



(11) FREMLÆGGELSESSKRIFT 143089

DANMARK

(51) Int. Cl.³ H 04 R 1/40



(21) Ansøgning nr. 1648/70 (22) Indleveret den 1. apr. 1970

(24) Løbedag 1. apr. 1970

(44) Ansøgningen fremlagt og
fremlæggelsesskriftet offentliggjort den 23. mar. 1981

DIREKTORATET FOR
PATENT- OG VAREMÆRKEVÆSENEN

(30) Prioritet begæret fra den
26. nov. 1969, EE 1750, HU

(71) ELEKTROAKUSZTIKAI GYAR, Fogarasi ut 5, Budapest XIV, HU.

(72) Opfinder: Denes Huszty, Karinthy Frigyes ut 14, Budapest XI, HU: An-
dras Illenyi, Népstadion utca 6, Budapest XIV, HU.

(74) Fuldmægtig under sagens behandling:

Ingeniørfirmaet Budde, Schou & Co.

(54) Lydstråler bestående af flere højttalere.

Opfindelsen angår en lydstråler, der er opbygget af ét eller flere lydstrålerelementer, således som nærmere angivet i krav 1's indledning.

Det er velkendt for fagfolk, der beskæftiger sig med elektroakustiske overføringsproblemer, at der ikke kan opnås nogen stor lydydelse med en lydstråler, der er opbygget af en enkelt højttaler bestående af tragt, lydskærm og lydboks. Det er endvidere velkendt, at opbygningen af lydgivere, der er fremstillet af flere lydstråler-elementer, influerer på det opståede lydfelts karakteristikker, dvs. strålerens lydtryksfrekvens og retningskarakteristik, litteratur [1]. Det bemærkes, at et lydstrålerelement i givet fald kan anvendes selvstændigt som lydstråler. Ved sådanne apparater opstår der i nærheden af lydstråleren et inhomogent såkaldt interferenslydfelt. Udbredelsen og inhomogeniteten selv afhænger af den anvendte lydstråler, af dens dimensioner og af lydstråler-elementernes anbringelse i forhold til hinanden, litteratur [2]. Undersøgelsen af de forskellige virkeliggjorte løsninger giver en bemærkelsesværdig korrelation mellem nærfeltets inhomogenitet og strålerens retningskarakteristik. Ifølge teorien bliver fladestrålerens retningskarakteristik skarpere ved højere frekvenser.

Dette fænomen forårsager en forringelse af lydtrykket i sideretninger. I fig. 1 ses en lydstråler 1 fra siden, en vektor 2, der fører til målepunktet i fjernfeltet og vinkelen α målt fra hovedstrålingsretningen. I fig. 2 ses en idealiseret lydtryk/frekvenskurve $p = p(f)$ i aksens, $\alpha = 0^\circ$, og ved en tilfældig valgt vinkel $\alpha \neq 0^\circ$. Ved højere frekvenser forringes lydtryk/frekvenskurven i sideretningen i forhold til akseretningen i figuren. Denne teoretiske erfaring kan ofte vises i praksis. Som bekendt er det almindeligt at fremstille konvekse eller konkave strålere. I. fig. 3 ses en konveksstråler 3 og en konkav stråler 4. Ved sådanne strålere forstærkes den førnævnte virkning, og endog lydtryk/frekvenskurven i aksens, $\alpha = 0^\circ$, er uregel-

- mæssig. De tilsvarende, af α afhængige lydtryk/frekvenskurver $p = p(f)$ er vist i fig. 4 og 5. I praksis optræder der i begge tilfælde yderligere uregelmæssigheder. Ved konvekse lydstrålere optræder der i frekvensområdet mellem 2-5 KHz et karakteristisk fald. Ved konkave lydstrålere opstår der i området for middelfrekvenser og højere frekvenser på grund af den fokuserende virkning et maksimum af lydtrykket, hvor bølgelængderne falder sammen med brændpunktsafstanden og måleafstanden.
- 5
- 10 Erfaringsmæssig aftager brændpunktsafstanden ved højere frekvenser på grund af den aftagende bølgelængde. I dette tilfælde er det således et lydfelt, hvor lydtryk/frekvenskurven ved højere frekvenser også ved $\alpha = 0^\circ$ har en faldende karakter, der når iagttageren, mikrofonen.
- 15 Den praktiske realisering af ovenstående overvejelser kan også iagttages vel ved tonesøjler, der i grænsetilfældet kan betragtes som fladestrålere.

- En særlig omtale fortjener kuglestrålerne, der er de almindeligste udførelsesformer for konvekse strålere.
- 20 Den klassiske, såkaldte Kösterske lydstråler, litteratur [3], blev efterfulgt af flere også i industrien ofte anvendte konstruktioner, på hvilke patentskrifterne ifølge litteraturfortegnelsen [4], [5] og [6] skal anføres som eksempler. I det frie lydfelt frembringer disse
- 25 strålere et svagt interferensfelt, da kuglestrålerens elementære stråling har divergent karakter. I henholdsvis lukkede rum eller i nærheden af reflekterende, stive flader bliver interferensfeltets styrke forøget ved refleksioner, litteratur [7], [8] og [9]. Derved bliver
- 30 det faktiske tonebillede udvidet, lydkildens placering lader sig ikke subjektivt lokalisere nøjagtigt, og rummets indflydelse kan stærkt fornemmes.

- Selv om disse stråleranlæg betyder et stort fremskridt i forhold til de gamle af en enkelt højttaler opbyggede anlæg, hvad der i første række kan forklares ved,
- 35 at det frembragte lydfelts inhomogenitet forøges, kræver

den videre udvikling dog undersøgelsen af kravene med hensyn til højttalere og de subjektive erfaringer. I løbet af undersøgelsen skal det forklares, hvilke krav der må stilles, og hvorfor netop disse krav må stilles til
 5 en lydstråler med naturtro tonegengivelse.

Lydstrålerens lydtryk/frekvenskurve og retningskarakteristik skal være regelmæssige i overføringsområdet og så vidt muligt være frekvensuafhængige, eller også skal disse betingelser i det mindste opfyldes i brede områder, litteratur [10], [11]. Dette er især en vigtig betingelse ved overføring af en stereofonisk lydbegivenhed, litteratur [12]. Foruden ovenstående betingelser har også overensstemmelsen mellem den i aksen målte lydtryk/frekvenskurve i et frit felt og i et lukket rum erfaringsmæssigt stor betydning. I dette tilfælde kan der i små
 15 og middelstore rum fremstilles samme subjektive indtryk, dvs. at det med en lydstråler frembragte lydbillede bliver uafhængigt af rummet. Den ovennævnte konstatering forklares ved identiteten af strålerens udstrålede effekt, hvad der opfyldes i de anførte fornødenheders tilfælde.
 20

Der rejser sig imidlertid det spørgsmål, hvad man skal forstå ved overføringskurvens regelmæssighed.

Det overførte programs signal, det være sig tale, musik, naturlig eller anden støj, er i grunden aldrig en
 25 sinussvingning med liniespektrum, men altid et signal med en endelig båndbredde. De naturlige toner, som ved tale og også ved musik, har nemlig nødvendigvis en begyndelse og en slutning, dvs. de har et endeligt tidsspænd. Ved hjælp af Fouriersætningen indses det, at øret så godt
 30 som aldrig påvirkes af rene sinustoner. Endvidere skal det tages med i købet, at sinustonens spektrale bredde, der ved uendelige tidsrum kan kendetegnes ved en enkelt spektrallinie, i tilfælde af endelige tidsrum udbredes efter ligningen $\Delta f = \frac{2}{\Delta t}$, litteratur [13]. Her er Δt
 35 varigheden og Δf båndbredden af signalet hvis værdi, f.eks. i tilfælde af at, $\Delta t = 50$ ms, er 40 Hz. Ifølge en foretaget

undersøgelse, litteratur [14], indeholder sprogets foner og musikkens hurtigere akkorder signaler, hvis tids-
spand er af størrelsesordenen 50 ms. Anlægget påvirkes
altså i virkeligheden for det meste ikke af en ren tone,
5 men af et båndspektrum med en med tiden foranderlig form.

Det er kendt, at øret uden hensyntagen til frekven-
sen adderer komponenternes intensitet inden for et kri-
tisk bånd ved en påvirkning i et tidsrum, der overskrider
10 ms, litteratur [15] og [16]. Svingningen inden for et
10 kritisk bånd kan imidlertid ikke opfattes, hvad der be-
grundes med følgende erfaring. Det skal nævnes, at hørerens
akustiske omgivelser ved direkte høring fri for enhver elek-
troakustisk overføringskæde er et interferensfelt på grund
af refleksioner ved rumgrænsefladerne og på grund af den
15 af det menneskelige legeme forårsagede diffraktionsvirk-
ning, litteratur [17]. Dette interferensfelts inhomogeni-
tet kan, skønt bemærkelsesværdigt, erfaringsmæssigt heller
ikke opfattes i idealiserede, reflektionsfrie omgivelser
i såkaldte lyddøde rum. Når man nemlig hører på en natur-
20 lig lydkilde, f.eks. en talende person, i såkaldte lyd-
døde rum, og den talende, dvs. lydkilden, drejer sig lidt,
kommer hørerens øre ifølge den ændrede geometriske ind-
retning ind i et andet fysisk vel måleligt lydfelt, og
ændringen af lydkilden kan dog ikke opfattes, litteratur
25 [18]. Det spiller åbenbart her en stor rolle, at sprogets
signaler som kendt er signaler med en endelig båndbredde.
Noget lignende kan også erfares ved høring af naturlige,
musikalske toner eller støjkilder. Lydfeltets uregelmæs-
sighed optræder endnu før i naturlige, med reflekteren-
30 de overflader forsynede omgivelser. Det er her tilstrække-
ligt f.eks. at henvise til den velkendte, stærkt svingende
karakter af lydtryk/frekvenskurven for en i et lukket
rum arbejdende lydstråler, idet frekvenskurven kan måles
med et sinusformet varierende signal, litteratur [19].
35 En lignende slutning kan blandt andet også drages
af det af Flohrer beskrevne fænomen, litteratur [20]. I-

Ifølge hans erfaring kan tilstedeværelsen af et fald i overføringskarakteristikken med en relativ båndbredde på $\Delta f/f \leq 0,1$ ikke opfattes ved subjektiv påhøring.

Det følger af det foregående, at det ikke har
5 noget praktisk formål at tillægge henholdsvis lydtryk/-
frekvenskurvens uregelmæssigheder inden for det kritiske
bånd eller retningskarakteristikens interferensagtige
skarpe fald nogen betydning. På den anden side er det
imidlertid umagen værd at tage bredere huller og toppe,
10 der forekommer i overføringskurven, i betragtning, dvs.
når disse når den kritiske båndbredde. Deres tilstede-
værelse er da også hørlig og forstyrrende, når deres op-
rindelse skyldes interferens, litteratur [21].

Ud fra lydstrålernes almindelige specifikationsdata
15 betragtes formen af lydtryk/frekvenskurven i aksens i over-
føringsområdet. Svingninger på ± 5 dB er ingen sjældenhed.
Ifølge Shorters erfaringer, litteratur [11], kan allerede
svingninger på ± 2 dB på enkelte steder af kurven opfat-
tes. Ifølge disse iagttagelser bliver klangfarven ved
20 subjektiv bedømmelse henholdsvis farveløs eller hård og
metalagtig i sådanne tilfælde, hvor overføringskarakteris-
tikken i nogle områder, der er bredere end det kritiske
bånd, har irregulariteter på nogle dB. Dvs. som følge
af en sænkning ved de middelhøje toner omkring 2-5 kHz
25 fås indtryk af en fjerntliggende lydkilde, mens en lil-
le forhøjning i frekvenskurven på samme sted giver ind-
tryk af den nære lydkilde. De i det ovenstående fra
subjektiv side begrundede krav fører ved lydstrålernes
tekniske realisering til meget strenge krav, især når det
30 tages i betragtning, at aflytningsforholdene i lydfeltet
i hørerens omgivelser stadig frembringer yderligere ir-
regulariteter.

Ved de kendte lydstråleres opbygning er de oven-
stående teoretiske overvejelser blevet betragtet som grund-
35 lag, så fagfolks bestræbelser er gået i retning af at
nedsætte strålernes interferensfelt til et minimum og så
vidt muligt udelukke inhomogeniteterne.

Som det allerede er forklaret i tilfældet i fig. 1 til 5 og for de nævnte forskellige højttalertyper, har disse bestræbelser kun delvis givet resultat, og selv ved de bedste højttalertyper kan der findes sådanne objektive målelige irregulariteter, der også kan opfattes subjektivt af hørerens øre. Desuden er afhjælpningen af interferensfelternes altid bestående inhomogenitet en håbløs opgave.

Ved realiseringen af apparatet ifølge opfindelsen går man ud fra den grundide, at strålerens interferensfelt ikke netop skal udkobles, men at der skal frembringes et udtalt stærkt interferensfelt, ved hvilket sænkningerne og forhøjningerne ligger så tæt, at disse ikke længere kan opfattes subjektivt. Selv om lydfeltets skarpe irregulariteter altså kan påvises ved objektive målinger, opstår for hørernes øre indtrykket af et subjektivt homogent felt.

Det er altså opfindelsens formål at tilvejebringe en lydstråler, der fremkalder et sådant lydfelt, ved hvilket inhomogeniteten af lydfeltets interferens er meget stærk. Når lydfeltets irregulariteter som funktion af frekvensen, tiden og rummet ændrer sig og falder inden for høringsens kritiske bånd, kan disse ikke mere opfattes, og klangbilledet vil subjektivt blive tilpas godt. Dertil må der på grundlag af det ovennævnte frembringes et så stærkt interferensfelt, at betingelsen $\Delta f/f \leq 0,1$ opfyldes. I dette tilfælde bliver rummets eller omgivelsernes perturbation kompenseret ved lydfeltets inhomogenitet, dvs. den elektroakustiske overføring bliver praktisk taget uafhængig af omgivelserne. Mellem den subjektive opfattelse og de objektive målelige parametre er det ved måling tilrådeligt i stedet for de i praksis almindeligt anvendte sinussignaler at anvende et målesignal af statistisk karakter, der bedre tilnærmer sig programsignalernes virkelige egenskaber. Denne betingelse kan med god tilnærmelse opfyldes af ro-

sabåndpasstøj med en båndbredde på $1/3$ oktav.

Det må betvivles, at ovennævnte mål kan nås blot med et sammensat, af flere højttalere sammenbygget lydstrålerelement eller en af disse elementer bygget lydstråler.

Lydstråleren ifølge opfindelsen er udformet som angivet i krav 1's kendetegnende del.

I lydstråleren ifølge opfindelsen bliver det af flere højttalere sammenbyggede lydstrålerelements kraftige interferensfelt i de øvrige lydstrålerelementer frembragt umiddelbart ved lydstrålerelementets åbning. Ved åbning skal der forstås ethvert virkeligt eller fiktivt fladelement af lydstråleren, gennem hvilket det frembragte lydfelt direkte overgives til lydfeltets medium. Ved de fleste af de mulige indretninger står åbningen i højttalerens hovedudstrålingsrumvinkel i berøring med et eller flere punkter af de enkelte højttaleres vægelementer. På fladerne af de åbninger, der befinder sig i lydstrålerelementets nærfelt, ændrer amplituden og fasen af den påvirkning, der når luftdelene, sig hurtigt fra punkt til punkt. Påvirkningens fase, der ændrer sig hurtigt langs åbningens flade som funktion af stedet, giver mulighed for, at lydstrålerelementet udviser superdirektive egenskaber, litteratur [22], dvs. at retningskarakteristikken praktisk taget ikke bliver skarpere med stigende frekvens.

Under anvendelse af opfindelsens principper kan der bygges en lydstråler, der svarer til den til enhver tid forekommende akustiske opgave, og som kan varieres i et bredt område.

Ved "øvre grænsefrekvens" forstås på grundlag af det hertil henhørende IEC-anbefalingsudkast den frekvens, ved hvilken den i aksen i en afstand på 1 m målte værdi for lydtrykket falder 10 dB i forhold til middelværdien i et oktavbånd i omegnen af overføringsområdets maksimale følsomhed. Skarpe sænkninger og forhøjninger, der er

smallere end $1/8$ oktav, skal lades ude af betragtning, litteratur [23]. Når der i et lige antal, symmetrisk anbragte flader i den symmetriske indretning anvendes højttalere af samme udførelse, får man en lydstråling med symmetrisk retningsvirkning, medens der ved anvendelse af et ulige antal flader kan opnås en særlig retningsvirkning, dvs. at hovedstrålingsretningen derved kan drejes. Drejningens indflydelse bliver svagere i lydstrålerelementet ved anvendelse af flere højttalere og bliver stadig stærkere i et lydstrålerelement, der er opbygget med færre højttalere. Dette viser sig mest udpræget ved et element, der indeholder tre højttalere.

Naturligvis kan højttalerne også være anbragt usymmetrisk, og de kan have forskellige dimensioner og udformninger, hvorved yderligere ønskede virkninger kan opnås. Desuden kan der anbringes flere højttalere ved en over en højttaler som åbningsflade lagt flades strålingsåbning.

Opfindelsen forklares i det følgende nærmere under henvisning til tegningen, på hvilken

fig. 1-5 er diagrammer og kurver til belysning af den tilgrundliggende teori,

fig. 6 skitse-mæssigt viser en lydstråler ifølge opfindelsen i almindelighed, et element med fem højttalere, som tjener til forklaring af opfindelsens væsen,

fig. 7 et elementært liniestrålerelement bestående af et af tre led opbygget lydstrålerelement, hvori højttalerne er anbragt på linie,

fig. 8 et elementært liniestrålerelement, bestående af et af fire led opbygget lydstrålerelement, hvori højttalerne er anbragt på linie,

fig. 9 et elementært liniestrålerelement, der består af et af fem led opbygget højttalerelement, hvori højttalerne er anbragt på linie,

fig. 10 et sammensat lydstrålerelement, der er opbygget af 2×4 led. I denne udførelsesform kan der gennem hver af de to over hinanden lagte højttaleråbningsflader lægges et fælles plan,

fig. 11 et sammensat lydstrålerelement, der er opbygget af 2 x 3 led. Ved denne udførelsesform kan der gennem hver af de to over hinanden lagte højttaleråbningsflader lægges et fælles plan,

5 fig. 12 et sammensat lydstrålerelement, der er opbygget af 2 x 3 led. Afvigelsen fra det i fig. 11 viste består i, at lydstrålerelementets enkelte led er drejet i forhold til hinanden,

10 fig. 13 den i fig. 12 viste udførelsesform med den afvigelse, at lydstråleren her er sammenbygget af et lydstrålerelement med 2 x 4 led,

15 fig. 14 en udførelsesform for et lydstråleranlæg med stor lydydelse. Lydstrålerens enkelte højttalerled kan også anvendes selvstændigt som særlige flade- eller li-niestrålere, hvis retningsvirkning i lydstråleren ifølge opfindelsen ændrer sig ifølge fordele, der skal om-
tales i det følgende,

20 fig. 15 en sammensat lydstråler, ved hvilken der hører flere højttalere til fladen, der som lydstrålerelementets åbningsflade er lagt igennem en højttaleråbning. Ved dette led sikres bredbåndsoverføringen af et flervejssystem, der også kan udstråle selvstændigt. De to midterste led af den afbildede udførelsesform er af konstruktionsmæssige grunde hver især selvstændige bredbåndshøjttalere,
25 og

fig. 16-24 er karakteristikker til belysning af virkningen af lydstrålere ifølge opfindelsen.

Det i fig. 6 viste lydstrålerelement er sammenbygget af fem enkelte eller sammensatte små højttalere 5 og har en sådan udformning, at de over strålingsfladerne lagte planer danner en fra 180° afvigende vinkel 7 med hinanden, og planerne 6's skæringslinier løber parallelt med hinanden til skæringslinien 10, der er en brudt linie, der ligger vinkelret på de førstnævnte skæringslinier og ligger i et på planerne 6 vinkelret plan, og højttalerne 5
35 er anbragt således, at strålingssymmetriakserne 11 for de

enkelte ved siden af hinanden liggende højttalere 5 eller deres projektion 12 på planen 9 skiftevis skærer hinanden foran brudlinien 10 i skæringspunktet 13 og bag ved brudlinien 10 i skæringspunktet 14, og strålingscentrene 15

5 i de ved siden af hinanden liggende højttalere 5 ligger i mindre afstand fra hinanden end den tidobbelte bølgelængde af den til den i det ovenstående allerede definerede grænsefrekvens for tonefrekvensbåndet hørende lydbølge.

I figurerne 7 til 15 er der vist forskellige udførelsesformer, der ved kendskab til figur 6 ikke kræver yderligere forklaring hvad opbygningen angår ud over de med figurerne opregning følgende bemærkninger.

Lydstrålerne forsynes fra samme signalkilde. Lydstråleren ifølge opfindelsen frembringer et kraftigere

15 interferensfelt end de almindelige lydstråleropbygninger med plane flader eller kugleflader. Deres særlige fordele i sammenligning med f.eks. den ifølge litteraturen [9] beskrevne opbygning ved en stråler med $1/8$ kugleflade består i, at lydtryk/frekvenskurven ikke indeholder

20 nogen sækning mellem 2 og 5 kHz, og retningskarakteristikken vil også være frekvensuafhængig. Til sammenligning viser fig. 16 de i akse målte lydtryk/frekvenskurver i samme måleafstand. Lydstråleren er sammenbygget af 8-8 højttalere af samme type koblet parallelt. I fig. 16

25 viser kurven 16 lydtryk/frekvenskurven for den i fig. 10 viste lydstråler ifølge opfindelsen. Derimod viser fig. 17 lydtryk/frekvenskurven for den i litteraturen [9] beskrevne løsning. Begge kurver er målt med rosabåndpasstøj af en bredde på $1/3$ oktav. De ovennævnte, til målingen anvendte lydstrålere var anbragt således i huse med samme

30 rumfang, at højttalerne blev anbragt to og to under hinanden. Husene blev dæmpet med vat. Højttalerne blev ved løsningen ifølge opfindelsen anbragt i en vinkel på $\beta = 145^\circ$ i forhold til hinanden, hvor β er den i fig. 6 med 7 betegnede vinkel, og ved den kendte løsning med $\beta = 135^\circ$.

35

Husets bredde androg i begge tilfælde 0,6 m. Det

fri volumen af det til målingen benyttede rum var 125 m^3 , dets efterklangstid androg mellem 100-1000 Hz 0,45 s med en svingning på $\pm 0,05$ s. Målemikrofonen var af fabrikatet Brüel og Kjær, type 4135. Sammenligningsmålingen af de valgte to forskellige anbringelser viser, at anbringelsen ifølge opfindelsen har flere fordele ved samme dimensioner og anvendelse af samme højttalere, i sammenligning med den kendte anbringelse, der efterligner en kuglestråler. Dette understøttes også af de i det frie lyd-
10 felt målte retningskarakteristikker. I dette tilfælde blev der foretaget en sammenligningsmåling i et refleksionsfrit rum. De indvundne resultater blev opnået ved hjælp af den ovennævnte målemikrofon opstillet i en afstand på 2 m fra lydstrålerne. Målesignalet var 1/3 okt-
15 tavbånd bred rosabåndpasstøj. De ved udførelsesformen ifølge opfindelsen målte retningskarakteristikker er vist i fig. 17a, b, c, d og e for de ovennævnte målesignaler med båndmidtefrekvenser på 1, 2, 4, 8 og 16 kHz. I fig. 18a, b, c, d og e ses retningskarakteristikkerne for den
20 kendte løsning. Retningskarakteristikkens stabilisering ved båndmidtefrekvensens forhøjelse og således den i forbindelse dermed stående superdirektivitet ses tydeligt ved løsningen ifølge opfindelsen i fig. 17.

Lydstrålerelementet i udførelsesformen ifølge op-
25 findelsen giver ved anvendelse af en symmetrisk opbygning og et lige antal ens højttalere en symmetrisk retningskarakteristik. Anvendes der derimod en usymmetrisk højttaleropbygning eller et lige antal højttalere med fra hinanden afvigende følsomhed, drejer retningskarakteristikkens
30 maksimum sig i henholdsvis det største antal højttaleres retning eller i retningen for højttalerne med større følsomhed. Ved anvendelse af løsningen ifølge opfindelsen kan der altså som allerede nævnt bygges et lydstrålerelement med drejet hovedudstrålingsretning og ved pas-
35 sende sammenbygning af disse bygges en sådan lydstråler.

Ved anvendelse af opbygningen ifølge fig. 11 er der foretaget målinger, og de i fig. 19a-e viste retningskarak-

teristikker viser tydeligt drejningen af symmetriaksen, hvorved den nævnte særlige virkning kan opnås. Måleforholdene og de anvendte midterfrekvenser er her lig med de i forbindelsen med fig. 17 og 18 allerede beskrevne.

- 5 Når lydstrålerelementerne ved udformningen af en lydstråler sammenbygget således, at elementerne danner en fra 180° afvigende vinkel med hinanden, kan retningskarakteristikkernes henholdsvis symmetri og asymmetri i forhold til hinanden også dannes i det lodrette plan.
- 10 For at forstærke interferensfeltets inhomogenitet, dvs. for den frekvensafhængige indflydelse på lydstrålerens retningskarakteristik skyld, er det hensigtsmæssigt foran højttalerne at anbringe forhindringer, der har dimensioner, der er sammenlignelige med bølgelængden.
- 15 Den langs disse forhindrings overflade bevirkede bøjning forøger yderligere påvirkningens fasesvingning ved lydstrålerelementets åbning. Er dimensionerne af de foran højttaleren anbragte forhindringer halvdelen af den til den øvre grænsefrekvens af det tonefrekvensbånd, der skal
- 20 overføres, hørende lydbølgelængde, indtræffer den skildrede virkning. Beviset for ovennævnte påstand viser retningskarakteristikkerne i fig. 21a-e, ved hvilke der i højttaleren 5, der indeholder lydstråleren 19 ifølge fig. 20a og 20b, er tilpasset af træ fremstillede cylind-
- 25 re 18. Det fremgår tydeligt af sammenligningen af fig. 17 og 21, at retningskarakteristikken efter indbygning af forhindringerne endnu kraftigere udviser en superdirektiv karakter, retningskarakteristikkerne bliver med stigende frekvens bredere som følge af lydbøjningen ved cylindrene. Virkningens egenart er frekvensuafhængigt af-
- 30 hængig af de indbyggede forhindrings akustiske impedans med hensyn til luften.

Fig. 22, 23 og 24 viser lydtryk/frekvenskurver målt i det frie felt i aksen. Ved målingerne anvendtes den ved

35 måling af retningskarakteristikkerne anvendte geometriske opbygning og en rosabåndpasstøj med $1/3$ oktavs båndbredde. Fig. 22 viser måleresultaterne fra den i fig. 10 viste

opbygning ifølge opfindelsen, medens fig. 23 viser resultaterne for den kendte kuglestråleropbygning. I fig. 24 er måleresultaterne for udførelsen ifølge fig. 10 vist. Ved sammenligning af fig. 16 og 22 indses det let, at udførelsen ifølge opfindelsen giver en bedre overensstemmelse for lydtryk/frekvenskurven i aksens i det frie felt og i lukkede rum, samt at retningskarakteristikkens frekvensafhængighed og endog dens superdirektive egenart opfyldes. Ved sammenligning af de målte resultater med de i beskrivelsens løb behandlede subjektive erfaringer og med de af disse følgende tekniske opgaver ses det, at ved anvendelsen af lydstråleren ifølge opfindelsen kan der subjektivt opnås en ret god virkning, men også samtidig en med objektive parametre sikker håndgribelig opbygning.

Litteraturliste.

- [1] H. Petzoldt: Elektroakustik IV. Leipzig, 1957.
- [2] H. Stenzel, O. Brosze: Leitfaden zur Berechnung von Schallvorgängen - Springer V. Berling (Göttingen) Heidelberg, 1958.
- [3] H. Kösters: Ein neuer Gesichtspunkt für die Entwicklung von Lautsprechern - Technische Haus-Mitteilungen des Nordwestdeutschen Rundfunks 3 (1951) 205-208 S.
- [4] A.V. Christian: Cubic Loudspeaker Cabinet - USA patent nr. 2.544.72 1951.III.13.
- [5] A.G. Bose: Pressure Wave Generation - canadisk patentskrift nr. 616.130 1967 juli 22
- [6] A.G. Bose: Loudspeaker System - USA patentskrift nr. 3.038.964 XII.18.1956.
- [7] W. Kuhl, J.M. Zosel: Untersuchungen zur Pseudo-stereophonie und Stereophonie mit Kugellautsprechern und "Raumklang"-Geräten - Acustica 6 (1956) 474-481 S.

- [8] W. Kuhl: Die Verbesserrung von Präsenz und Natürlichkeit bei Lautsprechern mit räumlichem Klangbild - Frequenz 16 (1962) 86-89 S.
- [9] A.G. Bose: On the Design, Measurement and Evaluation of Loudspeakers - Audio Engineering Society, 35th Convention New York, 21/24 Oct. 1968. 622 reprint
- [10] E. Hanns: Eine Messmethode zur unmittelbaren Bestimmung der Übertragungscharakteristik der Einheit Lautsprecher-Raum als Funktion der Frequenz - Techn. Mitt. R.F.Z. 7 (1963) 30-38 S.
- [11] D.E.L. Shorter: A Survey of Performance Criteria and Design Considerations for High-Quality Monitoring Loudspeakers - J.A. E.S. 7 (1959) 13-28, 54 S.
- [12] A. Illenyi: Analyse des stereofonen Schallfeldes - Proc. IV. Congr. I.C.A. København 1962 N-38
- [13] O.Sala: Objektive und subjektive Resonanzeffekte bei kurzdauernden Impulsfolgen - Frequenz 5 (1951) nr. 9 250 S.
- [14] J.F. Winckel: Klangstruktur der Musik - Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik, Berlin-Borsigwalde 1955. 31 S.
- [15] E. Zwicker: Subdivision of the audible frequency range into critical bands (Frequenzgruppen) Journ. Acoustical Soc. Am. Vol. 33 (1961) 248 S.
- [16] H. Scholl: Das dynamische Verhalten des Gehörs bei der Unterteilung des Schallspektrums in Frequenzgruppen. Acustica, Vol. 12 (1962) 101 S.
- [17] W. Schirmer: Die Richtcharakteristik des Ohres - Hochfrequenz. u. Elektroakustik 72 (1963) 39-48 S.
- [18] W.O. Olsen: Effect of head movement on speech reception in the presence of noise. Abstract. Journ. Acoustical Soc. Am. Vol 39 (1966) No 6 1258 S.
- [19] E. Wente: The characteristics of sound transmission in rooms. Journ. Acoustical Soc. Am. Vol 7 (1935) 123 S.

- [20] W. Flohrer: Die Beeinträchtigung der Natürlichkeit von Sprache durch Löcher im Übertragungsfrequenzband - Frequenz 22 (1968) 175.178 S.
- 5 [21] D. Huszty: Die zulässige Ungleichmässigkeit des Frequenzganges einer Übertragungskette - Proc. IVth Conf. on Acoustics, Budapest, 1967. 18 A 11 Vortrag
- [22] C.H. Walter: Travelling wave antennas - McGraw Hill Book Co. 1965. New York 121 S.
- 10 [23] I.E.C. 29B (Secretariat) 2: Sound System Equipment. Characteristics and Measuring Methods. Part 5: Sound System Loudspeakers. - Document of I.E.C. Technical Committee No. 29 Electro-Acoustics, Sub-Committee 29B: Audio Engineering, August 1967. 19 S.

P a t e n t k r a v .

1. Lydstråler, der er opbygget af ét eller flere lydstrålerelementer, og hvor et lydstrålerelement indeholder mindst 3 enkelte og/eller sammensatte højttalere, og
5 de over højttalernes (5) strålingsoverflader lagte mindst tre planer (6) danner en vinkel (7) med hinanden, hvis værdi afviger fra 180° , og at disse planers (6) skæringslinier (8) er parallelle med hinanden, medens det på skæringslinierne (8) vinkelrette plan (9) og de nævnte planer (6) har en skæringslinie (10), der er en brudt linie,
10 k e n d e t e g n e t ved, at (fig. 6) strålingssymmetriakserne (11) for de enkelte, ved siden af hinanden liggende højttalere (5) eller disses projektion (12) i det nævnte vinkelrette plan (9) skærer hinanden skiftevis i
15 skæringspunkter (13) foran brudlinien (10) og i skæringspunkter (14) bag brudlinien (10), medens strålingsscentre (15) for de ved siden af hinanden liggende højttalere (5) har mindre afstand fra hinanden end det dobbelte af den til toneområdet øvre grænsefrekvens svarende lydbølgelængde.
20

2. Lydstråler ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at den i det mindste har et af tre højttalere bestående lydstrålerelement, hvor højttalernes strålingsakser ligger i ét plan (fig. 7, 8 og 9).

25 3. Lydstråler ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at den mindst indeholder to lydstrålerelementer med samme udformning, og at elementernes tilsvarende højttaleres strålingsoverflader findes i et fælles plan (fig. 10, 11).

30 4. Lydstråler ifølge krav 2, k e n d e t e g n e t ved, at den mindst indeholder to lydstrålerelementer med samme udformning og de over højttalernes strålingsoverflader i lydstrålerelementerne med samme udformning lagte egnede planer er forskudt i forhold til hinanden (fig. 12 og 13).

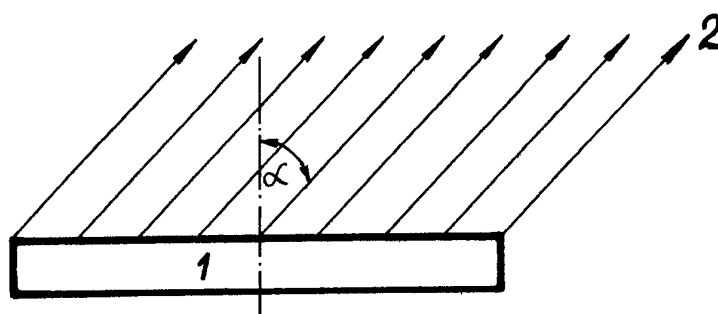
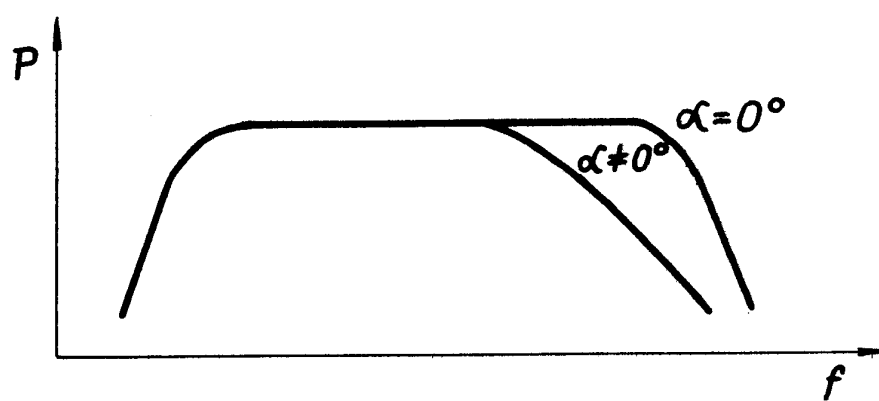
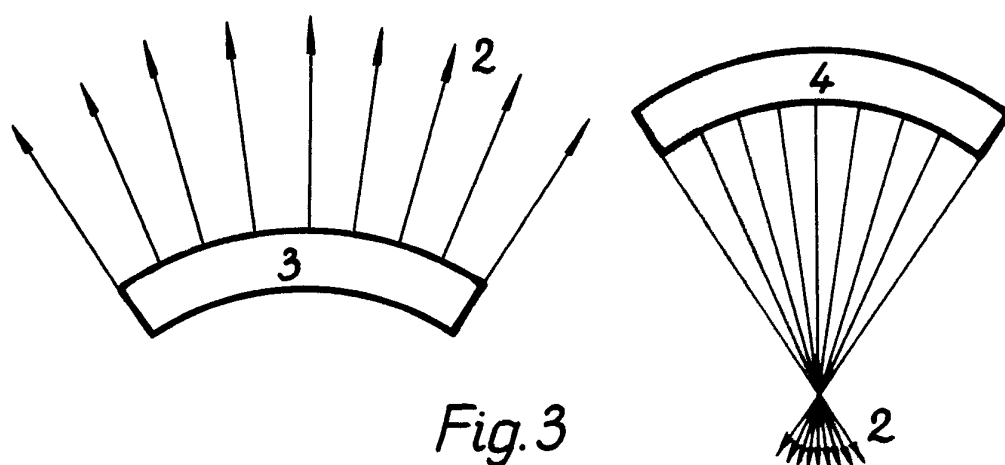
35 5. Lydstråler ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at i det mindste en af dens lydstrålerelementer indeholder mindst to sådanne højttalere, hvis strålingsover-

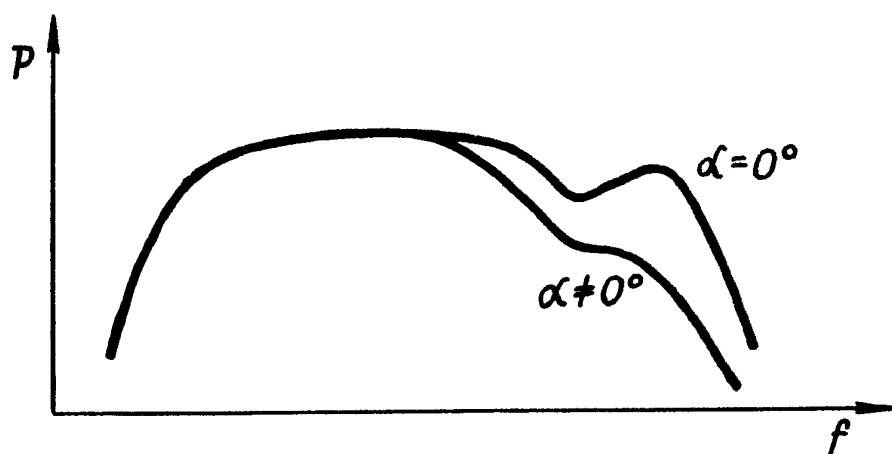
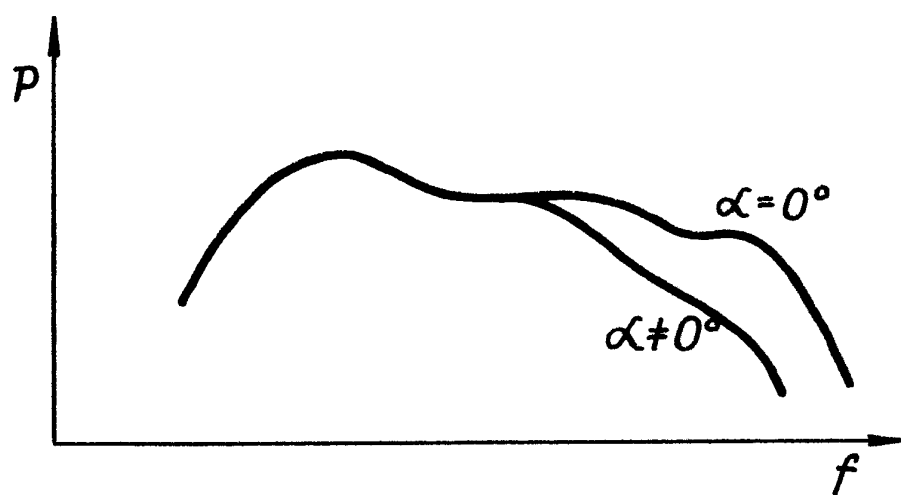
flader falder i fælles planer (fig. 14).

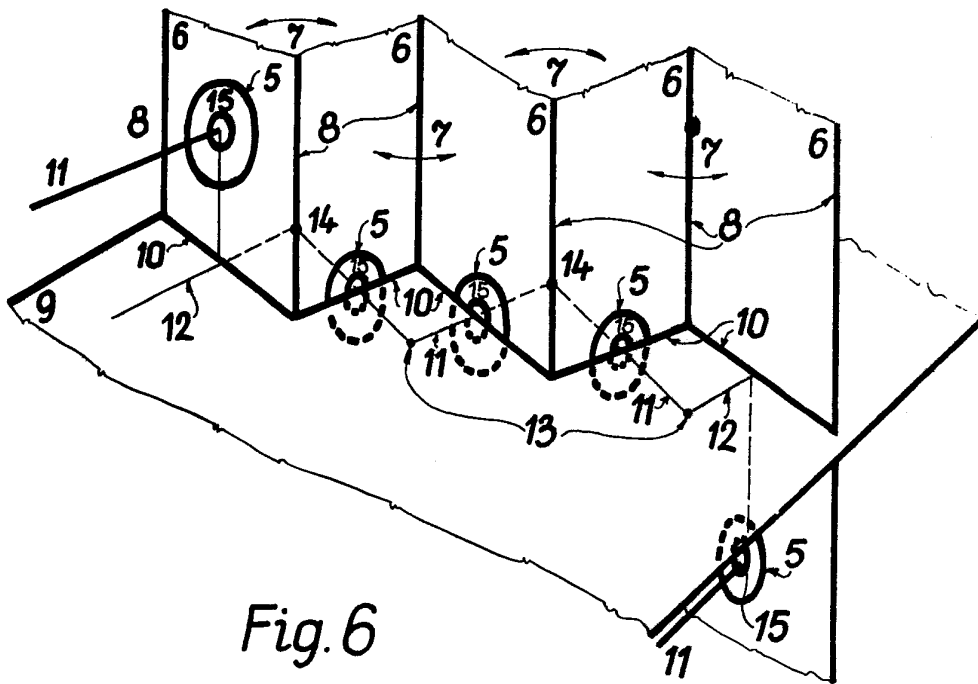
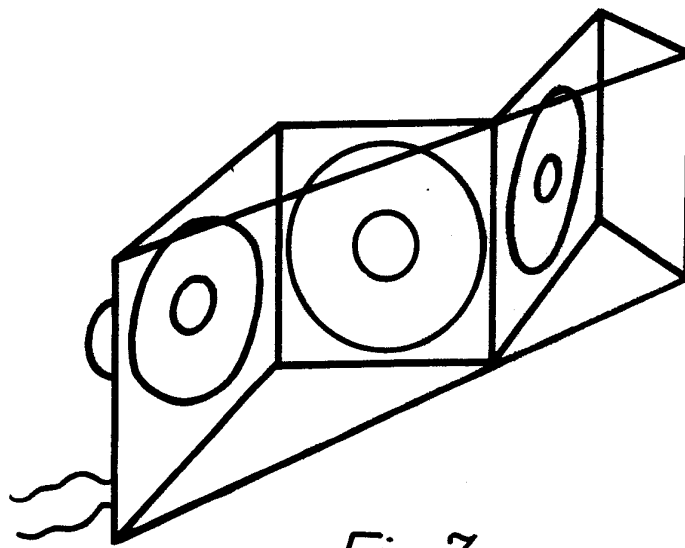
6. Lydstråler ifølge ethvert af kravene 1 til 5, k e n d e t e g n e t ved, at mindst en af lydstråler-elementerne indeholder i det mindste to højttalere af forskellig udformning (fig. 15).

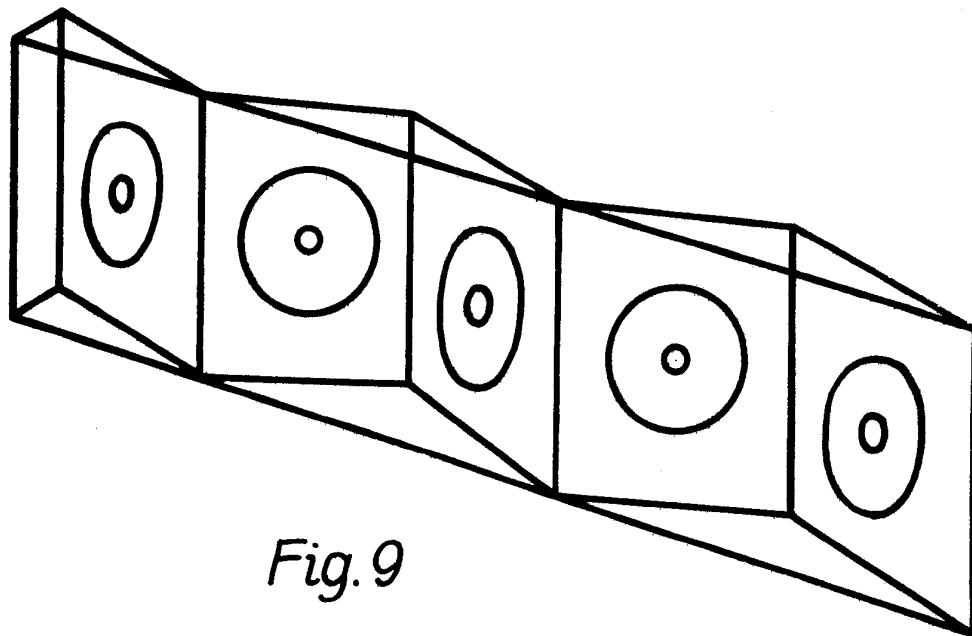
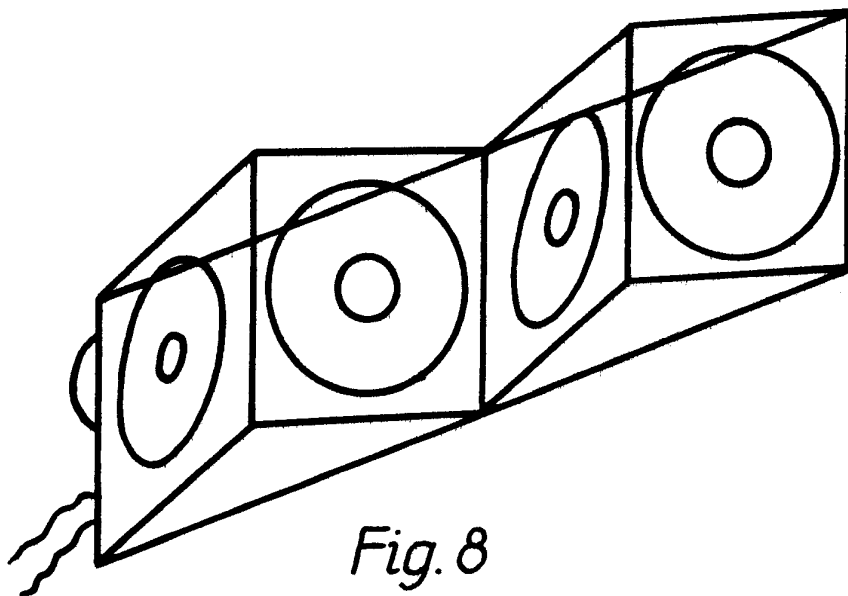
Fremdragne publikationer:

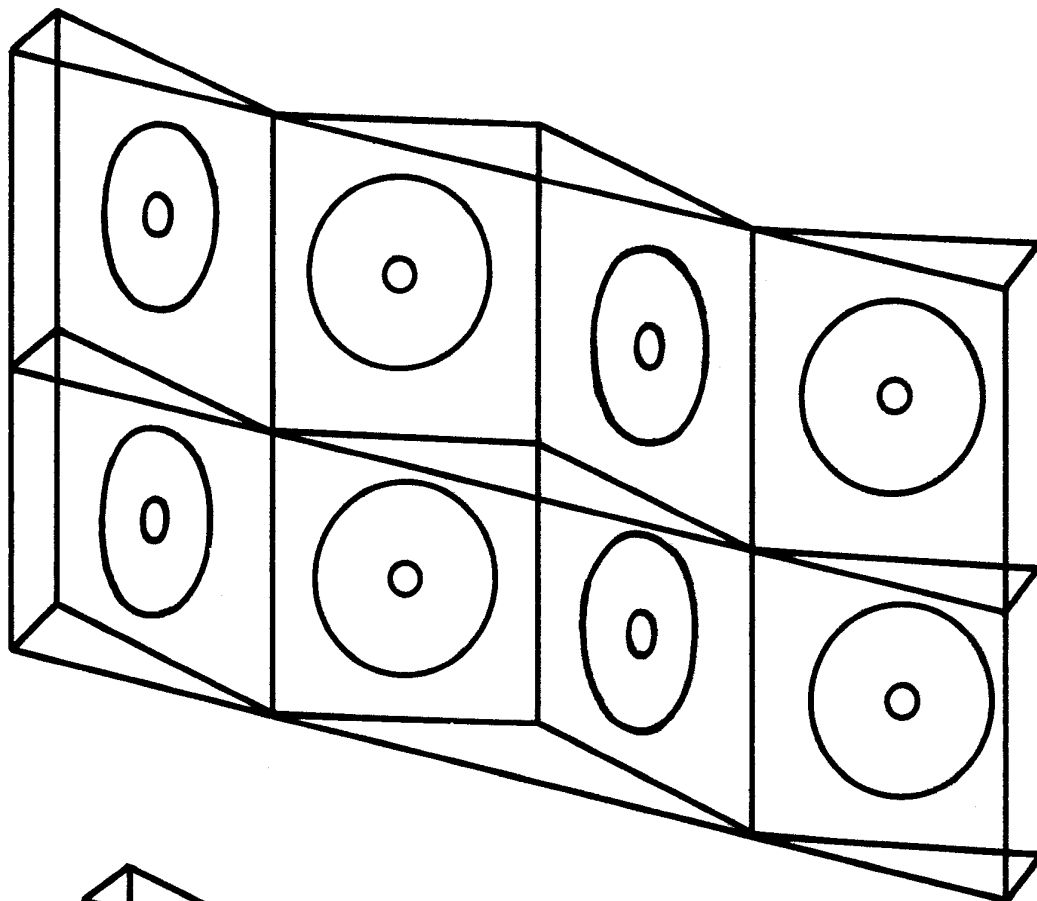
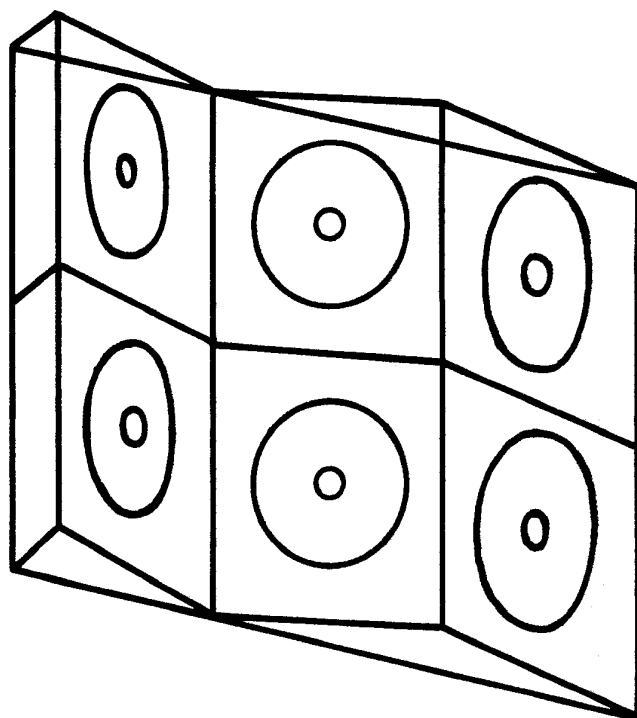
Tyske patenter nr. 915460, 969537, 1257853
USA patent nr. 1866831.

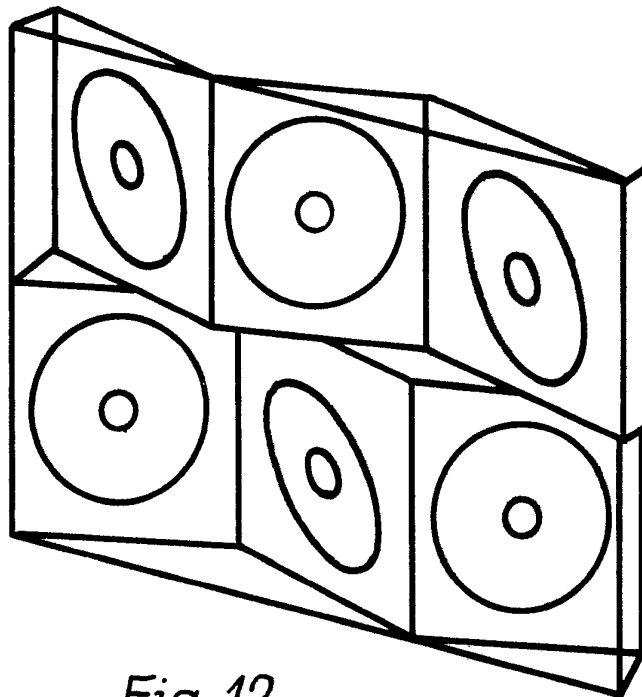
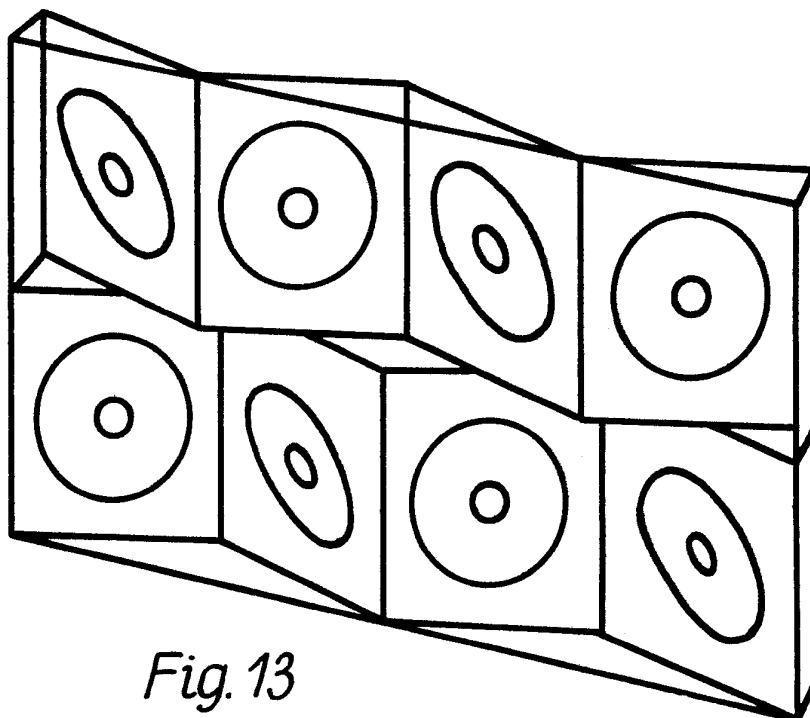
*Fig.1**Fig.2**Fig.3*

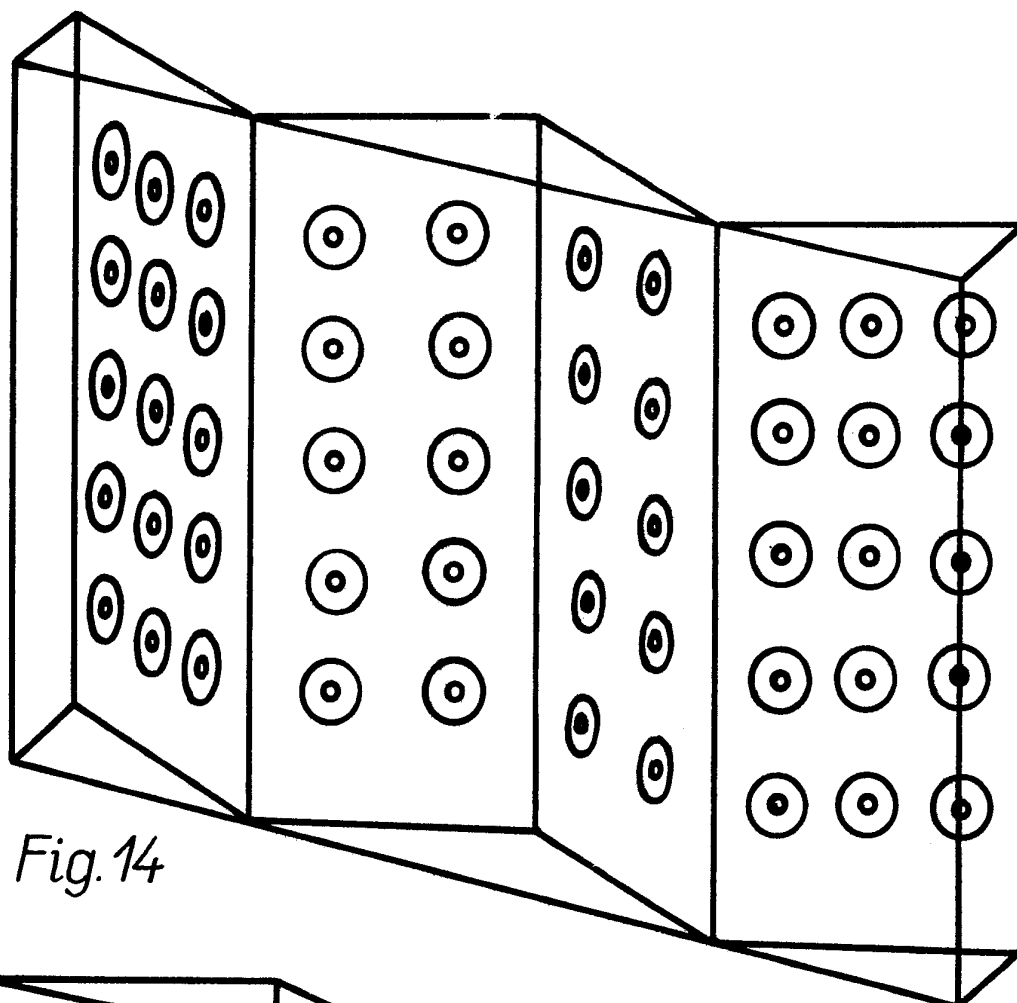
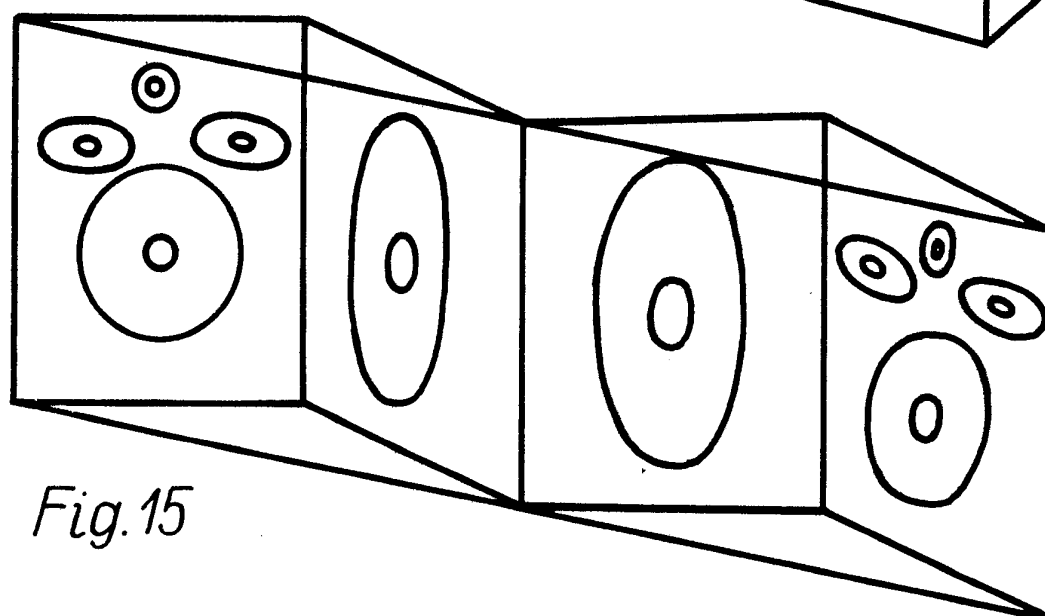
*Fig. 4**Fig. 5*

*Fig. 6**Fig. 7*



*Fig. 10**Fig. 11*

*Fig. 12**Fig. 13*

*Fig. 14**Fig. 15*

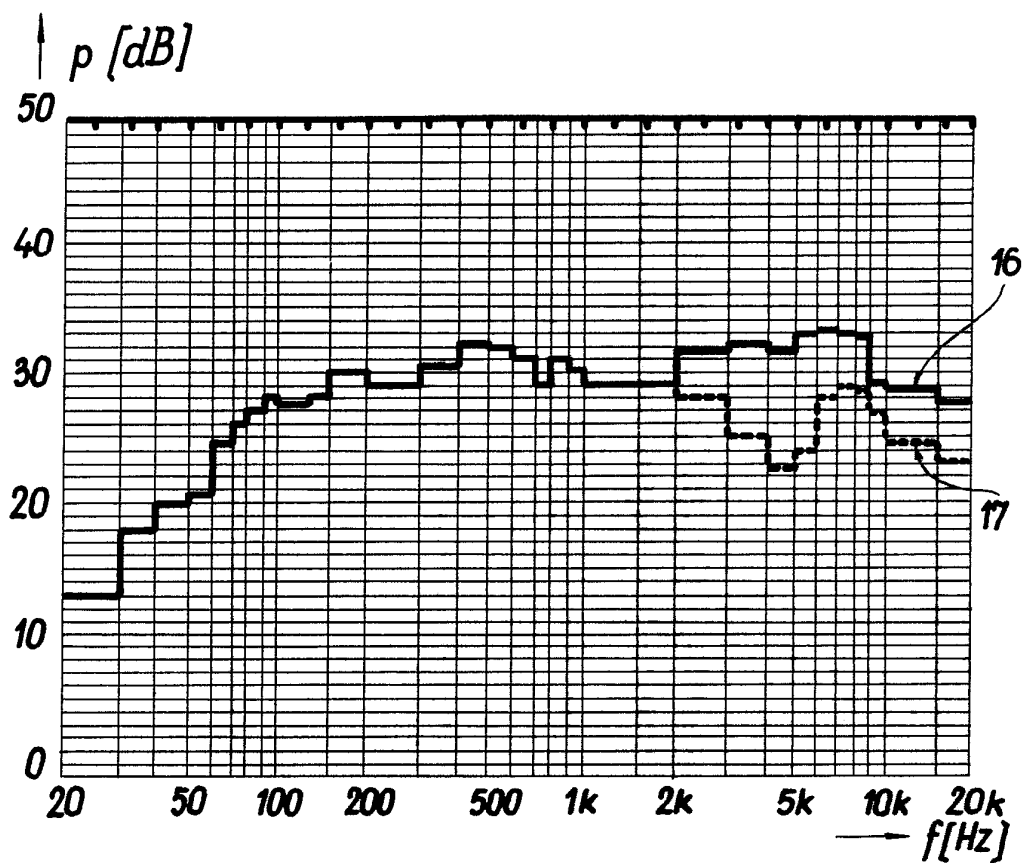


Fig. 16

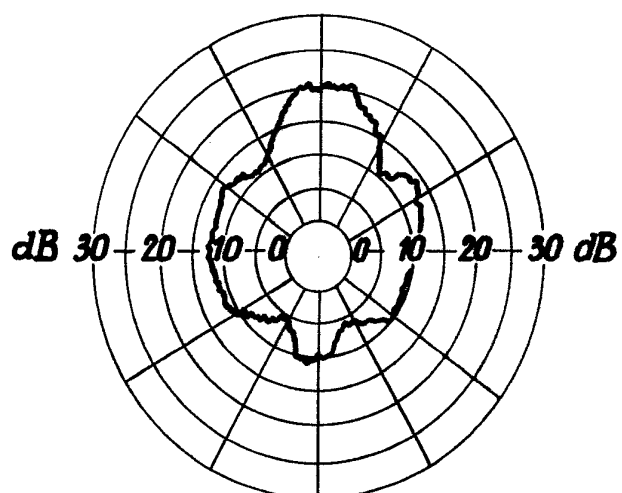
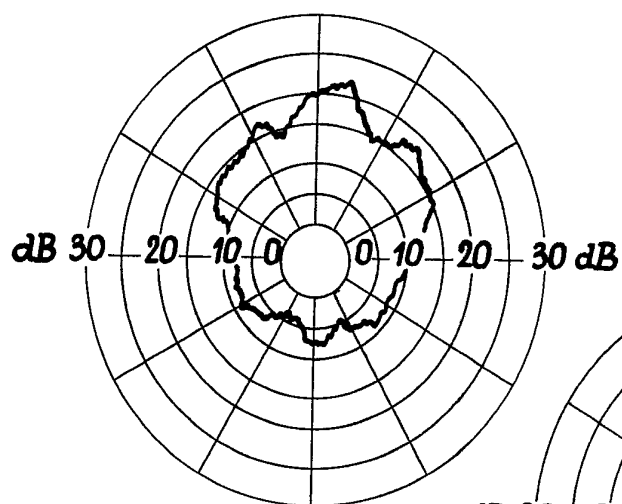
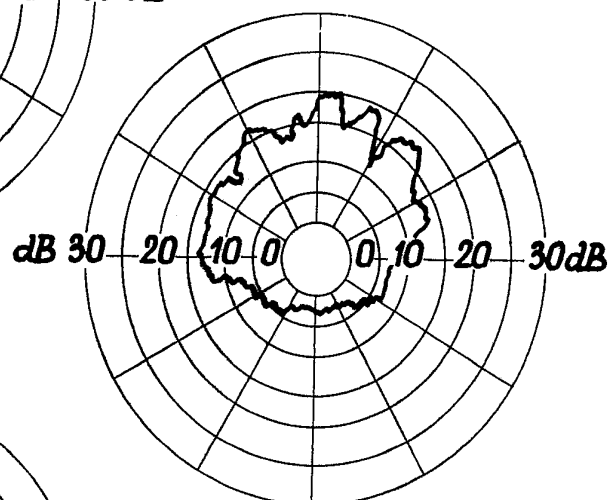
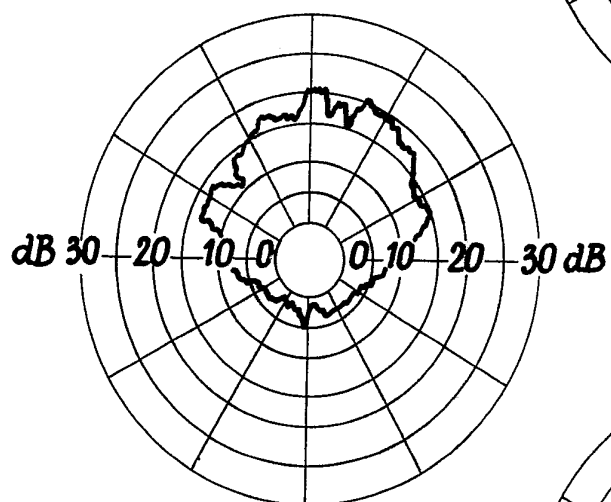
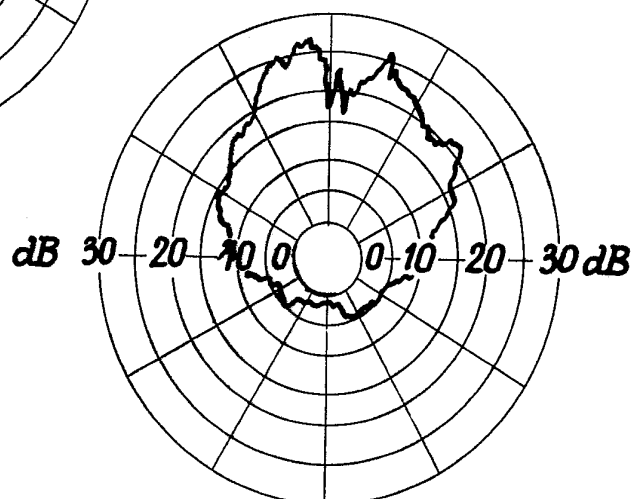
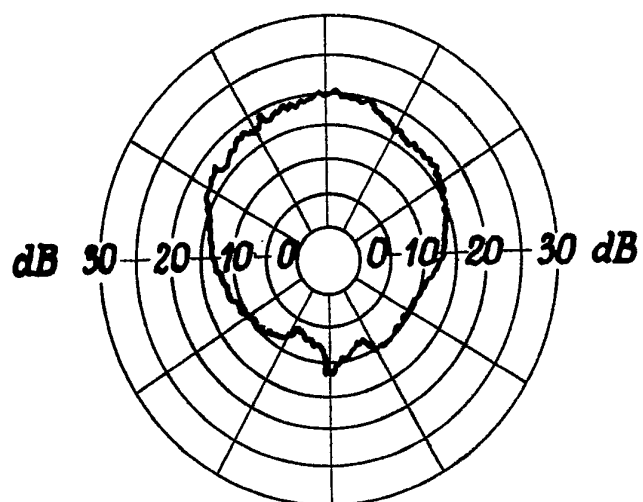
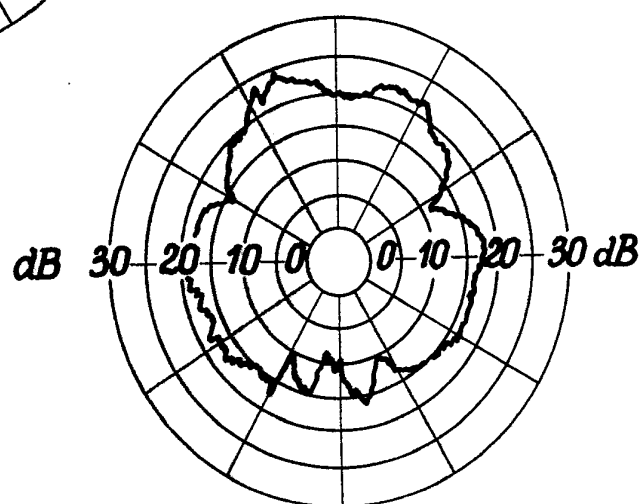
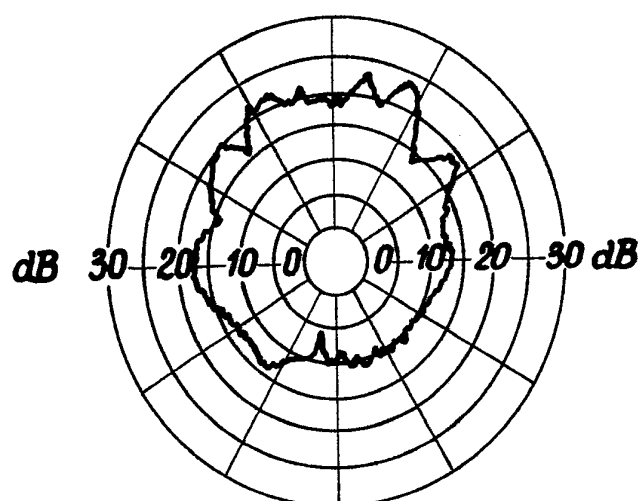
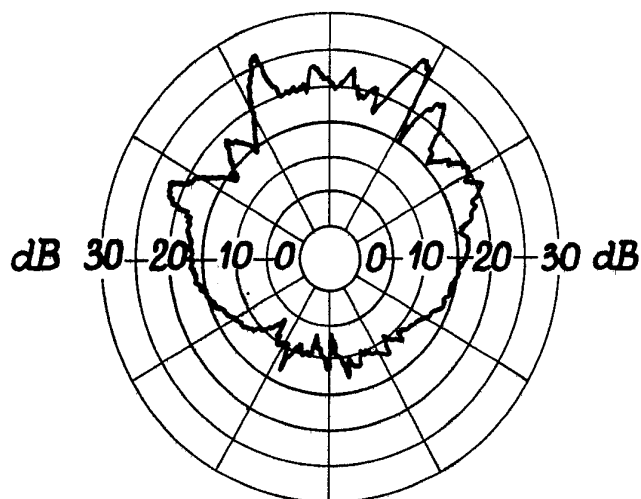
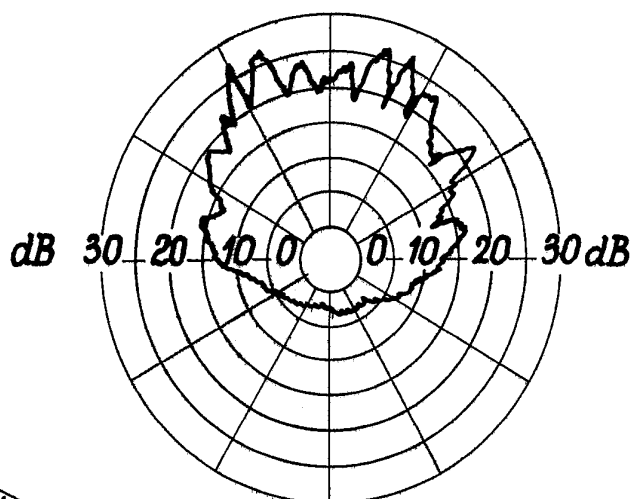
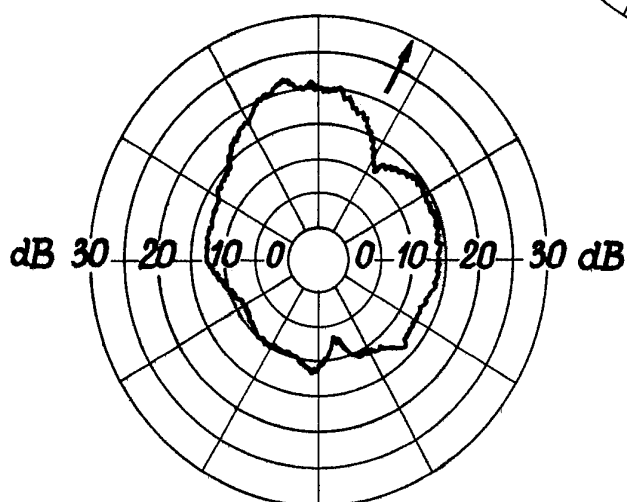
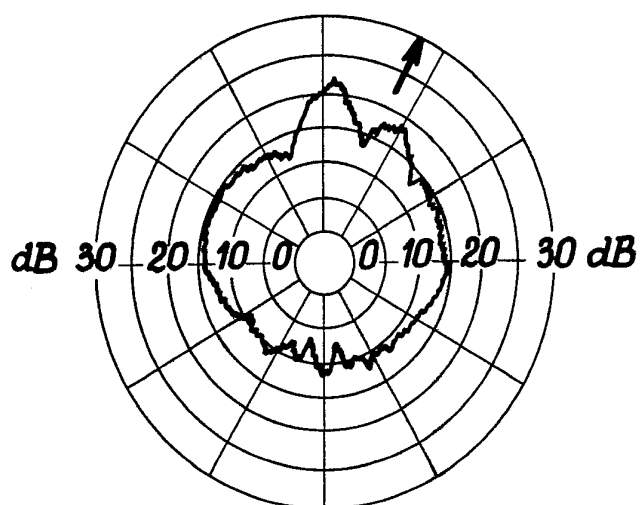
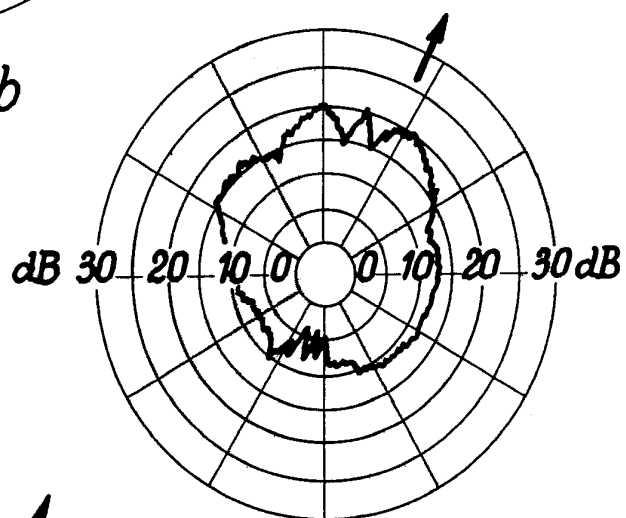
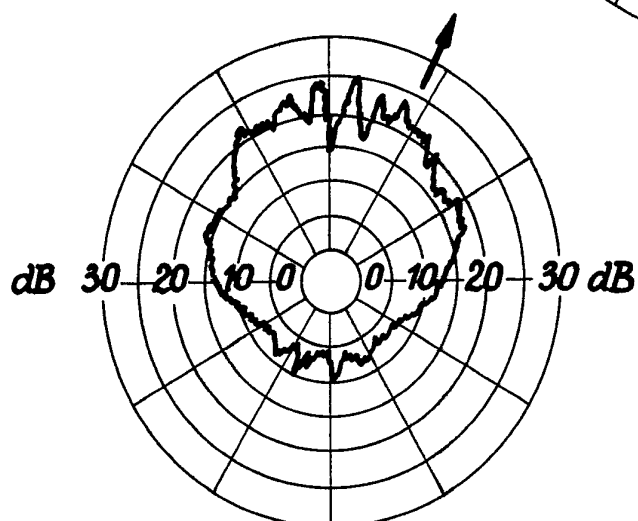


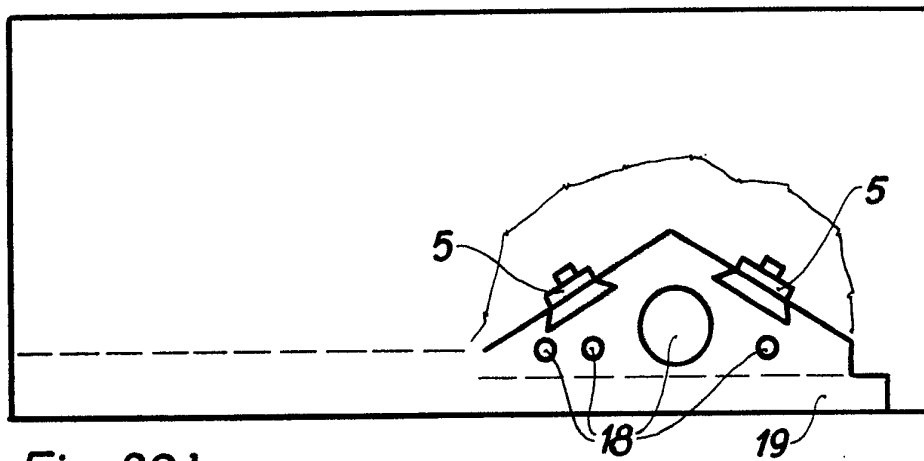
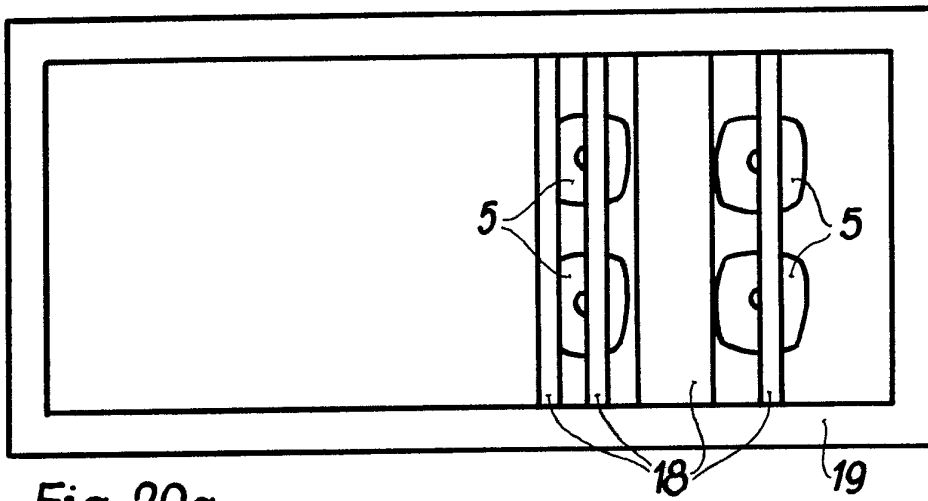
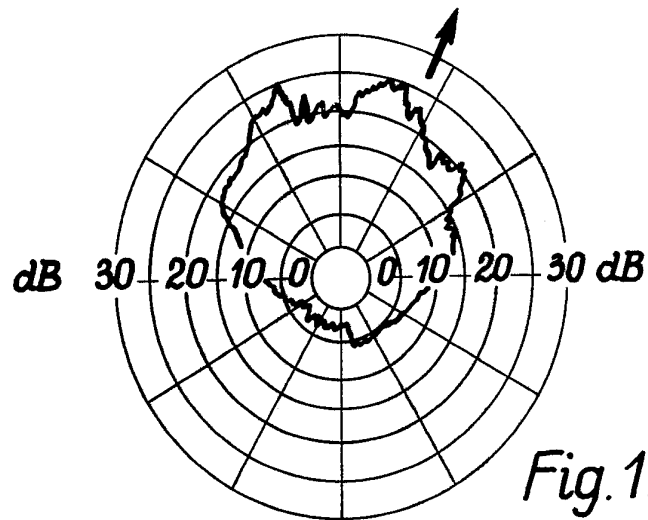
Fig. 17a

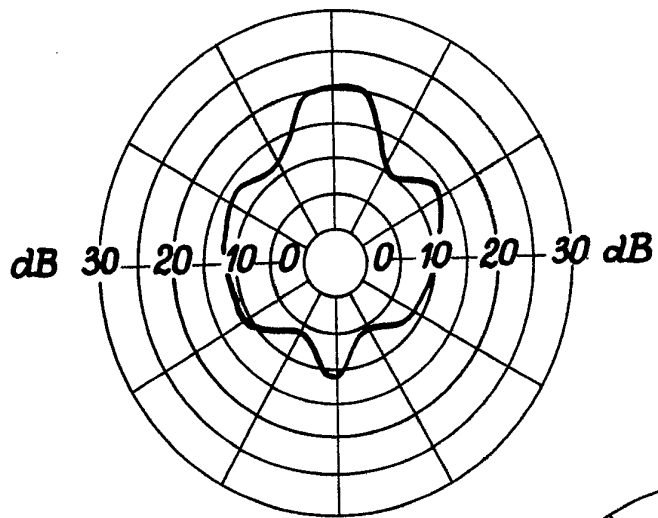
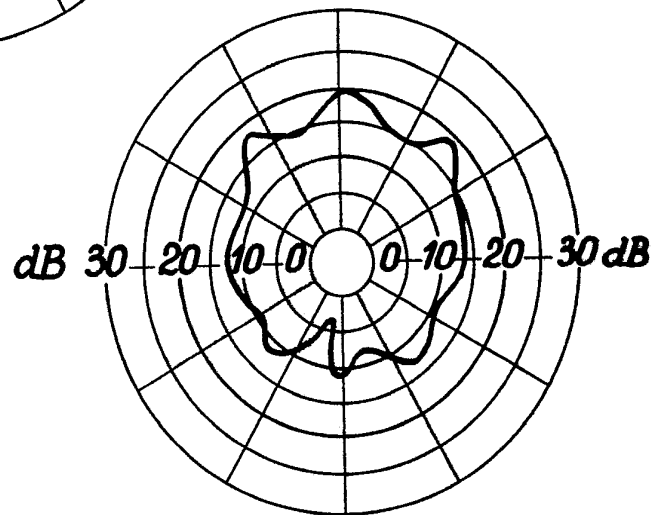
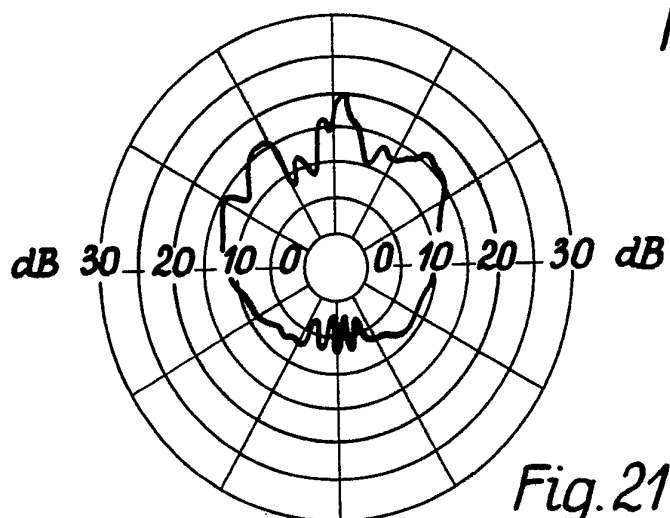
*Fig. 17b**Fig. 17c**Fig. 17d**Fig. 17e*

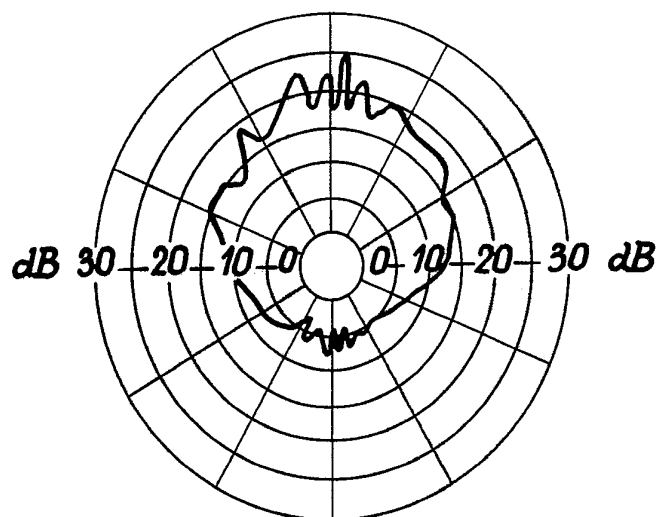
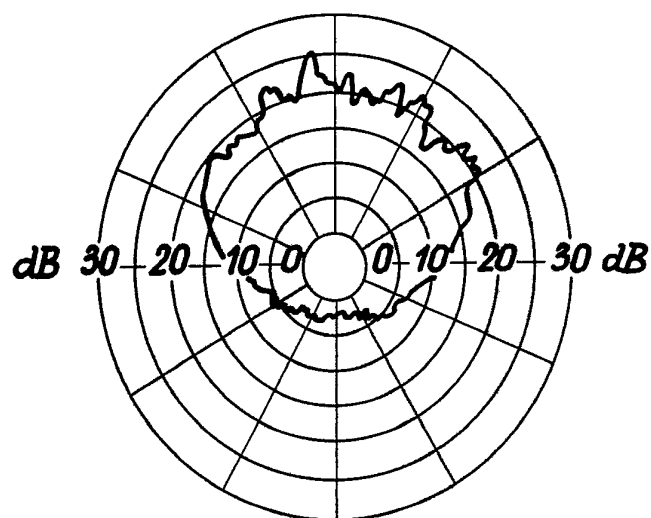
*Fig. 18a**Fig. 18b**Fig. 18c*

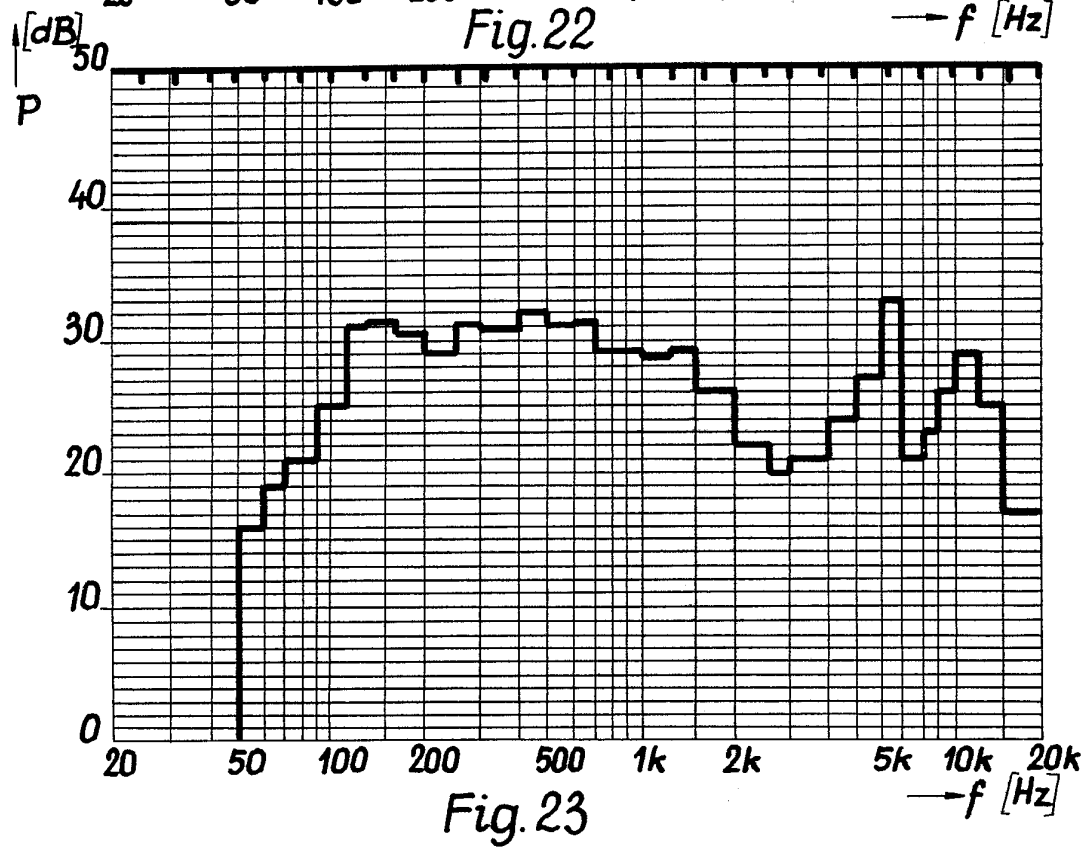
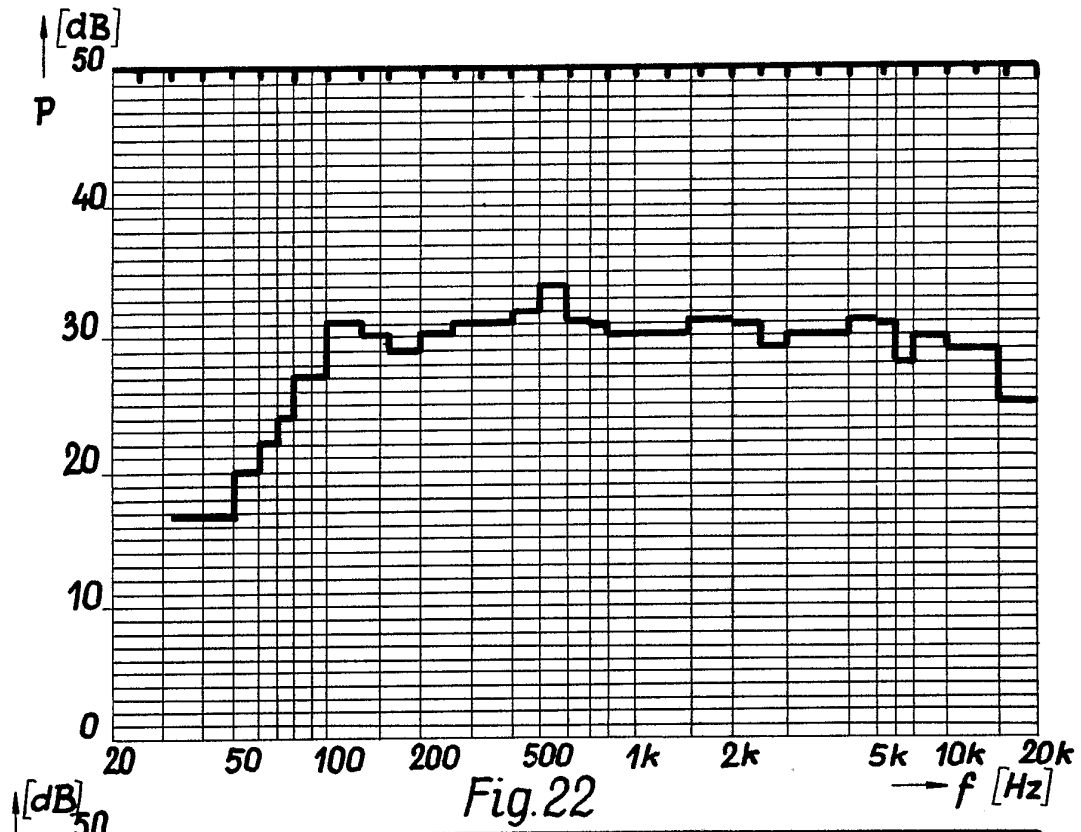
*Fig. 18d**Fig. 18e**Fig. 19a*

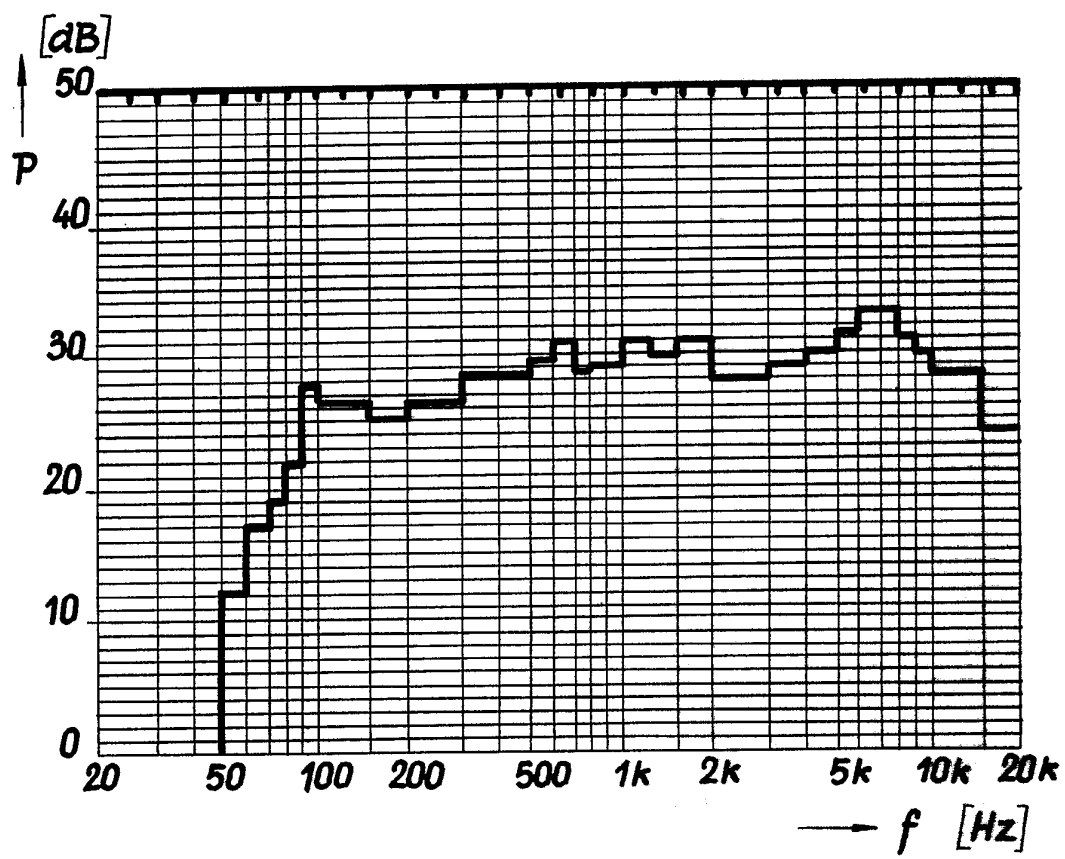
*Fig. 19b**Fig. 19c**Fig. 19d*



*Fig. 21a**Fig. 21b**Fig. 21c*

*Fig. 21d**Fig. 21e*



*Fig. 24*