

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE

(10) FI 982007 A7

(12) JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC

(21) Patenttihakemus - Patentansökan - Patent application **982007**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
H04R 7/04
H04R 7/26

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **17.09.1998**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **17.09.1998**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **18.03.2000**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •Anturilaakso Oy, Oy Transducer Walley Inc., Hyttikuja 25, 85560 Nivala, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •Noponen, Seppo, Nivala, SUOMI - FINLAND, (FI)

2 •Hintsala, Tapani, Typpö, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kespat Oy, Vasarakatu 1, 40320 JYVÄSKYLÄ

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Menetelmä kaiuttimen äänikentän hallintaan

Förfarande för kontroll av avtalares ljudfält

MENETELMÄ KAIUTTIMEN ÄÄNIKENTÄN HALLINTAAN

- Keksintö koskee patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukaista dynaamista kaiutinta. Perinteinen dynaaminen kaiutin tuottaa akustista ääntä siten, että kaiutinelementin toimilaitteelle tuodaan haluttua toistoääntä vastaava sähköinen signaali vahvistimelta, jolloin esim. toimilaitteena olevaan magneettipuhkekelaan kytketty kartio tai kalvo liikkuu edestakaisin sähköisen signaalin tahdissa. Kalvopinnan liike synnyttää silloin akustisen ääniaallon, joka etenee ympäristöön kuultavaksi ääneksi. Kalvo välittää puhkekelan mekaanisen värähtelyliikkeen ympäröivän ilman liikkeeksi eli ääniaalloksi tehokkaasti, koska sen pinta-ala on puhkekelaan verrattuna suuri.
- 10 Perinteisesti ja yleensä kaiutinkartion tai -kalvon ja siihen välittömästi liittyvien komponenttien tulee olla keveitä ja herkkäliikkeisiä, jotta kaiutin pystyisi hyvään äänen-toistoon. Näin tulee olla etenkin diskanttialueella, jossa äänitaajuuksudet ovat suuria ja voimakkailla äänillä tarvittavat kalvokiihtyvyydet suuria. Toisaalta bassotaajuuksilla ääntä synnyttävän kalvon tulee olla yleensä suurikokoinen ja toimilaitteen vastaa-
- 15 vasti suurivoimainen, mikä taas vaatii esim. perinteisen toimilaitteen puhkekelalta lujuutta ja suurta lämmönkestoa. Yleensä tämä ongelma on ratkaistu käyttämällä kaiutintrakenteessa jakosuodinta ja kahta tai useampaa eri kokoista kaiutinelementtiä, jotka kukin tuottavat vain oman toistotaajuuksukaistansa mukaisia ääniä. Tällöin puhutaan basso-, keskiääni- ja diskanttielementeistä.
- 20 **Perinteinen kaiutinelementti** sisältää paperikartion, joka on ohut ja pehmeä sekä ripustettu pehmeästi kumitiivisteellä ja spiderilla elementtirunkoon. Siksi kartion liikenopeudet ja -kiihtyvyydet rajoittuvat massa-, nurjahdus- ja jäykkyysvoimien mukaisesti, joihin vaikuttavat myös kaiutinkotelon ilmanpaine ja kaiuttimen kotelotilavuus. Sen lisäksi kartiossa pyrkivät etenemään haitalliset taivunta-, työntö- ja pinta-
- 25 aallot, jotka voivat erottua kaiuttimen tuottamassa äänessä särökomponentteina.
- Tavallisen kaiutinelementin** kartio on suppilo, on sen äänikeila on torvimainen, joten sen äänenpaine riippuu voimakkaasti paikasta. Siitä seuraa, että äänikenttä on tasainen vain pienellä alueella. Jos kuulijat ovat samalla tasolla, mutta laajalla alueella, tulisi äänikentän kattaa koko kuulija-alue. Äänikenttää voidaan laajentaa joko lisäämällä kaiutinmäärää tai suuntaamalla kaiuttimien ääntä vaakatasoon. Nä-
- 30 mä tekijät ovat johtaneet perinteisen pilarikaiuttimen syntyyn. Siinä on samaan koteloon asetettu pystysuunnassa peräkkäin kaksi tai useampia kaiutinelementtejä. Kun ne toimivat samassa vaiheessa, vahvistavat ne toisiaan vaakatasossa, mutta heikentävät pystytasossa, jolloin pilarikaiutin tuottaa leveän, mutta matalan äänikeilan.

Patentin 94203 kaiutinkeksinnössä toimilaite ohjaa tasokalvoa, joka on liitetty joustavasti kaiutinkoteloon. Periaatteena on, että kalvon joustavuus, massa ja vaimennus muuttuvat kalvosäteen funktiona. Eli mitä korkeampia ääniä kalvo toistaa, sitä pienempi kalvoalue värähtelee. Matalimmilla toistotaajuuksilla värähtelee koko kalvo. Kalvo on suhteellisen jäykkä, joten siihen ei synny toistossa merkittäviä erivaiheisia värähtelyalueita, jotka laskisivat äänenpainetta jollakin toistotaajuudella. Kaiuttimelle on tyypillistä, että se tuottaa ääniaaltoja, jonka keila on lähinnä puolipallo, eli hyvin laaja, lähes 180 astetta eri suunnissa.

Julkistiloissa, joissa on yleensä samanaikaisesti puhuja ja äänentoisto, on ongelmia esim. kiertoherkkyyden ja sopivan akustiikan suhteen. Näin etenkin, jos samassa tilassa esitetään myös musiikkia, joka vaatii pitemmän jälkikaikuajan kuin puhe tai puheentoisto. Tällöin puheentoiston ymmärrettävyys kärsii. Korkeissa tiloissa kuten esim. kirkoissa saattavat lisäksi kattoheijastukset aiheuttaa haitallisia resonointeja. Korkeassakin tilassa kuulijat ovat useimmiten samalla tasolla, mutta laajalle alueella, joten kaiuttimen äänienergiakin tulisi suunnata samalle alueelle.

Keksinnön mukainen uusi menetelmä kaiuttimen äänikentän hallintaan eli *yhtenäisellä kalvolla varustettu pilarikaiutin* on ratkaisu yleiseen ongelmaan ja äänentoistotarpeeseen etenkin julkistiloissa. Keksinnön mukainen pilarikaiutin tuottaa kattavan ja tasaisen äänikeilan eli paikallisen äänikentän, jossa äänenpaine muuttuu vain vähän paikan funktiona. Tämä saadaan aikaan pilarikaiuttimen toimintaperiaatteella ja uudella kalvorakenteella. Uusi kaiutinkalvo on yksi ja yhtenäinen ääntä tuottava komponentti, jonka jokainen piste on periaatteessa itsenäinen ja dynaaminen äänilähde. Kun nämä kalvopisteet liikkuvat samanvaiheisina, ne myös lähettävät jokainen periaatteessa samanvaiheisesti ääniaallon ympäröivään tilaan. Siten kaiuttimen lopullinen äänikeila riippuu sekä suorien että heijastuneiden äänesten summakeilasta, jossa on myös otettava huomioon eri tekijöistä johtuvat vaimennukset, sironta jne. Kuultuun kokonaiskenttään vaikuttavat vielä korvan ja ympäristön ominaisuudet. Näistä tekijöistä johtuen kaiuttimen äänikeila kompensoi etäisyyslakien summatekijöiden määräämää äänen intensiteetin nousua, kun kuulija siirtyy lähemmäksi kaiutinta. Vastaavasti, kun kuulija siirty kauemmaksi kaiuttimesta, äänikeila kompensoi äänenvoimakkuuden laskua, koska suhteelliset etäisyyserot kaiutinkalvon eri pisteistä kuulijan korvaan pienenevät. Koko kuuntelutilan äänikenttä saadaan tilaan uudella pilarikaiutinjärjestelmällä. Siinä kukin kaiutin hallitsee eli dominoi oman lähialueensa ilman, että esim. vierekkäiset kaiuttimet häiritsevät toisiaan. Tästä johtuu myös, että uusilla pilarikaiuttimilla rakennetussa järjestelmässä ei tarvitse käyttää viiveitä, olipa kyseessä rakennus- tai ulkoilmatoistojärjestelmä.

Keksinnön mukaisessa pilarikaiuttimessa on perinteiseen pilarikaiuttimeen verrattuna **useita periaatteellisia eroja**, mm. seuraavat:

- ääntä tuottava kalvo on yksi ja yhtenäinen komponentti, jonka jokainen piste on periaatteessa oma äänilähde,
- 5 - kalvo on kapea ja korkea, koska kaiuttimen äänikeila halutaan horisontaali- eli vaakatasossa laajaksi ja vertikaali- eli pystytasossa kapeaksi
- kalvoa ohjaa perinteinen tai uusi toimilaite, jossa voi olla yksi tai useampi toimilaitteyksikkö, esim. magneettipuhekela tai muu yksikkö,
- kaiuttimen kotelossa voi olla haluttu design ja kaiuttimet voidaan sovittaa tilaan,
- 10 - kaiuttimen aktiiviset komponentit on koottu erilliseen moduuliin,
- kaiutinmoduuleja voi olla erilaisia eri käyttötarkoituksiin,
- moduulia voidaan käyttää joko seinään tai kuulijoihin päin asennettuna,
- kaiutin tai moduuli on varustettu akustisella kuormalla tai on ilman sitä,
- akustinen kuorma on myös suojus, keilasuuntaaja, designtekijä, jne,
- 15 - moduuli voidaan asentaa myös seinäreikään, jolloin seinä voi toimia aputilana,
- pilarikaiutin voi sijaita akustisesti oikein kuulijatasossa ja kuulijoita häiritsemättä,
- pilarikaiuttimin rakennettu toistojärjestelmä on helposti muunneltavissa,
- pilarikaiuttimet kestävät yleisökäsittelyn vahingoittumatta,
- pilarikaiuttimen akustinen energia keskittyy lähinnä vain kuulijatasoon,
- 20 - pilarikaiuttimilla toteutettu äänentoistojärjestelmä ei tarvitse viivelinjoja.

Tärkeimpänä erona perinteisiin pilarikaiuttimiin keksinnön mukaisessa pilarikaiuttimessa on se, että siinä on vain yksi ääntä tuottava kalvo, joka on pystysuunnassa korkea ja vaakasuunnassa kapea. Kalvon korkeus on yleensä moninkertainen sen leveyteen verrattuna. Kalvoa ohjaa toimilaite, joka tavallisesti koostuu yhdestä tai

25 useammasta magneettipuhekelasta tai muusta toimilaitteyksiköstä. Toimilaite ohjaa aina samenvaiheisesti kalvon koko aktiivipintaa, jolloin se ei synnytä äänikenttään keilapoimuja kuten monielementtinen perinteinen pilarikaiutin. Samalla kaiutinkalvon akustisessa impedanssissa ei ole taajuuden funktiona suuria epäjatkuvuuksia.

Toinen merkittävä ero perinteisiin pilarikaiuttimiin on se, että kaiuttimen dynaamiset

30 komponentit on koottu moduuliin, joka voidaan asentaa joko haluttuun design-koteloon, joka ripustetaan esim. seinälle, tai suoraan esim. seinäaukkoon tai sen taakse. Menettely antaa suunnittelu-, toteutus- ja sijoitusvapauksia tilojen äänentoistoratkaisuihin ja nopeuttaa niitä. Erillisenä yksikkönä valmistetun kaiutinmoduulin etuna on, että se voidaan nopeasti liittää valmiiseen muuhun rakenteeseen. Tuotannossa voi silloin olla erilaisia standardituotteita, joihin moduuli sopii. Tuotantoprosessi yksinkertaistuu ja komponenttien kuljetustarve vähenee.

35

- Kolmas merkittävä ero** perinteisiin pilarikaiuttimiin on se, että keksinnön mukainen kaiutin asennetaan yleensä seinälle niin, että kaiutinkalvo on seinään päin, ts. kalvo on kotelon ja seinän välissä. Tällöin itse seinä muodostaa kaiuttimelle akustisen kuorman. Tavallisesti kotelon ja seinän välinen rako on niin pieni, etteivät sormet siihen mahdu. Näin asennettuna kaiutin kestää käsittelyä kuulijoiden puolelta, koska herkempi kalvo on suojassa. Tästä seuraa monia etuja, esim. kaiutin on sijoitettu akustisesti oikein, riittävän alas ja lähelle kuulijoita, jotka sijaitsevat edullisesti kaiuttimen suorassa äänikeilassa ja -kentässä. Pelkkää moduulia käytettäessä se voidaan asentaa akustisen kuorman avulla tai ilmankin sitä suoraan seinäreikään.
- 10 Uuden kaiuttimen kaiutinkalvo on ohuehko, jäykkä levy tai muotokappale, joka tuottaa vaakatasossa laajakeilaista ja pystytasossa kapeakeilaista ääntä. Kaiutin on kokoäänialueelle tarkoitettu, mutta sen toistoalue riippuu sovelluksesta. Kaiutinkalvo kestää normaalin käsittelyn, asennuksen ja käytön. Kaiutinkalvon modifikaatiot tuottavat haluttuja tavoitteita, kuten toistokäyrän tasausta, herkkyyssuutoksia, vai-
- 15 mennuksia, suojauksia, design-vaatimuksia jne. Kaiutinkalvo on ripustettu erilliseen runkoyksikköön eli moduuliin, joka edelleen asennetaan joko koteloon tai suoraan seinään. Koteloitu kaiutin asennetaan tavallisimmin pinta-asennuksena seinään niin, että moduuli ja kalvo ovat seinään päin. Tällöin kaiutinkotelon vastakkainen puoli on kuulijoihin suunnattu julkisivu, jossa on haluttu asennustilan vaatima design.
- 20 Seuraavassa keksinnön mukaisen kaiuttimen rakennetta ja toimintaa selostetaan tarkemmin sanallisesti ja viitaten myös kaiuttimen periaatepiirustuksiin. Erityyppisten moduulilla varustettujen pilarikaiutinten lähempään tarkasteluun liittyvät oheisina seuraavat periaate- ja rakennepiirustukset, joista havaitaan, että
- 25 **kuva 1** a) on pilarikaiuttimen periaatekuva edestä (julkisivu),
b) on pilarikaiuttimen periaatekuva takaa (kalvon puolelta),
c) on pilarikaiuttimen keskilinjän A-A -leikkauskuva,
d) on kaiuttimen B-B-leikkauskuva toimilaitteyksikön kohdalta,
- kuva 2** a) on esimerkki kaiutinmoduulin asennuksesta seinäreikään,
b) on edellisen asennuksen keskilinjän A-A-leikkauskuva,
c) on kaiutinmoduulin kalvon keskeltä avoin akustinen kuorma,
- 30 **kuva 3** a) on uuden toimilaitteen A-A -leikkauskuva,
b) on pilarikaiuttimen uuden toimilaitteen periaatekuva edestä,
c) on uuden toimilaitteen suurennettu B-B -leikkauskuva ja
d) on leikkauskuvaesimerkki erityyppisestä magneettiasetelmasta.

Kuvassa 1a on julkisivu seinälle asennettavasta pilarikaiuttimesta, jonka halutusti muotoiltu kotelo 1 on esim. MDF-levyä tai muuta sopivaa materiaalia. Kotelomateriaalin tulee olla riittävän jäykkää, jotta sen omaresonanssit eivät aiheuttaisi kaiuttimen äänentoistoon ongelmia. Kotelon rakentamisessa on käytetty esim. työstö- tai valuteknologiaa. Kotelon julkisivulla 2 voi olla esteettisiä yksityiskohtia 3 ja rakenteita 4 sekä haluttuja design-muotoja. Kotelon leveys ja syvyys vaikuttavat äänikeilan muotoon ja kotelon tilavuus lähinnä matalien taajuuksien toistoherkkyyteen.

Kuvassa 1b on sama pilarikaiutin kuvattuna takaapäin. Koteloaukkoon 8 on asennettu tiivistettynä moduuli 10, joka on standardi ja halutussa kotelossa, joita suunnitellaan toistotilan esteettisiin tarpeisiin. Standardimoduuleja voi olla myös erilaisia, esim. eri teho-, äänentoisto- ja tilatarpeisiin. Moduulin runkoon 11 on asennettu kaiuttimen äänentoistoon liittyvät aktiiviset ja muut osat, kuten kalvotiivisteiden 14 ja päätykappaleiden 15 avulla kaiutinkalvo 13, seinäkiinnikkeet 16 kaiutinnipustusta varten, liitin 12 vahvistinkytkeä varten ja toimilaite, joka on asennettu kotelon 1 sisällä runkoon 11 ja muuttaa vahvistimen sähköisen energian kalvon 13 mekaaniseksi värähtelyliikkeeksi. Moduulin 10 ja sen kalvon 13 liikkuvan osan korkeus 13a määräävät kaiuttimen äänikeilan suuntaavuuden pystytasossa. Moduulin 10 paikka voi muuttua lähinnä korkeussuunnassa koteloon 1 nähden, joten äänilähteen paikka voi olla erilainen, vaikka esim. seinällä olevaa kaiutinta ei siirretäkään.

Kaiutinkalvon 13 joustava ripustus sallii riittävän kalvoliikkeen haluttua äänenpainetta varten. Kalvon 13 päätykappaleen 15 tilalla voi olla myös lineaarisesti toimiva muu tiivistyskappale. Se pitää kalvon 13 kohdistettuna toimilaitteen suhteen, mutta sallii kalvoliikkeen. Kalvon ripustuksessa ja kohdistuksessa voi olla apuna myös erilaisia nivel-, sarana- tai taivuntakomponentteja. Kalvon 13 päädyssä voi myös olla rakenteellinen joustoalue, joka korvaa erillisen kappaleen 15. Se on tehty esim. ohentamalla kalvoa päädyn läheltä. Kytkeäkalvokappale 15 sallii myös kalvon 13 lievän pituussuuntaisen liikkeen, joka auttaa kalvoliikettä ja siten äänentuottoa.

Kaiutinkalvo 13 voi olla kaareva, taso, kupera tai muotoiltu ja riittävän jäykkä, että se kestää voimakkaatkin bassoäänet. Kalvon ulkomuoto on lähinnä suorakaide, jonka korkeus on vähintään kolminkertainen sen leveyteen verrattuna. Erikoissoveluksissa kalvo voi olla useita metrejäkin korkea. Kalvo 13 koostuu periaatteessa edullisesti yhdestä tai kahdesta ohuesta kourulistasta, jotka on välimateriaalin kanssa liimattu tai valettu jäykäksi kerrosrakenteeksi. Pintamateriaalina voi olla alumiini, hiilikuitu, kevlar tai muu sopiva materiaali ja välimateriaalina balsa, vaahtomuovi, huopa jne. Kalvo 13 on pinnoitettu halutusti, esim. maalattu, kumitettu jne.

- Kaiutinkalvon 13 tulee liikkua** haluttuja taajuuksia vastaavilla pinta-aloillaan riittävästi tuottaen haluttuja äänenpaineita tiettyyn keilaan ja toistotilaan. Kalvoon 13 voidaan tehdä äänentoiston edellyttämiä työstöjä, komponenttiliimauksia, -laminointeja ja -valuja sekä pinnoitteita joko kalvon konstruointivaiheessa tai myöhemmin. Niitä
- 5 voivat olla esim. kalvon taipumista helpottavat uritukset, rei'itykset, täytöt, ohennukset, upotukset tai taipumista rajoittavat ja vaimentavat jäykisteet, kuten esim. kohole jätetyt rakenneosat ja -muodot. Lisäksi kalvon 13 joustavuus ja rakennetekniikka voivat muuttua puhekelaetäisyyden tai kalvon aktiivisen liikeperiaatteen mukaan äänentoisto-ominaisuuksien vaatimalla tavalla. Joidenkin lisärakenteiden käyttö voi
- 10 olla eri sovelluksissa tarpeen, kuten esim. erilliset kotelossa olevat vaimennusmateriaalit tai rakenteet, joilla parannetaan kaiuttimen hyötysuhdetta, herkkyyttä, tehonkestoa tai muuta ominaisuutta. Kalvo 13 on lisäksi rakennettu niin, että se liikkuu kokonaisena matalilla toistotaajuuksilla, mutta kun toistotaajuus kasvaa, pienenee värähtelevä kalvoalue vastaavasti, kunnes ylädiskanteilla värähtelevät vain alueet,
- 15 johon toimilaitteen puhekelan liike-energia kytkeytyy suoraan.

- Kuvassa 1c** on esitetty pilarikaiuttimen 1 keskilinjan A-A läpileikkaus, jossa kaiutin on seinäkiinnikkeillä 16 ripustettu seinälle 28. Erikoista on, että kaiutinkalvo 13 on kotelossa seinään päin, eikä kuulijoihin päin, kuten tavallisesti. Tämä järjestely liittyy etenkin julkistilojen äänentoistotarpeisiin, joissa kuulijatilaan rakennetaan riittävän
- 20 laaja ja tasainen äänikenttä useilla samankaltaisilla pilarikaiuttimilla. Kaiutinkotelo 1 on sopivalla etäisyydellä seinästä niin, että kaiutinkalvoa 13 ei voida kosketella ja että asennusseinä 28 muodostaa kaiutinkalvolle 13 sopivan akustisen kuorman. Se vaikuttaa kaiuttimen viritykseen, toistoalueeseen ja keilaominaisuuksiin. Kaiutinkalvo 13 on suhteellisen lähellä seinää, mutta suurimmillakaan kalvoamplitudeilla kalvo 13
- 25 ei koske seinään 28. Vahvistimelta tuleva kaiutinjohdotus tuodaan joko pinta- tai uppoasennuksena liittimelle 12. Kuvasta havaitaan kaiuttimen sisätilavuus 26, joka vaikuttaa kaiuttimen alarajataajuuteen keskeisesti. Kotelotilavuus määrää liikkuvan kaiutinkalvon 13a liikeherkkyyden yhdessä kotelotäyteen kanssa, joka on tavallisesti mineraalivillaa. Kotelotäyte absorboi lisäksi kotelon akustisia heijastuksia. Liik-
- 30 kuvan kaiutinkalvon 13a pystypituus määrää kaiuttimen äänikeilan kantomatkan vaakatasossa, mikä on otettava huomioon kaiuttimen äänikenttatarpeena. Käytännössä tämä pystypituus on hiukan suurempi kuin toimilaitteen 20 pituus, johtuen kalvon rakenne- ja hitaustekijöistä. Samat tekijät kasvattavat kalvon 13 aktiivipinta-alaa taajuuden laskiessa, vaikka pilarikaiuttimen kalvon leveys onkin pieni. On
- 35 huomattava, että pilarikaiuttimen ei tarvitse etenkään puhetoistoon tarkoitettussa julkistilasovelluksessa, jossa puhuja ja kaiuttimet ovat samassa tilassa, tuottaa alle 100 Hz taajuuksia, koska puhetoiston ymmärrettävyys saattaisi muuten laskea.

Toimilaitteen 20 ominaisuudet määräytyvät kaiuttimen tyypistä, tehosta, suuntaavuudesta tai kantavuudesta jne riippuen. Kuvasta 1c havaitaan, että toimilaitte 20 koostuu esim. kolmesta perinteisestä magneettipuhekelasta 21 tai muusta toimilaitteyksiköstä. Puhekelojen keskinäinen sähköinen kytkentä voi myös muuttua, taajuusalue-, impedanssi-, herkkyyss- ja keilatarpeiden mukaisesti esim. sarja- ja/tai rinnankytkennän välillä. Jos toimilaitteessa on useita perinteisiä puhekeloja 24, ne kytkeytyvät kukin pieneltä alalta mekaanisesti kalvon 13 keskiviivalle. Tällöin kalvoon voi syntyä taajuuden ja intensiteetin riittävästi noustessa vastavaihealueita, joiden takia kaiuttimen äänenpaine kyseisillä taajuuksilla voi laskea haitallisesti, eikä diskanteillakaan esiinny äänikeilassa vaihevirheitä tai keilapoimuja.

Kuvassa 1d on esitetty pilarikaiuttimen 1 suurennettu läpileikkaus B-B magneettipuhekelan 21 kohdalta, kun kaiutin on ripustettu seinälle 28 ripustuskappaleilla 16. Magneettipuhekelan 21 on yksi osa toimilaitetta 20, joka liikuttaa kalvoa 13. Puhekelan 24 kytkentä kalvoon on tehty joko suoraan kalvouraan tai välikomponentin eli kalvoistukan avulla. Magneetti 23 on ripustettu moduulirunkoon 11 magneettisillan 25 avulla, joka myös keskittää puhekelan 24 magneetin 23 ilmarakoon. Kalvo 13 on reunoistaan ripustettu joustotiivisteiden 14 avulla moduulirunkoon 11. Seinä 28 on kalvon 13 akustinen kuorma, joten äänikeila purkautuu kaiuttimen ja seinäraon sivuväleistä 27 ympäristöön. Jos äänikeila halutaan epäsymmetriseksi keilasuuntauksen vuoksi, tukitaan toinen väleistä 27 halutusti, jolloin ääni purkautuu vain toisesta välistä. Näin äänikeilaa voidaan suunnata myös kaiuttimien sijoittamisen jälkeen. Suuntaukseen vaikuttavat myös mm. kotelosivujen takareunojen pyöristykset, jotka lisäksi vaikuttavat paikallisiin keiladiffraktioihin ylimmillä diskanteilla. Koska näin sijoitetun kaiuttimen kalvo 13 on pienessä tilassa sivuväljen 27 keskellä, on kalvo 13 kytkeyty ympäristöön lyhyellä siirtolinjalla. Siinä ilmavirran nopeus varsinkin matalilla taajuuksilla kalvoliiikkeen vaikutuksesta kasvaa. Kyseessä on lievä viritetty torviefekti, joka vaikuttaa mm. eri taajuusalueiden herkkyyteen. Siksi ko. pilarikaiuttimen tehollinen äänilähde muuttuukin kalvosta 13 ylimmillä diskanteilla sivuväljen 27 avauskulmiin matalimmilla taajuuksilla ja muilla taajuuksilla äänilähde on tällä välillä.

Kaiuttimessa ei yleensä tarvita spideria puhekelan keskittämiseksi magneettiin, koska kalvo on jäykkä. Normaalisti puhekelan liimataan kalvon 13 upotukseen tai istutukseen 37, jossa on myös johtimet rungon 11 vahvistinliitännältä 12. Kalvossa 13 voi olla liikerajoitin, joka estää kalvon liian suuret liikeamplitudit. Toisaalta jo tiivistys- ja ripustusrakenne saattaa olla riittävä rajoitin. Jos esim. suurtehokaiuttimessa käytetään spider-rakennetta, se voi koostua esim. vipumaisista tai nivelkomponenteista, jotka em. keskittämisen ja kytkennän lisäksi estävät puhekelan sivuvärentelyä.

Kalvo 13 on periaatteessa viivatyypinen äänilähde. Se on esim. jäykistetty niin, että kahden kaarevan ja kovan pinnan välimateriaali erottaa pinnat toisistaan. Välimateriaali voi olla esim. paperia, balsaa, uretaania, styroksia, komposiittia. Kalvon 13 tukirakenne voi olla halutun muotoinen. Kalvon 13 paksuus, massa ja muu rakenne määräytyvät halutuista toisto-ominaisuuksista. Moduulirungon 11 ja kalvon 13 välissä voi lisäksi olla vaimennin, esim. kangas, villa, pumpulilevy, solukumi, vaahtomuovi, joka vastaa kalvoon ja vaimentaa virityselimenä sen värähtelyä.

Kuvassa 2a on esitetty keksinnön mukaisen kaiuttimen toteutus, jossa kaiuttimen designkotelon korvaa kaiutinmoduulin 10 asennuspaikka eli esim. seinä. Moduuli 10 tiivistetään esim. seinäreikään 40 tai sen taakse, kalvo 13 ulospäin, jolloin kaiutintrakenne on suljettu. Kaiutintilavuudeksi tulee silloin osa seinää, koska moduulirungon 11 kalvoaukko sallii ilmavirtauksen kalvon 13 takaa seinärakenteisiin, jolloin esim. matalien taajuuksien herkkyys kasvaa. Tällöin kalvon 13 eteen asennettava akustinen kuorma, eli suoja- ja julkisivulevy 42, toimii myös keilasuuntaajana ja vaikuttaa kalvotensioiden ja liikeamplitudin kanssa kaiuttimen äänentoisto-ominaisuuksiin.

Kuvassa 2b on edellisen seinäreikään 40 asennetun moduulin keskilinjan leikkaus. Taustatilassa, eli seinärakenteissa 47 on yleensä vaimennusmateriaalia, joka vaikuttaa kaiuttimen äänentoisto-ominaisuuksiin. Kuvassa moduuli on asennettu seinälevyn reiän päälle etupuolelle. Moduuli 10 voidaan myös upottaa reikään. Jos asennus on tehty levyn taakse esim. levytysvaiheessa, voi akustinen kuorma olla seinälevyn tasalla, joten kaiutin ei juuri erotu seinästä. Näin etenkin, jos akustisena kuormana on kuvan 2c kaltainen rakolevy, esim. tukeva ja anodisoitu alumiinilista.

Kuvassa 2c on esitetty kaiuttimen 1 edullinen suoritusmuoto. Kuvassa 2c on haluttu akustinen designkuorma, joka on seinäreiässä olevan kaiutinmoduulin päällä. Kaiutinkalvon 13 edessä on kapealla raolla, eli akustisella kuorma-aukolla 45 varustettu levykappale 42, joka voi olla myös sen asennuslevy, -lauta, -paneeli jne. Se muodostaa kalvon 13 ja moduulitiivisteiden 44 kanssa levyn ja moduulin väliin lähes suljetun tilan. Runko 11 on suljettu, joten kaiuttimen käyttö on kuten edellä. Kuorman 42 vaikutuksesta kalvon 13 akustinen impedanssi kasvaa, jolloin kalvo 13 on dynaamisesti paineistettu. Tällöin kaiuttimen toimiessa virtaa sen aukosta 45 ilmaa, etenkin matalilla taajuuksilla voimakkuudesta riippuen, jolloin ilman liikenopeus kasvaa ja kaiuttimen hyötysuhde lisääntyy. Tästä taas on etua siinä, että pieni kaiutintrakenne voi tuottaa voimakkaita matalia toistotaajuuksia. Lisäksi kaiutin suuntaa ääntä, sen dimensioista riippuen. Pilarikaiuttimen rakenteessa voi olla muitakin akustisia elementtejä ja -ohjaimia, jotka vaikuttavat taajuustoistoon ja viritykseen.

Kuvassa 3a on A-A-leikkauskuva pilarikaiuttimen 1 uudesta toimilaitteesta, eli viivatoimilaitteesta 50, joka on pitkä ja siten sopiva keksinnön mukaisen kaiuttimen kalvon 13 ohjaukseen. Se ei synnytä kalvoon 13 vastavaihealueita diskanttitaajuuksil-
lakaan, koska se toimii samanvaiheisena koko pituudeltaan. Viivatoimilaite 50 kyt-
keytyy kokonaan kalvoon 13, joten se kuormittuu tasaisesti. Toimilaitteen 50 raken-
ne johtuu pitkästä ja kapeasta magneettinapalistasta 54 ja sitä vastaavasta mag-
neettiasetelmasta 52, joka edullisimmin koostuu useista neodym-magneeteista 53.
Koska mainitut magneetit ovat energiasisältöönä nähden pienikokoisia, voidaan
keksinnön mukaisen toimilaitteen avulla rakentaa litteitä ja pieniäkin kaiuttimia.

- 10 **Kuvassa 3b** viivatoimilaite 50 on kuvattu edestä päin. Siinä havaitaan magneetti-
runko 52, magneettinapalista 54, joihin molempiin on liimattu sopivat neodym-
magneetit 53. Puhekela 55 on asetettu magneettinapalistan 54 ympärille ilmarakoon
57 ja keskitetty, ettei se ota kiinni magneettiasetelmaan.

- Kuvassa 3c** on kuvattu viivatoimilaitteen leikkauskuva B-B. Puhekela 55 koostuu
15 alumiinirungosta ja siihen liimatusta kuparikäämistä 56. Alumiinirunko on tehty profii-
lipuristeena tai särmäämällä alumiinipelistä. Siten sillä on suuri lämpökapasiteetti,
joten konstruktio soveltuu hyvin myös tehokaiuttimiin. Kuvassa 3d on esimerkki vii-
vatoimilaitteesta, jonka puhekela 64 on vielä edellistä kapeampi. Siinä on kaksi
neodym-magneettia 63, joten konstruktiossa ei ole erillistä napalista.

- 20 Hakemuksessa tuodaan esille joitakin edullisia suoritusmuotoja, jotka pyrkivät ku-
vaamaan koko kenttää tietyillä rakenneratkaisuilla ja komponenteilla. Eri sovellukset
antavat mahdollisuuksia monille design- ja layout-näkemyksille, joita etenkin julkisis-
sa tiloissa tarvitaan, sekä tilaharmonian että äänentoistotarpeiden kannalta.

- Keksintö ei ole rajoitettu edellä esitettyihin suoritusmuotoihin vaan niitä voidaan
25 vaihdella oheisten patenttivaatimusten määrittelemissä rajoissa. Siten esimerkiksi
kalvon 13 ei tarvitse olla tasomainen, vaan se voi sisältää muitakin muotoja tai olla
osa muuta rakennetta. Joustoreunus sallii kalvolle suuretkin liikeamplitudit, joita
tarvitaan toistettaessa matalia ja voimakkaita bassoääniä. Silti mainittu joustoreu-
nuskin voi olla samaa materiaalia tai komponenttia kalvon 13 kanssa. Joustoreunus
30 voidaan siten konstruoida joko kalvomateriaaliin tai se voi olla erillinen ja eri ma-
teriaalista koostuva komponentti. Kalvomateriaali voidaan valita edullisesti monista
tarkoitukseen soveltuvista ja kestävistä materiaaleista, kuten kuitulevyistä, kudok-
sista, muoveista, komposiiteista ja jopa metalleista.

Patenttivaatimukset

1. Ulko- ja rakennustilojen äänentoistoon tarkoitettu kaiutin (1), jonka äänilähteenä oleva jäykähkö kalvo (13) värähtelee mekaanisesti vahvistimen antamalla ääntäajuisella sähkösignaalilla toimilaitteen (20) avulla t u n n e t t u siitä, että kaiuttimen ääntä tuottava kalvo (13) on toiminnallisesti suora, yhtenäinen ja yksi komponentti, joka on pystysuunnassa korkea ja vaakasuunnassa kapea siten, että kalvon pystykorkeus on vähintään kolme kertaa vaakaleveys.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kaiutin t u n n e t t u siitä, että kaiuttimen kalvoon (13) on korkeussuunnassa kytketty yksi tai useampia toimilaitteita (20) tai toimilaitteyksiköitä (21) riippuen sovelluksesta, ts. kuinka suuritehoista tai suunnattua tai kauaksi kantavaa ääntä kaiuttimesta halutaan.
3. Patenttivaatimusten 1 ja 2 mukainen kaiutin t u n n e t t u siitä, että kalvo (13) on ripustettu joustavasti ja muut toiminnalliset komponentit kiinteästi erilliseen runkorakenteeseen (11), jotka yhdessä muodostavat toiminnallisen moduulin (10), joka on halutusti sijoitettu erilaisiin kotelo- ja tilaratkaisuihin tai seinälle.
4. Patenttivaatimusten 1, 2 ja 3 mukainen kaiutin t u n n e t t u siitä, että kaiutin toiminnallisena kokonaisuutena koostuu moduulista (10) ja siihen liittyvästä kotelosta, akustisesta kuormasta ja/tai seinästä, johon kotelo (1) tai moduuli (10) on asennettu ja mikä kotelo tai akustinen kuorma (42) voi liittyä erilaisina toteutuksina kaiuttimen asennuskohteen tila- ja designtarpeista riippuen.
5. Patenttivaatimusten 1, 2, 3 tai 4 mukainen kaiutin t u n n e t t u siitä, että se asennetaan joko koteloituna ääntä tuottava kalvo (13) seinään päin, jolloin kaiuttimen käsittelyä ja kolhuja kestävä julkisivu (2) voidaan muotoilla ja pinnoittaa halutusti asennustilan tarpeiden mukaisesti tai että kaiutinmoduuli (10) asennetaan kalvo (13) ulospäin joko seinäreikään (38) tai sen taakse, jolloin moduuli (10) voidaan varustaa halutulla akustisella kuormalla (42).
6. Patenttivaatimusten 1, 2 ja 3 mukainen kaiutin t u n n e t t u siitä, että vaimennettu seinärakenne (47) parantaa kaiutinherkkyttä asentamalla moduuli (10) kalvopuoli ulospäin esim. seinän (40) reikään, jolloin moduulin (10) eteen kalvon (13) lähelle asennetaan haluttu akustinen kuorma, kosketussuoja- ja designlevy (42), joka samalla myös suuntaa kaiuttimen äänikeilaa, esim. aukolla (47) varustettu levy (42), joka on vaakatasossa torvimainen akustinen impedanssi.

7. Patenttivaatimusten 4 tai 5 mukainen kaiutin t u n n e t t u siitä, että kalvon (13) ulkomuoto on suorakaide tai pyöristetty suorakaide, jonka korkeusleikkaus on edullisimmin suora, mutta vaakaleikkaus kupera tai kovera, joka muoto jäykistää kalvoa korkeussuunnassa tai että kalvo on pintamuodoltaan esim. taso, kaareva, kupera, kovera tai pallopinnan osa tai niiden yhdistelmä.
8. Patenttivaatimuksen 6 mukainen kaiutin t u n n e t t u siitä, että kalvossa (13) on oheisrakenteita, jotka parantavat äänentoistoa esim. siten, että rakenteet joko jäykistävät tai notkistavat haluttuja kalvoalueita tai antavat sille sään, lämpötilan tms. kestoa tai antavat etuja kaiuttimen toisto-ominaisuuksiin.
9. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen kaiutin t u n n e t t u siitä, että kalvo on tehty komposiitti-, valu- tai laminaattirakenteena, materiaaleina on alumiini, kevlar, hiilikuitu, uretaani, puu- tai muu kasvikuitu, muovi jne.
10. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen kaiutin t u n n e t t u siitä, että kalvo on ripustettu runkoon taivunta- tai saranamekanismin avulla, jotka on tehty esim. levystä, saranasta, kumilevystä tms. ja joiden taivunta-, nivel- tai muihin liikeominaisuuksiin mekanismin toiminta perustuu.
11. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kaiutin t u n n e t t u siitä, että kaiuttimessa on kalvon (13) tausta-aaltoa ja liian suuria liikeitä rajoittavia ja vaimentavia jopa kalvoon vastaavia tai kiinnitettyjä täytemateriaaleja, jotka absorboivat runkokotelossa tai -tilassa tapahtuvia akustisia heijastuksia.
12. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kaiutin t u n n e t t u siitä, että sen toimilaitteena on edullisimmin kuvan 3 mukainen pitkä viivatoimilaite, jonka rungon ilma-
raossa (57) liikkuva sekä kehätasossa pitkänomainen puhekelaelementti (55) kiinnitetään joko suoraan liimaamalla tai erillisen tai kalvorakenteena tai kalvon taustamuotona olevan puhekelaistukan avulla suoraan kalvon (13) taustaan ja joka ohjaa vaihetarkasti myös diskanttitaajuuksilla kaiutinkalvoa (13).
13. Patenttivaatimuksen 1 ja 12 mukainen kaiutin t u n n e t t u siitä, että viivatomi-
laitteen (50) runko (52) on yhtenäinen komponentti, johon magneetti (53) on asennettu liimaamalla yhtenä tai useampana suorakaidekappaleena, tavallisesti neodym-magneettina ja jonka päälle liimattu magneettinapalista (54) muodostaa toisen magneettinavan puhekelalle (55) tai magneettinavat muodostuvat magneeteista (63) ja runkonavasta (62) toisessa edullisessa rakenteessa.

14. Patenttivaatimusten 1, 12 ja 13 mukainen kaiutin t u n n e t t u siitä, että pitkänomainen puhekela (56) tai on tehty käämimällä alumiini tai kuparilankaa alumiinirungolle (55) tai (64) ja joka käämi on liimattu tai valettu runkoon kiinni tai liitetty siihen kelarunkoa taivuttamalla tai käyttämällä erillistä puriste- tai liimauspinnoitetta, joka lukitsee ja jäykistää puhekelarakennetta.
15. Menetelmä kaiuttimen äänikentän hallintaan t u n n e t t u siitä, että yhtenäisillä kaiutinkalvoilla varustetuista pilarikaiuttimista (1) voidaan rakentaa halutulle kuulija-alueelle riittävän tasainen suoran kaiutinäänen äänikenttä, jossa kukin kaiutin sopivasti aluekoon ja tarvittavan äänen kantoetäisyyden suhteen mitoitettuna ja sijoitettuna hallitsee eli dominoi oman osansa kuulija-alueesta niin, etteivät vierekkäiset kaiutinäännet häiritse kuuntelussa toisiaan, vaan muodostavat jokaiselle kuulijalle korvan peittoilmiön ansiosta yhtenäisen äänikentän.
16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen menetelmä t u n n e t t u siitä, että pilarikaiuttimet voidaan sijoittaa äänienergian suuntausta varten edullisesti kuulijatasoon pystyasentoon seinille, rakennuspilareihin tai erillisiin ripustimiin, koska pilarikaiuttimet (1) suuntaavat leveän äänikeilan tehokkaasti vaakatasoon, jolloin äänienergia kohdistuu kuulijoihin ja absorboituu osin kuulijoihin, jolloin tilan tai alueen äänienergia ei aiheuta voimakkaita seinä- tai muita heijastuksia.
17. Patenttivaatimusten 15 ja 16 mukainen menetelmä t u n n e t t u siitä, että mainittujen pilarikaiuttimien rakenne ja julkisivu ei sisällä yleisökäytössä koskettavia tai rikottavia herkkiä komponentteja, vaan kaiuttimet voidaan sijoittaa kuulijoiden ulottuvilla ja korkeustasolla tehollisesti, akustisesti, esteettisesti ja viestinnällisesti oikeisiin paikkoihin.



Fig.2

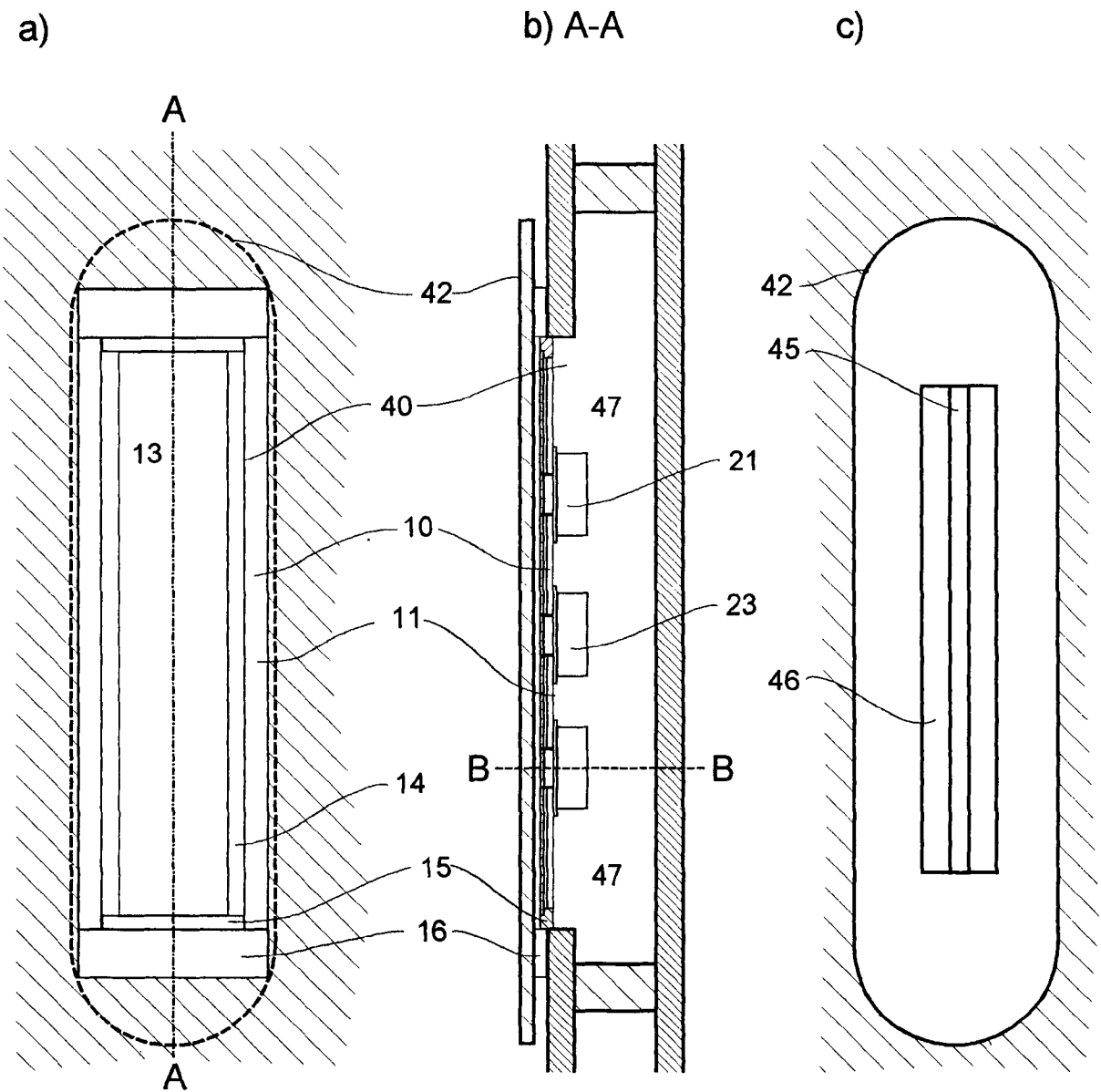
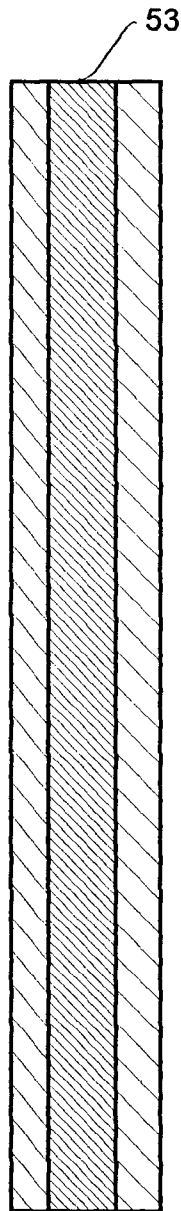
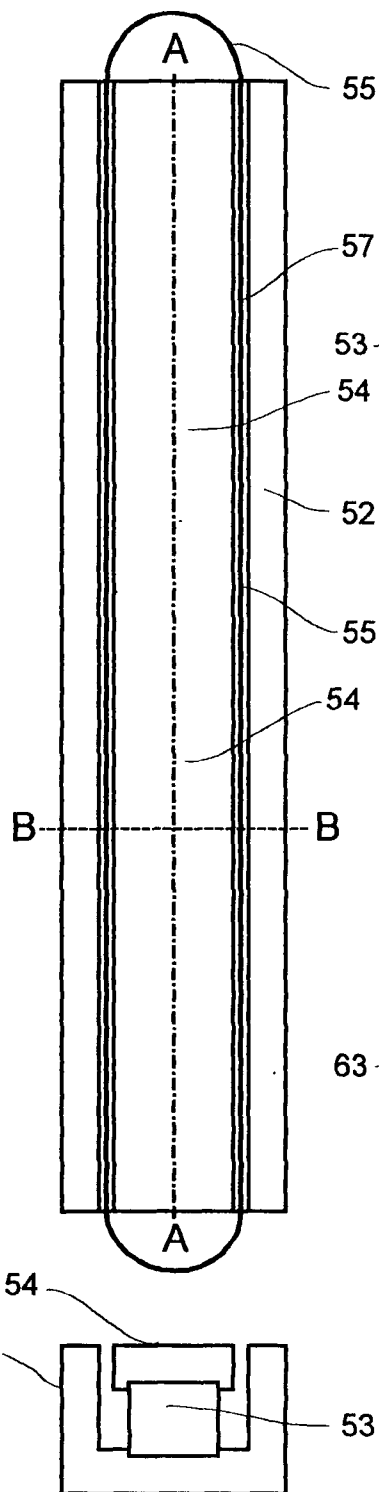


Fig.3

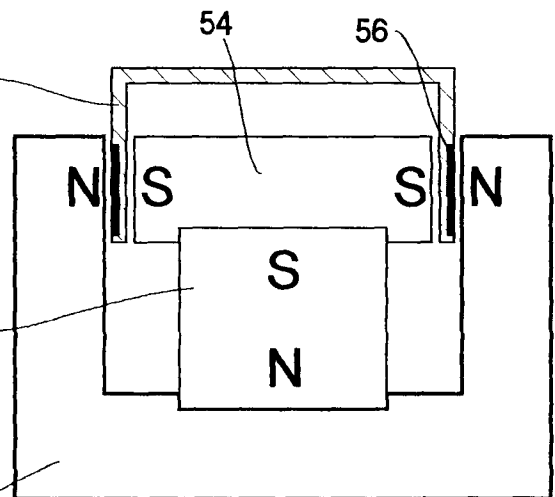
a) A-A



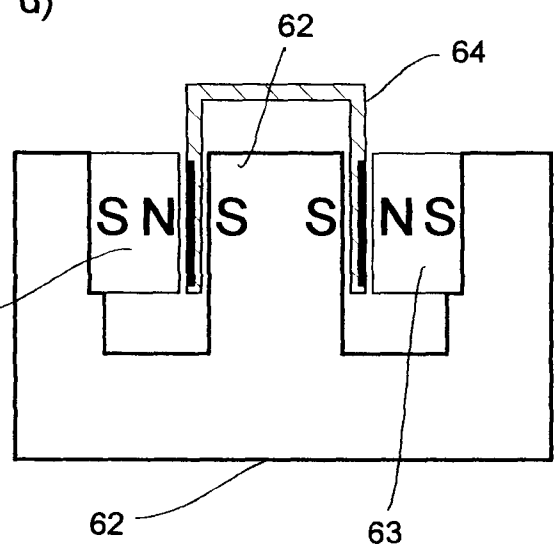
b)



c) B-B



d)



PATENTTIHAKEMUS NRO	LUOKITUS
982007	H04R7/04, H04R726

TUTKITTU AINEISTO
Patenttijulkaisukokoelma (FI, SE, NO, DK, DE, CH, EP, WO, GB, US), tutkitut luokat H04R7/26, H04R7/00, H04R7/02, H04R7/04, H04R7/06, H04R7/12, H04R7/14, H04R9/04, H04R9/06, G10K13/00
Tiedonhaut ja muu aineisto EPOQUE tietokannat EPODOC, WPI, PAJ, fulltext tietokannat englisht, germant, frencht

VIITEJULKAISUT		
Kategoria*)	Julkaisun tunnistetiedot	Koskee vaatimuksia
X	US-A-4939784, H04R7/06, Paul F. Bruney	1-4,7-9,15
Y	US-A-5021613, H04R7/04, Gold Ribbon Concepts Inc.	1-3
Y	US-A-3728497, H04R9/04, Akira Komatsu	1-4,15
A	US-A-5198624, H04R7/00, Lineaum Corporation	1-4,15,16
A	US-A-4856071, H04R7/14, Electromagnetic Research and Developement	1-4,15
A - uusi	DE-A-19731122, H04R19/02, Professional-Audio-Systems GmbH	1-4, 15-17
*) X Patentoitavuuden kannalta merkittävä julkaisu yksinään tarkasteltuna Y Patentoitavuuden kannalta merkittävä julkaisu, kun otetaan huomioon tämä ja yksi tai useampi samaan kategoriaan kuuluva julkaisu A Yleistä tekniikan tasoa edustava julkaisu, ei kuitenkaan patentoitavuuden este		
Päiväys	Tutkija	
24.1.1999	Jari Rantala	