene er forbundet med den førstnævnte mikrofons (1) udgang og den anden er forbundet med forsinkelsesenhedens (13) udgang.

4. Høreapparat ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved,
10 at den nævnte yderligere vej omfatter et rør (19), der fører fra det nævnte sted (10) til en akustisk indgang (18) på den nævnte mikrofon, der er indrettet til som svar herpå at frembringe signaler med fase modsat fasen af de som reaktion på den nævnte omgivelseslyd frembragte signaler.

15 5. Høreapparat ifølge krav 4, k e n d e t e g n e t ved,
a) at mikrofonen (1) er af den art, der har et forreste hulrum (17) og et bageste hulrum (18), idet den lyd, der modtages i de to hulrum frembringer signaler af modsat fase i mikrofonens udgang, og
20 b) at det ene af det nævnte hulrum er akustisk forbundet med den omgivende atmosfære, medens det andet hulrum er akustisk forbundet med det nævnte rørs (19) udgangsende.

6. Høreapparat ifølge krav 4 eller 5, k e n d e t e g n e t ved, at der ved det nævnte rørs (19) udgangsende er anbragt
25 et akustisk impedanstilpasningselement, såsom en akustisk modstand (20), der er anbragt i en åbning i rørets væg.

7. Høreapparat ifølge et eller flere af kravene 4-6, k e n d e t e g n e t ved, at røret (19) er udstyret med en indstillelig akustisk ventil (21).

30 8. Høreapparat ifølge et eller flere af kravene 1-7, k e n d e t e g n e t ved,
a) at det udgør et høreapparat af den art, der er indrettet

til at anbringes i det menneskelige øres indre øregang, og hvori

a1) den førstnævnte mikrofon (1) er anbragt med en lydmodtagende kanal eller et lydmodtagende hulrum i alt væsent-

5 ligt direkte forbundet med atmosfæren,

a2) den nævnte elektro-akustiske omsætter (3) er anbragt med en lydfrembringende udgangskanal eller "hulhed" rettet indad i den nævnte ydre øregang, og

a3) en ventilationskanal (5), der forbinder den inden for
10 høreapparatet liggende del af øregangen med atmosfæren, strækker sig gennem høreapparatets legeme, og

b) at det nævnte sted (10) er beliggende i ventilationskanalen (5).

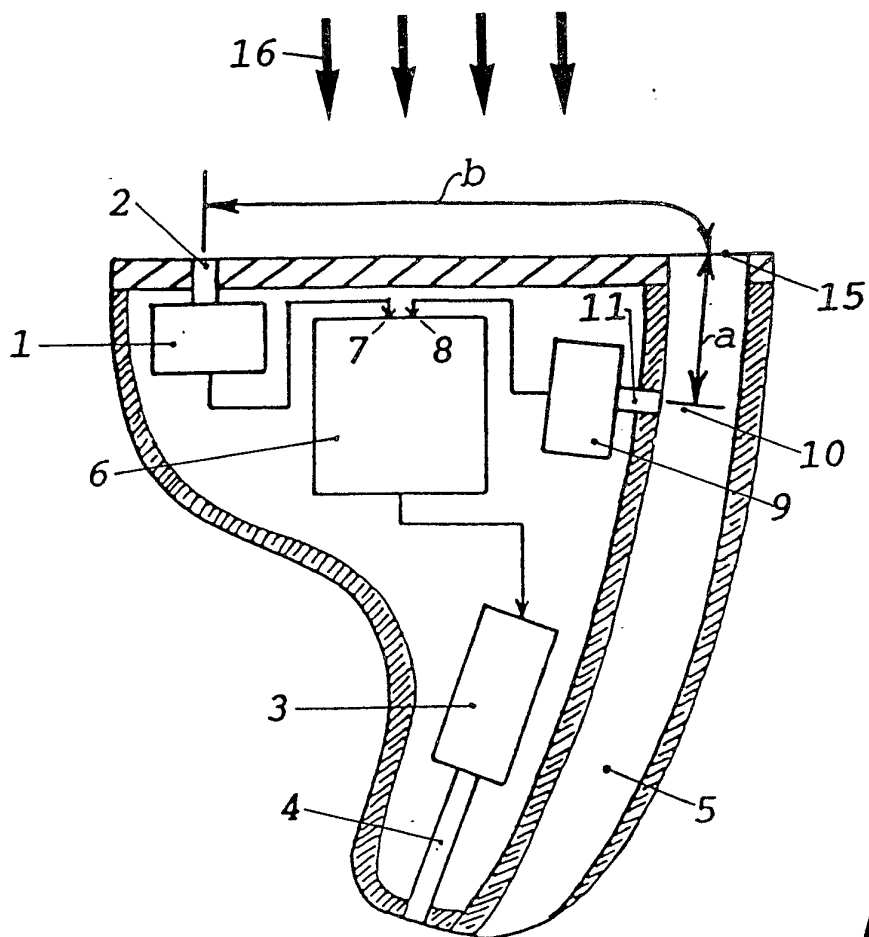


Fig. 1

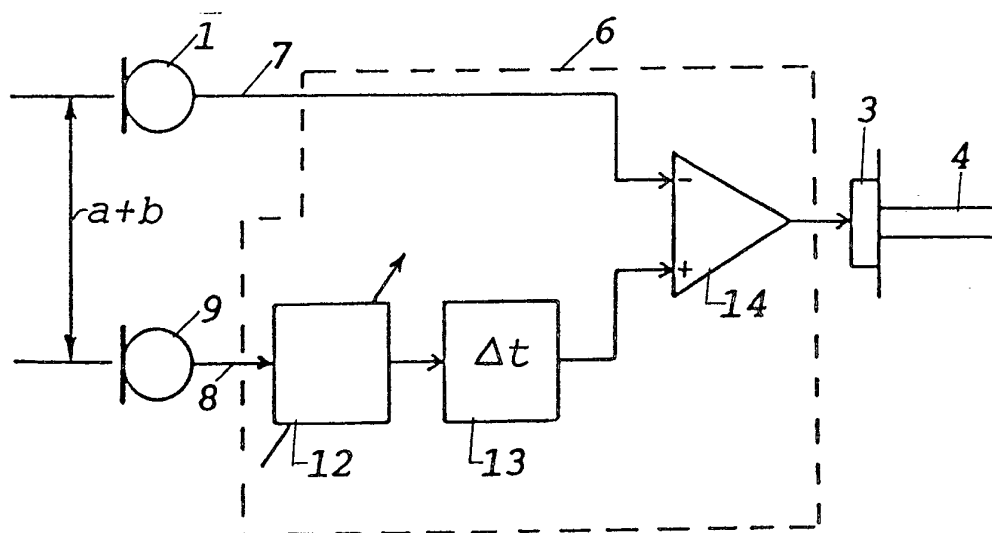


Fig. 2

