

LJUDÅTERGIVNING MED FÖRBÄTTRAD PRESTANDA

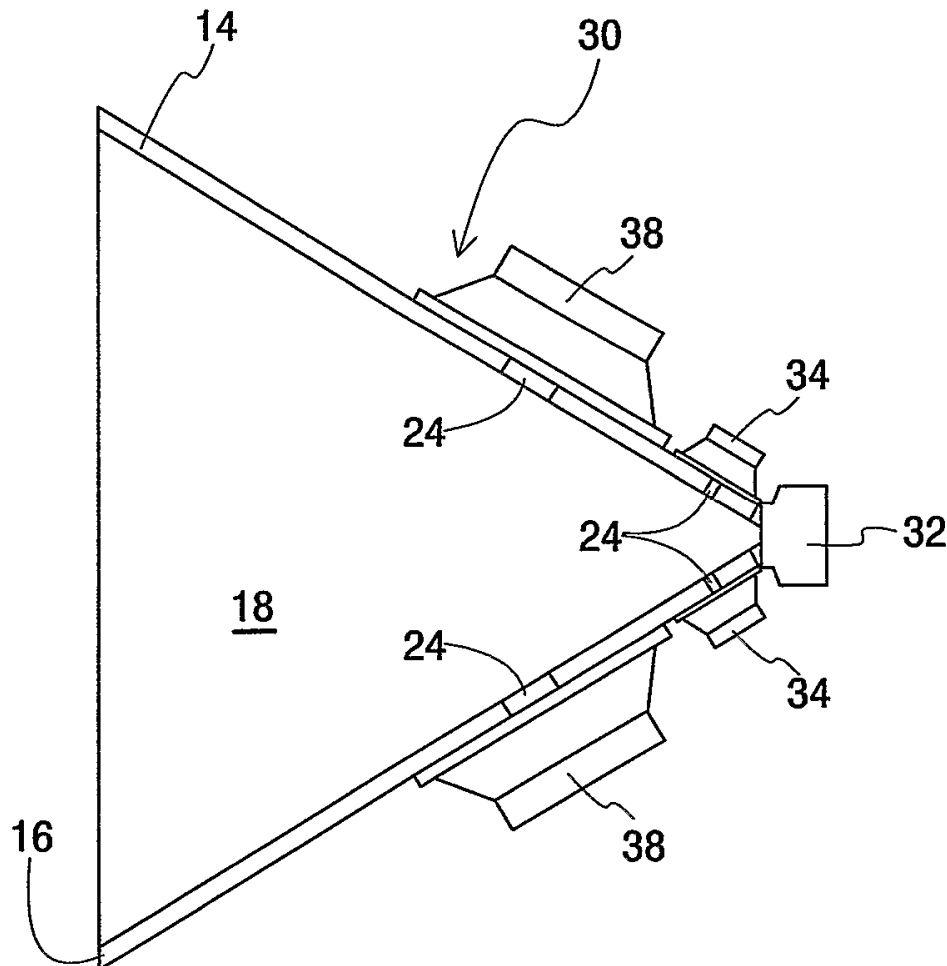
Denna text är en översättning av Thomas J. Danleys amerikanska patent med nr. US 8,284,976,B2 från Oct. 9, 2012. Rev 1.1 av översättningen.

Översättningen gör inget anspråk på att vara officiell eller korrekt som patentskrift, utan är tänkt för att intresserade svensktalande läsare lättare ska kunna bilda sig en uppfattning om vad uppfinningen handlar om. Vill man ha den exakta lydelsen så hänvisas till patentet på originalspråk.

Ett ljudåtergivningssystem beskrivs, i vilket en akustisk avgränsning eller ljudbarriär definierar ett hornpassage med en första, sluten ände, och en andra, öppen ände. En diskantdriver är placerad vid den första änden, och är gemensamt kopplad till hornpassagen med element för lägre register. Element för lägre frekvensområde måste ha lågpasfiltrering som ligger under första urfasningsdippen.

Elementen för lägre register placeras längs hornpassagen, där hornet har en förvald tvärsnittsarea som inte är större än ett område med ett runt tvärsnitt med en omkrets som är lika med en våglängd av den övre delningsfrekvensen.

Sex patentkrav och åtta figurer ingår.



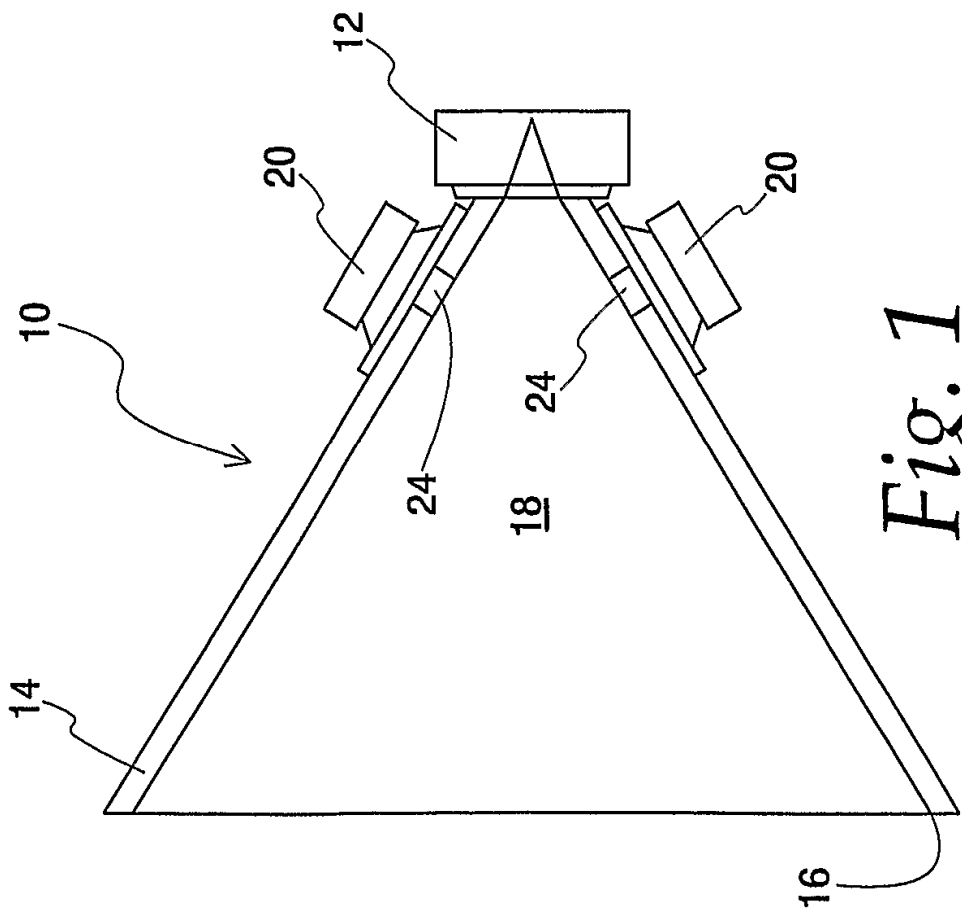


Fig. 1

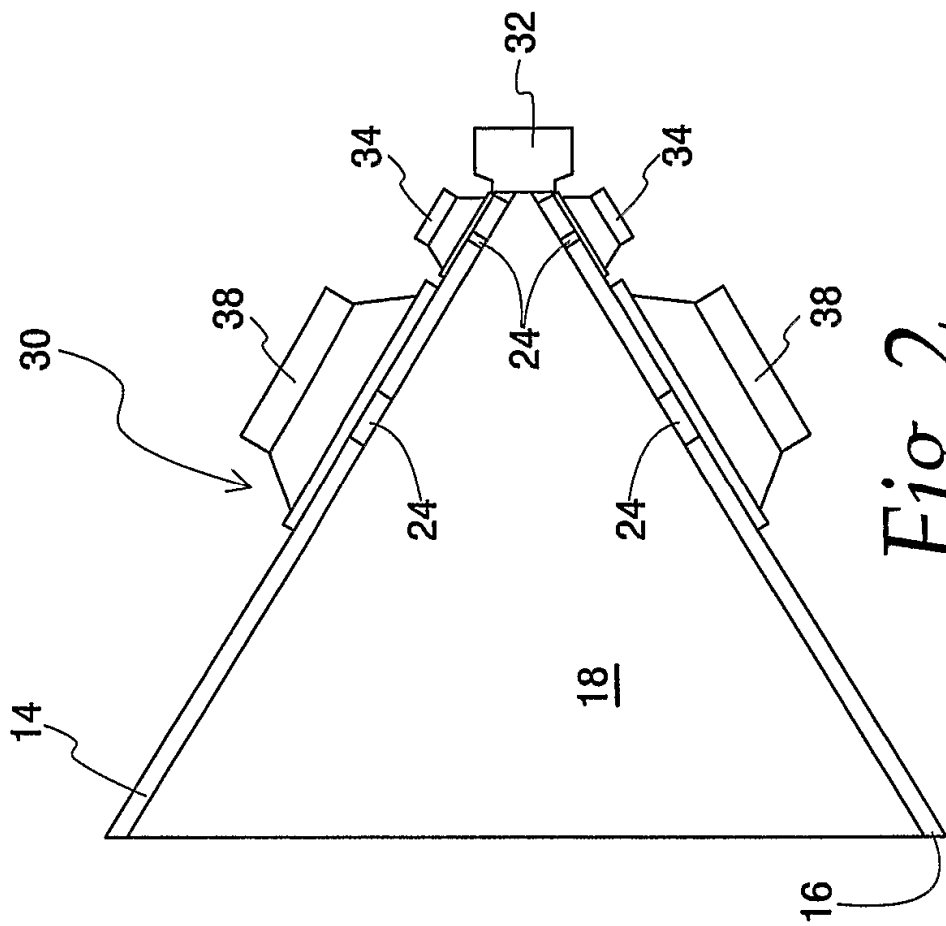


Fig. 2

Fig. 3

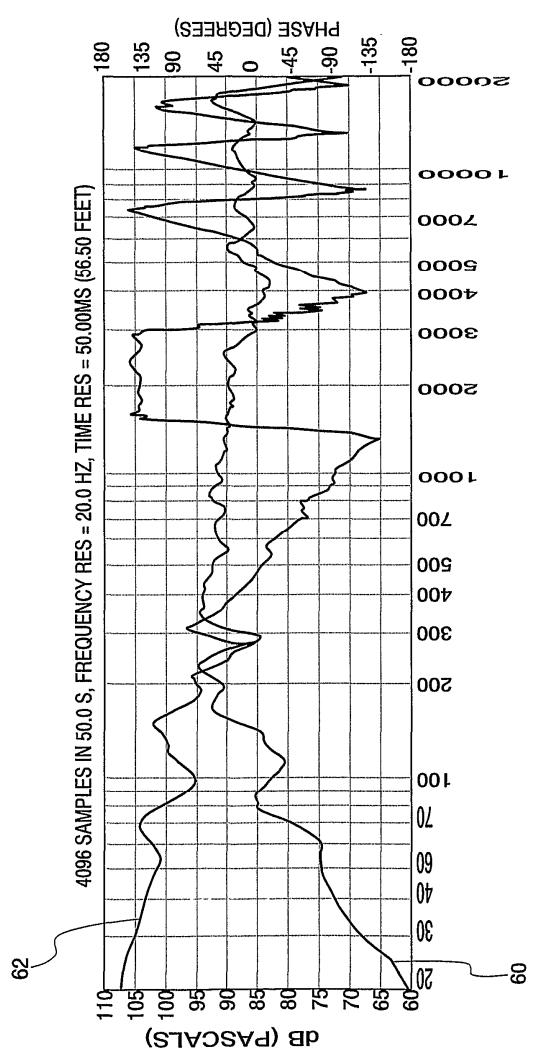
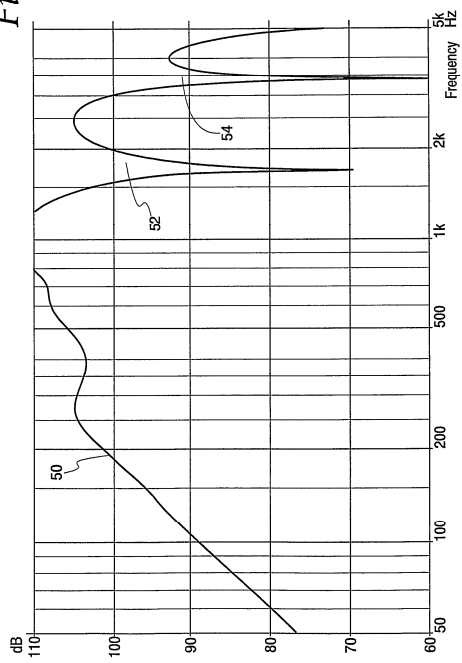


Fig. 4

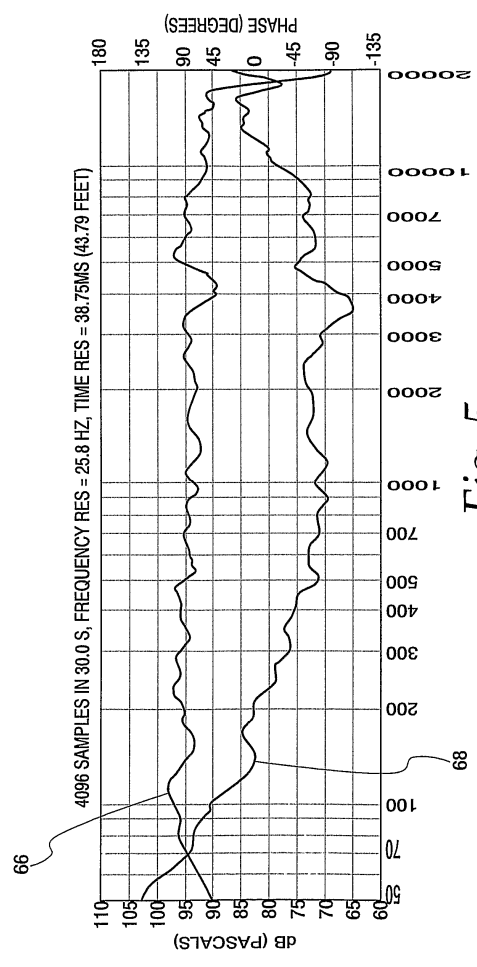


Fig. 5

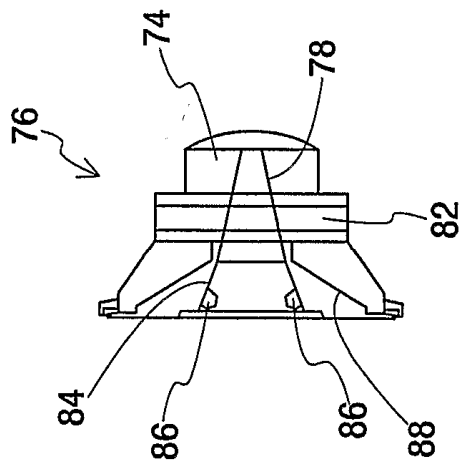


Fig. 6

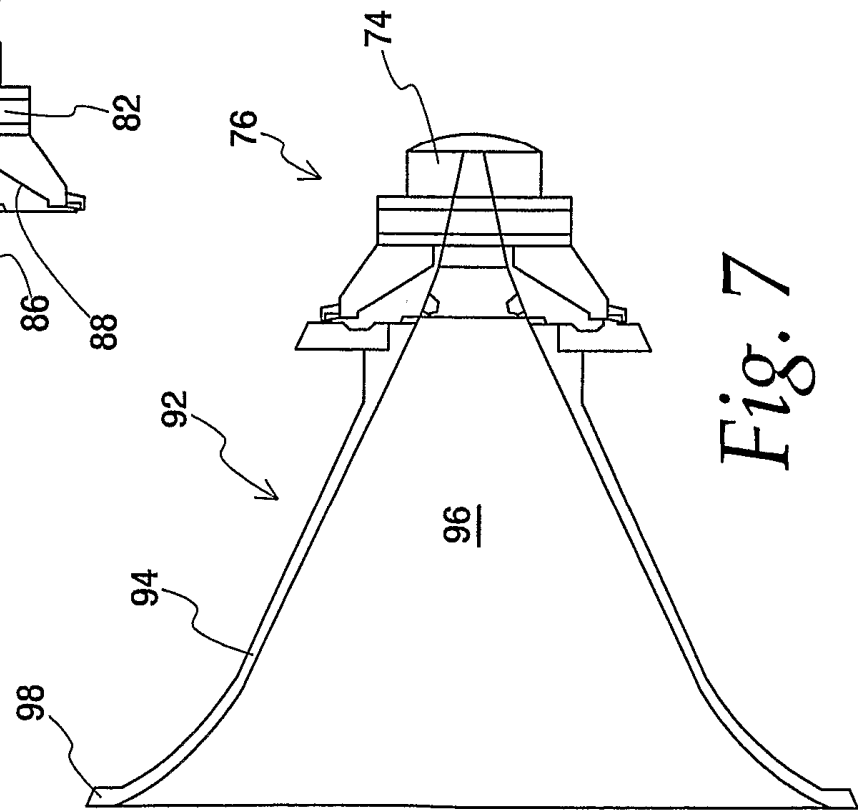


Fig. 7

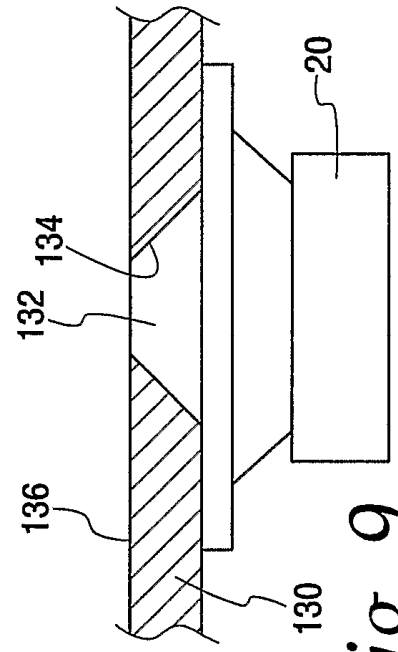


Fig. 9

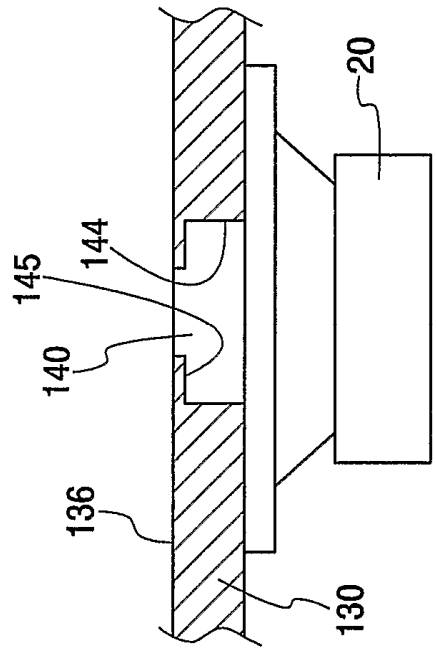


Fig. 10

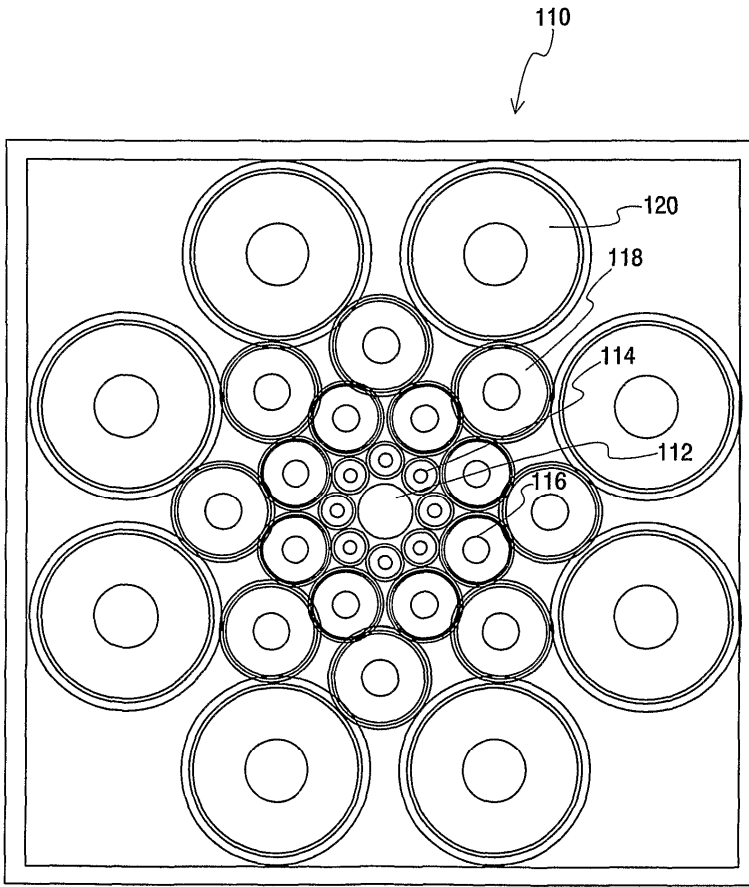


Fig. 8

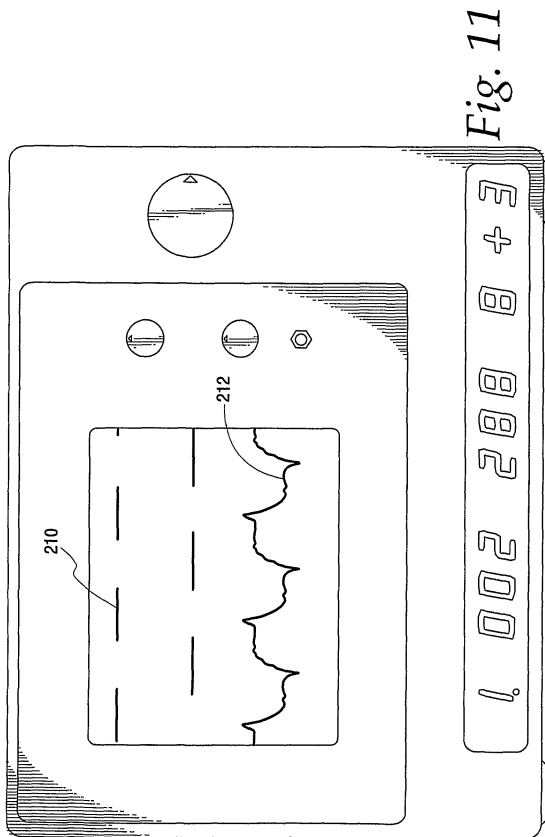


Fig. 11

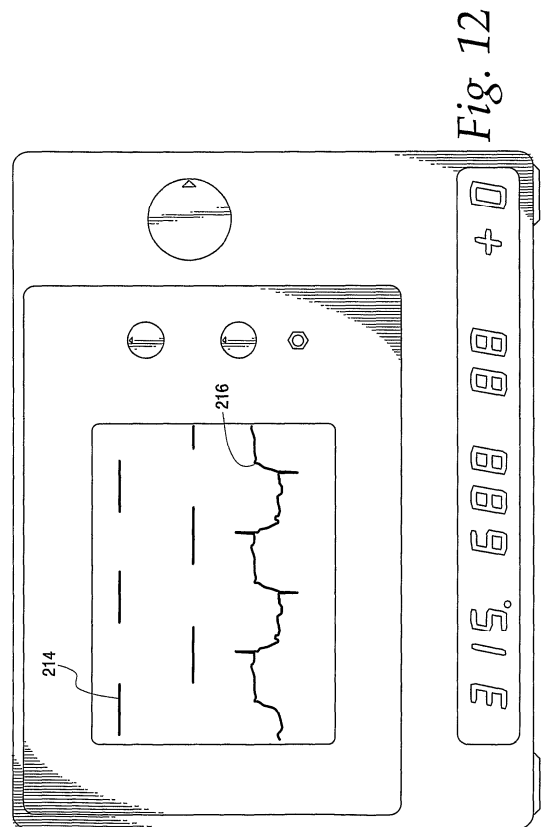


Fig. 12

LJUDÅTERGIVNING MED FÖRBÄTTRAD PRESTANDA

ÄNDAMÅLET MED UPPFINNINGEN

Föreliggande uppfinning hänför sig till ljudåtergivningssystem som har flera högtalarelement, inbördes kopplade till en ljudbarriär för att simulera en enda akustisk källa i tiden, med ett enda strålningsmönster.

BESKRIVNING AV NÄRLIGGANDE TEKNIK

Ursprungligen användes hornladdning för att öka den elektroakustiska effektiviteten från kompressionsdrivelementen.

Olika tekniker användes tidigt för att göra det mesta av begränsade förstärkarens effekt och relativt låga effektkapacitet. Tidiga insatser var centrerad kring att uppnå största möjliga ljudnivå.

Hornladdade högtalare, ibland bara kallad "horn" eller "varningssystem", hade i denna tidiga epok i allmänhet ett specifikt utvidgningsförhållande, och gjordes oftast för att ha en definierad form, så som konisk, samt med böjda väggar med former som motsvarar exponentiella eller hyperboliska kurvor. Typiskt är att dessa konstruktioner syftade till att ge bästa lågfrekvensprestanda.

Kompletterande horn/driversystem har utvecklats för olika frekvensområden. Utformningen av lågfrekvenshorn stötte på utmanande problem på grund av den storlek som behövdes.

När den önskade frekvensen väljs tillräckligt hög, blir det lättare att göra ett horn för ett visst område, som är tillräckligt stort för att möta konstruktionskriterierna.

Emellertid uppstod svårigheter att göra en horndriver som ger en relativt jämn tonkurva över 2 eller 3 kHz. Det var tidigt möjligt att konstruera element som hade en någorlunda jämnt frekvensgång längs centrumlinjen, upp till flera oktaver ovanför det lägre registret, till stor del eftersom dessa horn karakteristiskt är utförda med en "böjda väggar" som uppvisade en riktverkan som smalnar av med ökande frekvens.

Många populära tidiga konstruktioner hade gynnsamma tonkurvor eftersom förträngningen ger en "fokusering" av hornets strålningsmönster som noga kompenserar för fallande akustisk effekt av horndrivern, med ökande frekvens. Dock uppstod situationer där lyssnare inte kunde placeras på centrumlinjen. Framför allt upplevdes svårartat diskantfall när lyssnare placeras längre bort från ljudåtergivningssystemets centrumlinje.

Horn med konstant riktverkan har utvecklats i ett försök att ge en jämn ljudkvalitet till en större publik, för att övervinna den fokuserande effekten hos horn med krökta väggar. Tyvärr så gav dessa "constant-directivityhorn" mindre belastning på drivern i lägre registret än de populära exponentialformade hornen med böjda väggar, som man ville förbättra. Lyckligtvis kom kraftigare effektförstärkare, och horndrivers tillverkades med större kapacitet.

Uppfinnaren av denna uppfinning kom i kontakt med pyramidformade horn när han undersökte den låga lågfrekvenslast som sådana constant-directivityhorn ger. Dessa typer av horn befanns ha ett effektivt expansionsförhållande som förändras kraftigt beroende på avståndet från spetsen, och har en mycket snabb expansionstakt i spetsen.

Expansionsförhållandet blir betydligt långsammare ju närmare hornsluteten man kommer.

Fastän kompressionsdrivern i toppen av hornen inte drev låga frekvenser så effektivt, så kunde lägre frekvensområden injiceras längre framför spetsen, där expansionstakten var långsammare och mer lämpad att driva lägre frekvenser.

Ytterligare detaljer kan hittas i US. Pat. No 6.411.718 B1 som utfärdat 25 juni 2002 till Thomas J. Danley, uppfinnaren av denna uppfinning, och Bradford J. Skuran.

Fastän även ett enkelt konisk horn kan ha nästan konstant riktverkan över ett definierat frekvensområde, så fanns en paradox när man försöker täcka ett relativt brett frekvensområde.

Praktiska system var begränsade i frekvensområdet eftersom endast system som konstruerats för relativt smala frekvensområden kunde ge högre nivå och effektivitet i verkliga konstruktioner. En kombination av både hög effekt och brett frekvensomfång kräver att större frekvensomfång delas in i mindre delar. Detta kräver normalt att varje frekvensområde och dess kompressionsdriver paras med ett lämpligt horn som utvecklats för det önskade intervallet.

När man kombinerar horn för flera delintervall, även med horn placerade sida vid sida, kan oönskade interferenser observeras vid delningarna, vilket resulterar i spridningsmönster med lobber eller spikar av energi som strålar i oönskade riktningar. Försök har gjorts för att övervinna detta problem genom att placera diskanthornet framme vid hornslutet för den lägre frekvensen, men ganska sofistikerad signalbehandling krävs för att kompensera för olika löptider från ursprunget till de två källorna. Även om man skulle lyckas uppnå ett sådant mål, så skulle sådana komensationer bara passa en enda punkt i lyssningsområdet, och om man skulle flytta sig inom lyssningsområdet, så skulle fördelen av kompenseringen gå förlorad.

Följaktligen söks fortfarande efter ljudåtergivningssystem som verkligen framstår som ett enda högtalarelement, både i tidshänseende och i spridningsegenskaper. Vidare söks även flervägshorn med minskad total fasvridning.

SAMMANFATTNING AV UPPFINNINGEN

Föreliggande uppfinning tillhandahåller ett nytt och förbättrat ljudåtergivningssystem i vilket en ljudbarriär definierar en hornpassage med en första ände och en andra öppen ände. Åtminstone en högfrekvensdriver är placerad vid den första änden, och dessutom finns åtminstone ett högtalarelement som arbetar i ett lägre frekvensområde än högfrekvensdrivern. Diskanthornet och elementet för lägre registret är ömsesidigt kopplade till hornpassagen.

I ett första exempel på ett ljudåtergivningssystem enligt principerna för föreliggande uppfinning, har den nedre drivern en övre delningsfrekvens som är lägre än frekvensen för första utfasningsdippen för det lägre elementet.

I ett andra exempel på ett ljudåtergivningssystem enligt principerna för föreliggande uppfinning, har elementen för lägre register en övre delningsfrekvens, och elementen är belägna där hornet har en förvald tvärsnittsarea som inte är större än ett område med ett runt tvärsnitt, med en omkrets som är lika med en våglängd av den övre delningsfrekvensen.

I ett tredje exempel på ett ljudåtergivningssystem enligt principerna för föreliggande uppfinning, har elementet för lägre registret en nedre delningsfrekvens, och är belägen vid en punkt längs hornpassagen som har en förvald expansionstakt som är lägre eller lika med den nedre delningsfrekvensen, eller utvidgningsförhållandet styrt av högpasfrekvensen för hornet.

KORT BESKRIVNING AV RITNINGARNA

FIG. 1 är en schematisk tvärsnittsvy av en första utförandeform av ett ljudåtergivningssystem

FIG. 2 är en schematisk tvärsnittsvy av en andra utförandeform av ett ljudåtergivningssystem och illustrerar vissa aspekter av föreliggande uppfinning;

FIG. 3 är en grafisk representation som visar utfasningar för ett element för lägre frekvensområde monterad på en hornpassage;

FIG. 4 är en grafisk representation av utförandet av ett tidigare känt ljudåtergivningssystem;

FIG. 5 är en grafisk representation av utförandet av ljudåtergivningssystemet i FIG. 4 som har förbättras i enlighet med aspekter av föreliggande uppfinning;

FIG. 6 är en schematisk tvärsnittsvy av ett koaxialelement enligt aspekter av föreliggande uppfinning;

FIG. 7 är en schematisk tvärsnittsvy av det koaxiella elementet från FIG. 6 ansluten till ett exempelhorn, och

FIG. 8 är en schematisk frontvy av ett annat ljudåtergivningssystem enligt principerna för föreliggande uppfinning.

FIG. 9 är en schematisk tvärsnittsvy av en annan utförandeform av ett ljudåtergivningssystem enligt aspekter av föreliggande uppfinning;

FIG. 10 är en schematisk tvärsnittsvy av en ytterligare utförandeform av ett ljudåtergivningssystem enligt aspekter av föreliggande uppfinning;

FIG. 11 är en schematisk framställning av ett instrument som tar en första mätning på ett ljudåtergivningssystem enligt aspekter av föreliggande uppfinning, och

FIG. 12 är en schematisk framställning av ett instrument som tar en ytterligare mätning på ett ljudåtergivningssystem enligt aspekter av föreliggande uppfinning.

BESKRIVNING AV AV DEN FÖREDRAGNA UTFÖRANDEFORMEN

Den här beskrivna uppfinningen är naturligtvis möjlig att utföra i många olika former. Det som visas på ritningarna och beskrivs här nedan i detalj, är de utföranden av uppfinningen som är att föredra. Det skall emellertid förstås att föreliggande beskrivning är ett exempel av principerna för uppfinningen, som inte begränsar uppfinningen till de illustrerade utförandena.

För att underlätta beskrivningen, så förklaras här nedan exempel på ljudåtergivningssystem som konkretiserar föreliggande uppfinning i deras vanliga position, som visas i bifogade ritningar och med termer såsom främre och bakre, övre och nedre, horisontella, längsgående, etc, kan användas häri med hänvisning till denna vanliga position.

Emellertid kan ljudåtergivningssystem tillverkas, transporteras, säljas eller användas i orienteringar andra än de som beskrivits och visats häri.

Inledningsvis ska det noteras att, fastän många olika typer av ljudåtergivningssystem kan få betydande fördelar av föreliggande uppfinning, har denna uppfinning funnit omedelbar acceptans inom området för ljudåtergivningssystem utförda med horn / drivers. Följaktligen kommer diskussionen av föreliggande uppfinning börja med flera exempel på ljudåtergivningssystem som har en eller flera element inbördes kopplade till ett horn enligt praktiskt taget vilket som helst av ett antal kända utföranden.

Med hänvisning till FIG. 1, är en ljudåtergivningssystem som konkretiserar vissa aspekter av föreliggande uppfinning med dess principer visad vid 10. En högfrekvensdriver 12 är monterad vid en ände av en akustisk avgränsning eller ljudbarriär 14 för att effektivt stänga denna ände akustiskt. Ljudbarriären 14 har en motsatt öppen ände eller mynning 16. Ett par element för lägre frekvens, eller "lägre" element 20 är monterade på ljudbarriären intill den slutna änden. Så som kan ses, är elementen 20 monterade på utsidan av ljudbarriären, bort från den akustiska kanalen 18, definierad av den solida barriären 14.

Akustisk uteffekt från högtalarelementen 20 införs i den akustiska passagen genom kanaler eller akustiska portar såsom cylindriska portarna 24 skapade i barriären 14. Längden av portarna 24 motsvarar följaktligen den lokala tjockleken hos den solida barriären 14.

Med hänvisning till FIG. 9 och 10, kan portens längd, eller den akustiska längden, minimeras avsevärt för hornväggar som är relativt tjocka.

Med hänvisning till FIG. 9 visas ett element för nedre registret 20 monterad på hornvägg 130. En konisk port 132 är utformad i hornvägg 130. Den avsmalnande porten 132 är företrädesvis definierad av en stympad konisk vägg 134 som har en stor ände intill elementen 20 och en mindre ände intill ytan 136 hos hornväggen.

Med hänvisning till FIG. 10, en stegad port 140 är utformad i hornväggen 130, och definieras av stegformad vägg 144. Porten som definieras av den stegformade väggen har en större diameter intill högtalarelement 20 och en mindre diameter intill ytan 136 hos hornväggen. Såsom visas i FIG. 10 är det i allmänhet att föredra att steget eller övergången 145 i väggen 144 ligger relativt nära den yttre ytan 136.

Med valfri portutformning enligt i FIG. 9 eller FIG. 10, kan den totala öppningen i hornvägg 130 göras betydligt mindre än om ett "rakt" eller ett cylindriskt hål användes.

Föreliggande uppfinning, har i ett fall funnit omedelbar tillämpning för hornladdat högtalarsystem. Som avses här, är ett "horn" en luftpassage som definieras av en eller flera väggar som är akustiskt fasta och uppvisar en akustisk gränssyta som innesluter ljudtrycket tills ljudsignalerna når hornets mynning 16.

Följaktligen, för att minska diskontinuiteter inom hornets akustiska gränssytor, och för att undvika att lägga till "mjuka" ytor inom hornväggen är elementen placerade utanför av hornet, och deras ljud införs i hornet inre passage via kanaler eller portar.

Det är önskvärt att hålla de akustiska matningsportarna, så som portarna 24, 132 och 140 relativt små (i tvärsnittsarea) för att undvika akustiska diskontinuiteter. Man har funnit att, med en minimal portlängd kan tvärsnittsarean eller storleken på portöppning minskas avsevärt. I ett exempel, hade ett mellanregister en portlängd på 3/4". Genom att minska portlängden till 1/16", kunde portarna minskas i antal från åtta till fyra, och storleken från 3/4" till 5/8".

Horn 14 kan anta någon av ett antal önskvärda former och utföranden som kan behövas för en viss applikation.

Föreliggande uppfinning, såsom kommer att framgå häri, kan lätt anpassas till horn av praktiskt taget vilken form som helst, och är inte begränsat till den "raka koniska" form som visas i FIG. 1.

Vidare, emedan två element för nedre registret, 20 är illustrerade i FIG. 1, så kan det vara ett valfritt antal element efter vad som kan krävas. Till exempel, för kvadratiska, rektangulära eller pyramidformade horn, kan ett element placeras på varje plan del av hornet.

Fastän endast en enda driver 12 visas i FIG. 1, kan systemet 10 använda två eller flera diskantelement, efter vad som kan önskas. Vidare, som kommer att ses med hänvisning till FIG. 2, kan det totala frekvensspektrat från originalsignalen delas in i tre eller flera delar, med element och delningsfilter för varje register, allt gemensamt kopplat till samma horn. Exemplet som illustreras i FIG. 1 beskrivs ibland som ett "tvåvägs"-system, vilket indikerar att den ursprungliga akustiska signal som ska återges är uppdelad i två delar. Signalen kan delas på ett antal olika sätt, men är vanligtvis uppdelad i frekvensområdesregister. I ett exempel är signalen uppdelad elektriskt, med olika frekvensregister styrt till diskanten 12 och de nedre elementen 20. Såsom nämnts ovan, är utsignalen från diskantdrivern 12 och element för lägre register 20 gemensamt kopplade till den akustiska kanalen 18, och det samlade resultatet kommer ut från hornets öppning 16.

Med hänvisning till FIG. 2, en andra utförandeform av ett ljudåtergivningssystem enligt principerna för föreliggande uppfinning visas vid 30. Det finns tre element, som ingår i systemet, vardera tilldelad varsitt frekvensregister. I system 30 delas det totala frekvensområdet för originalsignalen in i tre register med hjälp av elektroniska kretsar (vanligen benämnt "delningsfilter"), ej visat.

Följaktligen är systemet 30 att beteckna som ett "trevägs"-system. En diskantdriver 32 är placerad i den smala änden av hornpassagen 18, och stänger effektivt den änden av hornet 14. Så kallade "mid-range" eller "mid"-drivers 34 är monterade på utsidan av hornet 14, bredvid diskantdrivern 32. Mellanregistrets element 34 är belägna mellan diskantdriver 32 och ett par baselement 38.

Uttrycket "element för lägre frekvensområde" används här för att hänvisa till högtalarelement som hanterar frekvensområden lägre än den för diskantdrivern. Således, i tre-vägs systemet illustrerat i FIG. 2, finns det två par av element för lägre register, nämligen elementen 34 och elementen 38. Två-vägs systemet som illustrerat i FIG. 1 har ett enda par av element för lägre registret, nämligen paret av elementen 20. Föreliggande uppfinning innefattar akustiska system indelade i mer än tre register, och har därmed lägre element för att tillmötesgå mer än två frekvensregister lägre än det höga frekvensregistret.

Akustiska uteffekten från elementen 34 och 38 leds till hornpassagen 18 genom respektive kanaler 24 som går igenom den solida barriären eller hornet 14, på det sätt som beskrivits ovan med hänvisning till FIG. 1. Såsom det används här, är termerna "mid" eller "bass" relativa, och hänvisar till det delsystem som de är associerade med. Sålunda producerar mid-drivern ljudtryck som svar på elektriska signaler med ett frekvensomfång som ligger mellan registren från diskantdrivern 32 och basen 38.

Det är inte förvånande att finna att den akustiska uteffekten från respektive element 32, 34 och 38 har olika våglängdsintervall och av nödvändighet är belägna på olika avstånd från slutet av hornet. Fastän endast en ensam diskantdriver visas i FIG. 2, kan två eller flera diskanter användas, efter önskemål. Som tidigare nämnts, systemet 30 kallas vanligtvis för ett "trevägs"-system och det totala frekvensområdet för den ursprungliga signalen är indelade i tre register, där alla har sina egna respektive frekvensområden. När ljudåtergivningssystemet konstruerad i enlighet med principerna för föreliggande uppfinning, så är utstrålningen från de tre underregistren ömsesidigt kopplade till en gemensam horn passage, så att de bildar en enda akustisk källa såväl i tid som med strålningsmönstret från en enda källa. Om så önskas kan den akustiska signalen delas upp i fyra eller flera sub-intervall efter vad som kan vara önskvärt, med en eller flera högtalarelement som vanligtvis förknippas med varje sub intervall. Oberoende av antalet intervall, är det i allmänhet att föredra att den bakre strålningen från varje frekvensområde hålls avskild genom användning av en sluten kavitet konstruerad enligt kända principer, såsom de specificeras i publikationen "On The Specification Of

Moving Coil Drivers For Low-Frequency Horn-Loaded Loudspeakers" av Marshal Leach, tryckt i Audio Engineering Societys': Loudspeaker Anthology, Volume 2.

Så som är känt i ämnet, så inkluderar utformning av ljudåtergivning system ofta en avvägning mellan olika konstruktionsprinciper, ämnade att optimera olika aspekter av systemets prestanda. Föreliggande uppfinning kan kombineras med en mängd olika tekniker som är kända inom ämnet, för att hjälpa till att erhålla ett ljudåtergivningssystem som simulerar en enda akustisk källa i tid med strålningsmönster från en enda källa, och med en tidigare ouppnåelig minimum fasvridding och total grupplöptid. Fastän kända tekniker har rönt några mått på framgång, är väsentligt bättre prestanda endast möjlig med föreliggande uppfinning, såsom kan ses till exempel, genom att jämföra svaren som visas i FIG. 4 och 5, och som beskrivs nedan. Det har upptäckts att vissa aspekter av horndesignen måste vara uppfyllda för att en betydande minskning av totala fasförskjutning skall uppnås i ett system som bättre simulerar en enda akustisk källa i tid med strålningsmönster från en enda källa.

Med hänvisning till en första aspekt av horndesign enligt principerna för föreliggande uppfinning riktas uppmärksamheten till övre änden av frekvensområdet för högtalarelement för lägre registren. Element för lägre frekvensområde måste ha en övre begränsning som ligger under första urfasningsdipp.

Dippar uppstår när frekvensen blir så hög så att ljud från elementet, som går till slutna änden av hornet reflekteras för att komma tillbaka med 180 ° av fasförskjutning, och skapar därmed en urfasning. Därför införs ett lågpasfilter eller annat arrangemang för vardera av de lägre elementen för att ge högfrequensavskärning med utgångspunkt från den punkt där den första dippen inträffar för respektive nedre driver. Det är viktigt att notera att denna analys relaterad till den första dippen av varje respektive driver för lägre frekvens, inte är ett fysiskt avstånd utan snarare är en akustisk dimension som styrs av formen och storleken på hornpassagen.

Med hänvisning till FIG. 3, så visas en tonkurva för ett exempel på ett högtalarelement för lägre registret vid 50. Första och andra motfasdippar 52, 54, syns tydligt.

Med hänvisning till en andra aspekt av horndesign enligt principerna för föreliggande uppfinning, riktas uppmärksamheten till lokala tvärsnittsarean av hornet, där ett element för lägre frekvensregister sitter. Vid den övre delen av frekvensregistret, för var och en av de nedre elementen, måste tvärsnittsarean av hornet där elementets ljud kommer in i hornet, inte vara större än den yta med ett runt tvärsnitt med en omkrets som är lika med en våglängd av den övre delningsfrekvensen.

Med hänvisning till en tredje aspekt av horndesign enligt principerna för föreliggande uppfinning riktas uppmärksamheten till lokal expansionstakt för tvärsnittsarean för elementen för lägre register. Termen "lokal expansionstakt", så som den används här, hänför till avståndet det tar för en liten men lätt mätbar ökning i area för den akustiska kanalen (t.ex. fördubbling av den akustiska kanalen tvärsnittsarea), med början vid den punkt där drivern är inkopplad i hornet. Således refererar termen "Lokal expansion" till en liten del av den akustiska kanalen i motsats till en hänvisning till expansionen längs hela hornet. En användbar formel för beräkning av hornets tvärsnittsarea på ett avstånd X från hornet halsen ges som:

$$A_x = A_t(\cosh(X/X_0) + T \sinh(X/X_0))^2,$$

där A_x är området vid en given punkt, A_t är halsarean, x är avståndet från halsen, är X_0 de nedre gränshänsfrekvensen, eller expansionstakten styrd av högpasfrekvensen för hornet, och T är expansionens typ (t.ex. 1 för ett exponentiellt horn, <1 för en hyperbolisk horn, och oändligheten för ett koniskt horn).

Denna formel här ovan, från en uppsats med titeln "Design Factors in Horn-Type Loudspeakers" av Daniel Plach, Jensen Manufacturing Co, och finns publicerad i Audio Engineering Society Loudspeaker Anthology, Volume 1.

I ett exempel är denna formel använd för att beräkna värdet av frekvensen X_0 för horn som studerats, för att avgöra om det beräknade värdet av X_0 (som gäller för resten av hornet som går framåt från beräkningspunkten, det vill säga den punkt där elementet är inkopplad i hornet) inte är större än för den lägsta frekvensen inom elementets frekvensområde. Vid den nedre delen av varje elements frekvensområde, måste lokala expansionstakten för tvärsnittsarean (tagen vid den punkt längs hornet där det lägre driverns kanal in till hornet sitter) vara något snabbare än som anges av ekvationen ovan. Det är känt, att expansionstakten styr hornets frekvensberoende belastningsegenskaper, när en signal som passerar hornet närmar sig dess nedre gränshänsfrekvens.

Föreliggande uppfinning kan användas med praktiskt taget alla typer av hornkonstruktioner, såsom raka koniska horn och välvda horn, samt mer komplext formade horn, såsom de som förknippas med design för konstanta riktningindex, av en typ riktad mot att lösa specifika problem, såsom "pattern flip" vanligtvis förknippat med raka koniska horn. Nedströmsdelen av hornet kan utformas enligt något av ett antal kända principer.

Till exempel, expansionstakten anses ge ett "högpasfilter", genom att graden av expansion är en viktig faktor som styr hur lågt ner hornet kommer att ge en fördel, med åtföljande ökning av effektiviteten, jämfört med samma element som direktradiator. Exempelvis fördubblar en 30 hertz exponentiell utvidgning av ett horn, tvärsnittsarean av hornet för varje 24 tum av hornets längd, medan en 120 hertz expansionen fördubblar arean varje 6 tum.

Denna fördel med hornladdning beror på hornets förmåga att skapa en last som motsvarar den akustiska lasten från en mycket större yta utan några nackdelar som större massa eller de uppbyggnader som ett större membran skulle kunna ge. På så sätt ökar systemets känslighet pga den ökade akustiska belastningen i förhållande till elementets förluster.

Det grundläggande konstruktionsarbetet, när det gäller horn med ett eller flera element, är att anpassa elementens impedans till hornets impedans. I praktiska system kan man på så sätt nå 10-30 gångers förbättring av elementens elektroakustiska verkningsgrad, resulterande i en verkningsgrad på 30-50%.

Vanligen vill man använda ett horn i ett område där det ger så jämn akustisk last mot elementet som möjligt. Likaså förutsätts att hornslutet är tillräckligt stor för att ge den önskade akustiska transformationen ner till elementens nedre gränshfrekvens.

När man beräknar den akustiska strålningsresistansen, avseende elementets akustiska storlek i förhållande till våglängden, så upptäcker man, att när elementet är större än en viss akustisk storlek, så är dess strålningsresistans väsentligen konstant, över det aktuella frekvensregistret.

Omvänt, när elementets strålande yta är väsentligen mindre än denna akustiska storlek, så förändras strålningsresistansen längs en lutande kurva av storleken i förhållande till frekvensen.

I ett exempel, så föredrar man att hornets minsta slutarea är ekvivalent med en diameter som ger en omkrets på ungefär en våglängd vid aktuellt elements nedre gränshfrekvens. Viss fördel vid storleksminskning av slutarean kan erhållas när man går ner i omkrets till delar av våglängden. Men fördelarna vid praktiskt bruk förväntas inte vara betydande, jämfört med en omkrets motsvarande en våglängd. Vid den nedre gränshfrekvensen framstår hornets längd som en faktor som måste beaktas. Generellt så måste hornets längd vara ungefär en kvarts våglängd eller längre vid nedre gränshfrekvensen, men effektiviteten tilltar väsentligen i en designregion där hornets längd är minst en halv våglängd.

I praktiken blir de fysiska dimensionerna ohanterliga för att uppnå en väsentligen konstant akustisk belastning med ett lågfrekvenshorn.

Å andra sidan, när hornkonstruktioner kommer i fråga vid frekvensområden som är en oktav eller två ovanför subwooferregistret, så blir den fysiska storleken mindre och akustiskt tillräckligt stor för att ge önskad prestanda.

När man beaktar förhållandet mellan nedre gränshfrekvensen och slutareans storlek, lägger man märke till det faktum att, när frekvensen ökas över den nedre gränshfrekvensen, blir hornet större än nödvändigt för den belastning som krävs vid denna frekvens. Till exempel är en storlek av ungefär en våglängd i omkrets för att nå en konstant akustisk belastning vid en viss frekvens ungefär halva omkretsen när frekvensen i fråga ökas med en oktav.

Därför flyttar sig referenspunkten för vad som behövs för att uppnå optimal akustisk belastning, och rör sig upp i hornet, mot halsen (dvs slutna änden), med åtföljande förträngning i riktverkan när frekvensen ökar.

Den del av hornet som ligger bortanför punkten för akustisk belastning är viktig, eftersom den reglerar strålningsmönstret för systemet.

För jämförelse, och för att illustrera fördelar som kan uppnås med föreliggande uppfinning, så ändrades ett tidigare känt ljudåtergivningssystem, enligt föreliggande uppfinning. Ett tre-vägssystem, med modellnummer td-1, kommersiellt tillgänglig från Sound Physics Labs, Inc. i Glenview 111 testades för både frekvens- och fasrespons. Systemet använder ett rakt koniskt horn med en pyramidform. Med hänvisning till FIG. 4, är tonkurvan 60 och fas responskurvan 62 visade för det omodifierade systemet. Systemet modifierades sedan genom att flytta elementens placering mot hornet och att ersätta delningsfiltret med ny elektronik, i enlighet med principerna för föreliggande uppfinning och testades enligt samma förutsättningar som det som visas i FIG. 4, och resultatet visas i FIG. 5.

Tonkurvan 66 och faskurva 68 i FIG. 5 visar väsentlig förbättring över det den omodifierade systemets prestanda, vilket visas i FIG. 4.

Med ett ljudåtergivningssystem enligt principerna för föreliggande uppfinning så blir fasvridningen som visas av kurvan 66 mycket närmare 0 grader. Dessutom, utöver den minskning av fasvridningen i hela passbandet, så är kurvan 66 jämnare än motsvarande kurva 60 för det omodifierade systemets respons, som visas i FIG. 4. Så den modifierade enligt principerna för föreliggande uppfinning har mycket mindre grupplöptid än det ursprungliga, omodifierade systemet, även om samma element och samma fysiska hölje används i båda systemen.

Om vi nu tittar på FIG. 11 och 12, så testades det modifierade systemet med en fyrkantvåg.

I FIG. 11 testades ljudet från återgivningssystemet med en fyrkantvåg som insignal 210, som arbetar vid en frekvens av approximativt 1,002 kHz, vid eller mycket nära den övre delningsfrekvensen för ljudåtergivningssystemet. Utsignalen 212 visar en mycket god överensstämmelse med den fyrkantvågform med endast en liten översväng i slutet av varje puls i pulståget.

FIG. 12 visar ett prov med fyrkantvåg vid en lägre delningsfrekvens på ca 315 HZ. Den ingående fyrkantvågen 214 följs nära av utsignalen 216, vilken återigen visar endast en liten översväng i slutet av varje puls i pulståget.

Utöver de tester som diskuterats ovan har ljudåtergivningssystem liknande dem som avhandlas här blivit testade avseende ett antal andra faktorer, såsom känslighet, strålningsmönster och möjligheten att gruppera ihop flera enheter för att gemensamt täcka ett större lyssningsområde, t.ex som ett stort och brett auditorium.

Den genomsnittliga uppmätta känsligheten var ganska hög, 99 dB re. 20 uPa med 2.83 Vrms tillfört över anslutningskontaktarna.

Medan ljudåtergivningssystemet uppvisade en bra spridning i högfrekvensregistret så, bidrog en begränsning av utstrålningsmönstret för flervägssystemet till den höga känsligheten.

Dessutom uppvisade ljudåtergivningssystemen relativt snävt strålningsmönster över ett brett frekvensområde, vilket möjliggör att placera flera system sida vid sida för att ge klart ljud i ett brett fält. Kort sagt, strålningsmönstret visade sig vara bra, och presterar bättre än samtida exempel på tidigare kända system.

Om vi nu går till FIG. 6 och 7, så ser vi direktiviteten hos ett ljudåtergivningssystem. Det har visat sig att hornets form och storlek styr direktiviteten över ett frekvensspann för horn/driversystem.

När man omsorgsfullt beaktar ett horns konstruktion, så är det viktigt att notera att hornet i själva verket startar vid en punkt inuti, drivern såsom vid diskanthornet 74 hos koaxialelementet 76 i FIG. 6. Linjerna 78 visas för att illustrera detta.

Denna startpunkt för hornet, det vill säga den minsta punkten längs hornets väg, beror på den inre geometrin av diskanthorndrivern, och fastläggs vid tillverkningen.

Således står en högtalarkonstruktör inför några inledande begränsningar när diskantdrivern väljs.

Koaxialelementet 76 innefattar ett lågfrekvensselement 82, såsom visas i FIG. 6. Sammanställning 76 innefattar vidare ett horn i genomskärning 84 med ett flertal hål 86, av tillräckligt stor diameter för att överföra ljudtryck från konen hos membranen 88 hos lågfrekvensselementet 82 till den inre av koniska hornet 84. I det visade utförandet så används fyra hål med jämn delning. Hornet i sektion 84 är företrädesvis tillverkad av material med relativt tunn tjocklek, så att hålen 86 bildar portar med relativt liten längd. Såsom kan ses i FIG. 6, kan vinkeln på koniska delen 84 fås att sammanfalla med den inre vinkeln inom diskantornet 74.

I FIG. 7, visas ett ljudåtergivningssystem 92 som innefattar en koaxialt element 76 monterad på en ljudbarriär eller ett horn 94 som har en hornpassage 96 och sträcker sig till en slutarea vid 98.

Även här har starten av hornet 94 (intill koaxialelementet 76) en vinkel som överensstämmer med den i hornsektionen 84, och den interna geometrin av diskantornet 74 som indikeras av linjerna 78 (se FIG. 6). Kontinuitet i vinklarna mellan diskantornets inre geometri, hornsektion 84 och hornet 94 är att föredra när det inre hornet har riktverkan inom sitt arbetsområde. Vidare, när hornsektionen 84 har riktverkan, är det i allmänhet önskvärt att den inre änden av hornet 94 har lika stor sidovinkel för att undvika reflexer. Den del av horn 94, belägen intill horns slutet 98 har en krökning som bestäms av dess avsedda tillämpning och dess nedre gränsfrekvens.

Det ungefärliga frekvensområde där ett horn ger riktverkan kan beräknas med hjälp av följande formel:

$$F1 = K/Ha * X_m,$$

Där F1 är den frekvens över vilken riktverkan av hornet bestäms av hornväggsvinkeln, X_m är hornets bredd vid en viss punkt (i tum), Ha är horns sidans vinkel (dvs. mätt sida till sida för tvärsnittet vid den punkt i hornet som studeras), och K är en konstant som är lika med 10⁶.

Denna formel kommer från en artikel skriven av Don Keeles, som presenterades vid Audio Engineering Societys 58:e konvent, och handlar om hur dimensionerna för slutarean reglerar ett horns strålningsmönster.

Formelns matematiska principer, när det gäller den föreliggande uppfinningen, appliceras på en punkt inåt från hornets slut, längs den akustiska passagen där en del av en hornsektion ansluter till en annan.

När frekvensen ökar, så växer den del av hornet som bestämmer strålningsvinkeln ju närmare hornhalsen man kommer, vid den frekvens och vid den plats som är av intresse längs hornpassagen.

Följaktligen, för att uppnå målet att erhålla konstant riktverkan, eller ett minimum av interna akustiska reflektioner, ser man till att göra hornets väggvinklar ungefär lika där en hornsektion möter en annan, ned till en dimension där F1 frekvensen är lika med eller högre än den högsta frekvensen i det aktuella frekvensområdet.

Såsom nämnts ovan, ljudåtergivningssystemet förbättras genom tillämpning av principerna för föreliggande uppfinning vilken producerar en jämnare frekvensgång och mindre fasvridning, som illustreras i FIG. 5, jämfört med kurvorna från ett känt system, vilket illustreras i FIG. 4.

Vid ett konventionellt delningsfilter så som fjärde ordningens Linkwitz högpass- / lågpass-filter, samt med geometri och nära koppling mellan serier av system enligt principerna för föreliggande uppfinning, ges konstruktören möjlighet att minimera grupplöptiden långt under vad som är möjligt med ett konventionell delningsfilter. För system konstruerade enligt principerna för föreliggande uppfinning, så interagerar, eller "känner" alla element varandra akustiskt, på grund av sin närhet till varandra och sin akustiska belastning när dom är hopkopplade i en gemensam hornpassage.

För att få alla elementen i systemet att fungera tidsmässigt som en enda källa, bör delningsfiltret som används baseras på respektive elements amplitud och fasrespons över det verksamma frekvensområdet. Det har det visat sig nödvändigt att använda avancerade datorprogram för att komma fram till rätt överföringsfunktion för att tillfredsställa sy ihop de olika delarna av frekvensområdet. Sådana program bör t.ex ta hänsyn till de elektriska egenskaperna hos de element som används. Till skillnad från vid konventionell filterdesign, så utföres delningsfiltren för att överlappa, och de är gjorda för att ha egenskaper enligt udda ordningens filter, och har icke-konstanta flanker.

Nu till FIG. 8, ett ljudåtergivningssystem enligt principerna för föreliggande uppfinning visas vid 110. I systemet 110, är hornets vinkel för ett konisk horn ökat till 180 °, vilket simulerar en hål i mitten av en plan baffel. Principerna för föreliggande uppfinning kan tillämpas på systemet 110, även om systemet har betydligt mindre belastning på elementen än ett typisk horn, på grund av den snabba expansionen av området som expanderar utåt från hålet 112 vid centrum av systemet. Intill centrum i systemet 110 är ett flertal diskantelement, eller "första intervall-element" 114. Medan åtta element används i det första intervallet, kan även annat antal element användas. Kring de första intervall-elementen finns flera kedjor av element för lägre register, inklusive åtta andra intervall-element 116, åtta tredje intervall 118 och åtta fjärde intervall-element från 120. I den föredragna utförandeformen visad i FIG. 8, ligger elementen för varje frekvensintervall grupperat i koncentriska cirklar, cirkulärt grupperade och nästlade intill varandra. Företrädesvis är det högsta frekvensområdet beläget i centrum och progressivt lägre frekvensintervall sitter utåt, tills den yttre ringen nås. Det kan vara önskvärt i vissa fall att reducera strålningsvinkeln som definieras av väggvinkeln av systemet 110, under 180 °. Detta kan åstadkommas genom att öka diametern av varje element för att bli omkring en tredje våglängd eller mer av sin övre gränsfrekvens. Härigenom uppnås även den delen av hornkonstruktion enligt principerna för den föreliggande uppfinningen, som tar hänsyn till den lokala tvärsnittsarean av hornet där elementen för lägre registren sitter.

Således, vid den övre frekvensänden för vart och ett av elementen för lägre register, placeras elementen längs hornpassagen, där hornet har en förvald tvärsnittsarea som inte är större än ett område med ett runt tvärsnitt med en omkrets som är lika med en våglängd av den övre delningsfrekvensen.

Den föregående beskrivningen och de bifogade ritningarna är illustrativa för föreliggande uppfinning. Ytterligare andra variationer i arrangemang av delar är möjliga utan att avvika från andan och ramen för föreliggande uppfinning.

Patentkraven får stå kvar på originalspråket:

I claim:

1. A system for reproducing sound, comprising: a sound barrier defining a horn passageway having a first end and a second open end;
at least one high frequency range driver at the first end;
at least one lower driver operating in a frequency range lower than the high frequency range driver;
the at least one high frequency range driver and the at least one lower driver mutually coupled to the horn passageway;
the at least one lower driver having an upper frequency end lower than a frequency of a first cancellation notch for the at least one lower driver.
2. The system of claim 1 further comprising a second lower driver operating in approximately the same frequency range as the at least one lower driver.
3. The system of claim 1 comprising two pairs of lower drivers operating in different frequency ranges.
4. The system of claim 1 wherein the at least one lower driver is mounted to the sound barrier outside of the horn passageway and sound communication to the horn passage way is provided by an aperture in the sound barrier.
5. A system for reproducing sound, comprising:
a sound barrier defining a horn passageway having a first end and a second open end;
at least one high frequency range driver at the first end;
at least one lower driver operating in a frequency range lower than the high frequency range driver;
the at least one high frequency range driver and the at least one lower driver mutually coupled to the horn passage way;
the lower driver having an upper frequency end and being located at a preselected position along the horn passageway at which the passageway has a preselected cross sectional area which is no greater than an area of a round cross section having a circumference equal to one wave length of the upper frequency.
6. A system for reproducing sound, comprising:
a sound barrier defining a horn passageway having a first end and a second open end;
at least one high frequency range driver at the first end;
at least one lower driver operating in a frequency range lower than the high frequency range driver;
the at least one high frequency range driver and the at least one lower driver mutually coupled to the horn passage way;
the lower driver having a lower frequency end and being located at a point along the horn passageway having a preselected expansion rate Which is slower or equal to the low cut off or expansion rate governed by the high pass frequency for the horn.

* * * * *

SOUND REPRODUCTION WITH IMPROVED PERFORMANCE CHARACTERISTICS