



SUOMI – FINLAND
(FI)

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN

(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 113579 B

(45) Patenti myönnetty - Patent beviljats

14.05.2004

(51) Kv.lk.7 - Int.kl.7

H01P 1/205

(21) Patentihakemus - Patentansökning

981026

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag

08.05.1998

(24) Alkupäivä - Löpdag

08.05.1998

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig

09.11.1999

(73) Haltija - Innehavare

1 •Filtronic LK Oy, Takatie 6, 90440 Kempele, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1 •Hagström, Panu, Radiomastontie 8 B 22, 90230 Oulu, SUOMI - FINLAND, (FI)

2 •Pelkonen, Jari, Bilitontie 3, 91910 Tupos, SUOMI - FINLAND, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Oulun Patenttitoimisto Berggren Oy Ab

Lentokatu 2
90460 Oulunsalo

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Suodatinrakenne ja oskillaatori useiden gigahertsien taajuuksille
Filterkonstruktion och oscillator för frekvenser av flera gigahertz

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

FI 98870 C, US 5262742 A, US 5130683 A, US 5525946 A, US 5557246 A

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Radiotaajuussuodatin (400, 500, 600) käsittää
- pohjalevyn (401, 603) ja sen yhteydessä sähköä johtavan
maatason,

- ennalta määrätyn määrän pohjalevyyn oleellisesti kohti-
suorassa kiinnitettyjä sisäjohtimia (403A - 403G, 501, 502,
601), joilla on ensimmäinen pää ja toinen pää, sekä
- sähköä johtavan koteloston (402, 503, 602), joka liittyy
yhdeältä sivultaan pohjalevyyn ja oleellisesti ympäröi mai-
nittuja sisäjohtimia.

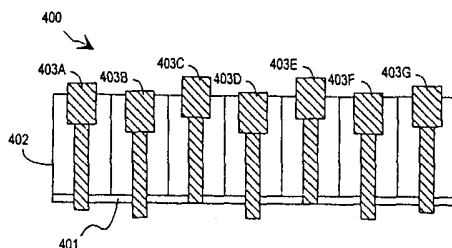
Kunkin sisäjohtimen ensimmäinen pää on yhteydessä mai-
nittuun maatasoon ja toinen pää on yhteydessä mainittuun
sähköä johtavaan kotelostoon, jolloin sisäjohtimista, maa-
tasosta ja kotelostosta koostuvat resonaattorit on järjestetty
toimimaan puolialtoresonaattoreina.

Ett högfrekvensfilter (400, 500, 600) omfattar

- en bottenplatta (401, 603) och en elledande jordnivå i
samband med denna,

- ett på förhand bestämt antal i förhållande till bottenplattan
väsentligen vinkelrätt fästa innerledare (403A - 403G, 501,
502, 601), vilka har en första ända och en andra ända, samt
- ett system av elledande höljen (402, 503, 602) som i sin
ena sida är anslutet till bottenplattan och väsentligen om-
giver de nämnda innerledarena.

Den första ändan av varje innerledare står i kontakt med
nämnda jordplan och den andra ändan står i kontakt med
nämnda elledande system av höljen, varvid de av inner-
ledarna, jordplanet och systemet av höljen bestående reso-
natorerna är arrangerade att fungera som halv vågsgresona-
torer.



Suodatinrakenne ja oskillaattori useiden gigahertsien taajuuksille - Filterkonstruktion och oscillator för frekvenser av flera gigahertz

Keksintö koskee yleisesti radiotaajuussuodattimien ja -oskillaattorien rakenteita.
 5 Erityisesti keksintö koskee suodatin- ja oskillaattorirakennetta, joka soveltuu käytettäväksi useiden gigahertsien taajuusalueella.

Kuva 1 esittää halkileikkauksena tunnettua suodatinrakennetta 100, jota käytetään etenkin 450 MHz:n taajuusalueen matkapuhelimissa. Rakenne koostuu pienihäviöisestä piirilevystä 101, johon on muodostettu sormimaisia ulokkeita 102. Kunkin
 10 sormimaisen ulokkeen ympärille on kierretty lieriökelajohdin eli heliksi 103, joka toimii resonaattorina, jonka sähköinen pituus on neljäsosa aallonpituudesta toiminta-
 taajuudella. Heliksien kuvassa esitettyyn asentoon nähden alemmat päät on maadoitettu ja ylemmät päät ovat avoimia. Rakenteeseen liittyy lisäksi kotelosto 104, joka
 15 koostuu ulkoseinistä ja väliseinistä. Kukin heliksi on omassa, väliseinien erottamassa lokerossaan. Väliseinien eri kohdissa voi olla erikokoisia aukkoja sähkömagneettisen kytkennän toteuttamiseksi vierekkäisten heliksien välillä. Lisäksi heliksien välisiä kytkentöjä voidaan toteuttaa piirilevyn 101 pinnalla olevien liuskajohtimien 105 välityksellä.

Kuva 2 esittää halkileikkauksena tunnettua keraamista suodatinrakennetta 200, jota
 20 on käytetty erityisesti 900 MHz:n taajuusalueen matkapuhelimissa. Suodattimen rakenteen perusosa on dielektrisestä keraamisesta aineesta valmistettu lohko 201, jonka ulkopinta on suurimmaksi osaksi päällystetty sähköä johtavalla pinnoitteella 202 ja johon on muodostettu reikiä 203, jotka ulottuvat kokonaan tai osittain keraamisen lohkon läpi. Myös reikien 203 sisäpinta on päällystetty sähköä johtavalla materiaa-
 25 lilla. Reikien sisäpuolen pinnoite on toisesta päästään galvaanisessa yhteydessä lohkon ulkoseinien pinnoitteeseen, jolloin reiän pinnoite muodostaa $\lambda/4$ -resonaattorin samalla tavalla kuin heliksilanka edellä esitettyssä heliksiresonaattorissa. Kytkeytyminen suodattimeen tapahtuu lohkon 201 pinnoittamattomille alueille muodostettujen kytkentäliuskojen 204 välityksellä. Sähkömagneettinen kytkeytyminen resonaattorien välillä tapahtuu keraamisen aineen läpi ja siihen voidaan vaikuttaa muuttamalla lohkon pinnoituksen määrää ja kuviointia.
 30

Kuva 3 esittää yli 2 GHz:n taajuuksille tarkoitettua koaksiaaliresonaattorirakennetta 300, joka tunnetaan suomalaisesta patenttihakemuksesta numero FI-970525. Suodatinta ympäröivä sähköä johtava kotelosto 301 on esitetty kuvassa havainnollisuuden

vuoksi osittain aukileikattuna. Väliseinät 302 jakavat koteloston osastoiksi samalla tavalla kuin heliksisuodattimissa. Suodattimen jokaisessa osastossa on yksi koaksi-aaliresonaattori 303. Kuvassa 3 suodattimen keskimmäiseen osastoon kuuluvaa resonaattoria ei ole esitetty. Väliseinien 302 alaosassa on aukkoja sähkömagneettisten kytcentöjen toteuttamiseksi. Suodattimen pohjalevy 304 on piirilevy, jonka kummallekin pinnalle ja kaikille reunoille voidaan muodostaa halutun muotoisia ja kokoisia sähköä johtavia alueita. Pohjalevyn yläpinnalle on muodostettu johdinkuvioita 305, joiden kautta tapahtuu kytkeytyminen resonaattoreihin 303 ja jotka välittävät resonaattoreiden välistä sähkömagneettista kytcentää. Pohjalevyn alapinnalla on oleellisesti yhtenäinen sähköä johtava pinnoite (ei esitetty kuvassa), joka muodostaa maatason ja joka on yhteydessä pohjalevyn reunoja kiertävään metallointiin 306. Viimeksi mainitussa on katkoksia 307, jotka erottavat yhtenäisen metalloinnin porttiliuskoista 308 ja 309. Porttiliuskat ovat piirilevyn reunassa olevia kapeita johtavia alueita, joista on yhteys tiettyihin piirilevyn yläpinnalla oleviin johdinkuvioihin ja niiden välityksellä tiettyihin resonaattoreihin. Piirilevyn alapinnan sähköä johtavassa pinnoitteessa ja koteloston reunassa on aukko (ei esitetty kuvassa) kunkin porttiliuskan kohdalla, jotta porttiliuskan ja maatason välille ei muodostuisi oikosulkua.

Resonaattoreiden 303 kiinnittämistä varten kuvan 3 mukaisessa piirilevyssä 304 on kunkin resonaattorin kohdalla reikä, jonka sisäpintaa kiertävä metallointi tai muu sähköä johtava pinnoite on yhteydessä piirilevyn alapinnan sähköä johtavaan pinnoitteeseen eli maatasoon. Reiän sisäpinnan ei tarvitse olla metalloitu, jos sähköinen kytkeytyminen resonaattoriin saadaan muilla keinoin tarpeeksi luotettavaksi. Parhaan mahdollisen sähköisen kontaktin varmistamiseksi ja tarkan sähkömagneettisen mitoituksen toteuttamiseksi kutakin reikää voi kiertää myös piirilevyn yläpinnalla johtava pinnoiterengas. Resonaattorit voidaan esimerkiksi juottaa paikalleen tai kiinnittää sähköä johtavalla liimalla. Kuvan 3 mukaisessa suodattimessa kunkin resonaattorin yläpäässä on paksunnos, jonka tehtävä on muodostaa ns. impedanssiaskel eli impedanssin muutoskohta resonaattorin pituusakselin suunnassa. Resonaattorit voidaan valmistaa myös ilman kyseistä paksunnosta.

Edellä esitetyissä tekniikan tason mukaisissa suodatinrakenteissa on se ongelma, että ne soveltuvat vain taajuuksille muutamasta sadasta megahertsistä korkeintaan muutama gigahertsiin. Uusissa radiotekniikkaa hyödyntävissä tiedonsiirtojärjestelmissä, kuten WLL:ssä (Wireless Local Loop) ja WLAN:eissa (Wireless Local Area Network) on nähtävissä pyrkimys kohti 10 - 20 GHz:n taajuuksia, jolloin neljänneksaallonpituuteen perustuvista resonaattorirakenteista tulisi niin pienikokoisia, että

niiden valmistaminen massatuotannossa riittävän tarkkoilla mekaanisilla toleransseilla olisi mahdotonta ainakaan järkevällä kustannustasolla.

Useiden kymmenien gigahertsien taajuuksille sekä optisille taajuuksille on rakennettu suodattimia aaltoputkista, jotka ovat tavallisesti poikkileikkaukseltaan suorakulmaisia rakenteita, joissa dielektristä ydintä ympäröi pinnoite, joka on toimintataajuudella heijastava. Keskellä olevan aaltoputken molemmille puolille voidaan sijoittaa aaltoputket, joiden pinnoitteessa on säännöllisin välein aukkoja. Kun aukkojen sijainti ja mitoitus valitaan oikein, aaltoputkien välinen kytkeytyminen tapahtuu vain tarkasti määrättyllä taajuudella, joten rakennetta voidaan käyttää suodattimena. Tällaisen rakenteen valmistuskustannukset ovat suhteellisen korkeat ja toistettavuus massatuotannossa on huono. Lisäksi rakenteesta tulee varsin suurikokoinen.

Keksinnön tavoitteena on esittää suodatinrakenne, joka soveltuu käytettäväksi taajuuksilla noin 20 GHz:iin asti. Keksinnön tavoitteena on erityisesti, että sen mukainen suodatinrakenne soveltuu laajamittaiseen sarjatuotantoon niin, että yksikkökustannukset ovat kohtuulliset ja toistettavuus on hyvä. Lisäksi keksinnön tavoitteena on, että suodatinrakenteen mekaaninen lujuus on hyvä ja että suodattimessa voidaan toteuttaa lämpötilakompensointi. Lisäksi keksinnön tavoitteena on esittää oskillaattorirakenne, joka soveltuu käytettäväksi taajuuksilla noin 20 GHz:iin asti.

Keksinnön tavoitteet saavutetaan suodatinrakenteella, jossa on useita vierekkäisiä, mitoitukseltaan toimintataajuuden aallonpituuden puolikkaaseen perustuvia koaksiaaliresonaattoreita. Oskillaattorien osalta keksinnön tavoitteet saavutetaan rakenteella, jossa on mitoitukseltaan toimintataajuuden aallonpituuden puolikkaaseen perustuva koaksiaaliresonaattori.

Keksinnön mukaiselle suodatinrakenteelle on tunnusomaista, että kunkin sisäjohtimen ensimmäinen pää on yhteydessä maatasoon ja toinen pää on yhteydessä sähköä johtavaan kotelostoon, jolloin sisäjohtimista, maatasosta ja kotelostosta koostuvat resonaattorit on järjestetty toimimaan puoliaaltoresonaattoreina.

Keksinnön mukaiselle oskillaattorirakenteelle on tunnusomaista, että sisäjohtimen ensimmäinen pää on yhteydessä maatasoon ja toinen pää on yhteydessä sähköä johtavaan kotelostoon, jolloin sisäjohtimesta, maatasosta ja kotelostosta koostuva resonaattori on järjestetty toimimaan puoliaaltoresonaattorina.

Puoliaaltoresonaattorin sähköinen pituus on kaksi kertaa niin suuri kuin neljänneosaaltoresonaattorin sähköinen pituus. Useiden gigahertsien taajuuksilla tätä voidaan hyödyntää siten, että suodattimen resonaattoreiksi otetaan puoliaaltoresonaattoreita

5 tai oskillaattorin resonaattoriksi otetaan puoliaaltoresonaattori. Keksinnön edullisen suoritusmuodon mukaisessa rakenteessa resonaattorit ovat koaksiaaliresonaattoreita, jotka koostuvat suorasta sisäjohtimesta ja johtavasta ulkokuoresta, joita erottaa kaasumainen väliaine, edullisimmin ilma. Ulkokuori voidaan muodostaa yksinkertaisesti pohjalevystä ja kotelostosta. Sisäjohtimet kiinnitetään ensimmäisestä päästään pohjalevyyn ja toisesta päästään kotelostoon. Sisäjohtimet voivat olla tasapaksuja tai niiden poikkileikkaus voi muuttua sisäjohtimen pituussuunnassa eri tavoin. Kotelosto käsittää väliseiniä, joilla erotetaan vierekkäiset sisäjohtimet toisistaan. Väliseinissä voi olla aukkoja resonaattoreiden välisten sähkömagneettisten kytkentöjen toteuttamiseksi.

15 Resonaattorin lämpötilakompensointi tarkoittaa sen muutoksen kompensoimista, jonka lämpötilan muutos aiheuttaa resonaattorin sähköisissä ominaisuuksissa. Keksinnön mukaisesti koaksiaaliresonaattorin sisäjohtin ja ulkokuori voidaan valmistaa materiaaleista, joilla on erisuuri lämpölaajenemiskerroin, jolloin lämpölaajenemista tapahtuu niissä eri tavoin. Tämän seurauksena rakenteen mittasuhteet muuttuvat lämpötilan funktiona, mitä voidaan käyttää hyväksi lämpötilakompensoinnissa.

Seuraavassa selostetaan keksintöä yksityiskohtaisemmin viitaten esimerkkinä esitettyihin edullisiin suoritusmuotoihin ja oheisiin kuviin, joissa

- kuva 1 esittää erästä tunnettua suodatinrakennetta,
- 20 kuva 2 esittää erästä toista tunnettua suodatinrakennetta,
- kuva 3 esittää erästä kolmatta tunnettua suodatinrakennetta,
- kuva 4 esittää erästä keksinnön mukaista suodatinrakennetta,
- kuva 5 esittää eräitä järjestelyjä resonaattoreiden välisten sähkömagneettisten kytkentöjen toteuttamiseksi ja
- 25 kuva 6 esittää keksinnön mukaista resonaattorin lämpötilakompensointia.

Edellä tekniikan tason selostuksen yhteydessä on viitattu kuviin 1 - 3, joten seuraavassa keksinnön ja sen edullisten suoritusmuotojen selostuksessa viitataan lähinnä kuviin 4 - 6. Kuvissa käytetään toisiaan vastaavista osista samoja viitenumeroita.

30 Kuva 4 esittää halkileikkauksena suodatinta 400, jonka osia ovat pohjalevy 401, kotelosto 402 sekä sisäjohtimet 403A - 403G. Alalla yleisen käytännön mukaisesti sisäjohtimia 403A - 403G nimitetään resonaattoreiksi, vaikka resonaattori sinänsä

sähköisenä rakenteena koostuu sisä- ja ulkojohtimesta. Kotelosto 402 vastaa tekniikan tason mukaisten heliksi- ja koaksiaalisuodattimien kotelostoa sikäli, että se on perusmuodoltaan yhdeltä sivulta avoimen suorakulmaisen särmiön muotoinen ja käsittää lisäksi väliseiniä. Koteloston ulkoseinät ja väliseinät muodostavat osaston kullekin resonaattorille.

Pohjalevy 401 liitetään kotelostoon 402 siten, että se sulkee koteloston avoimen sivun. Pohjalevy voi olla esimerkiksi piirilevyä, jolloin ainakin sen jompikumpi pinta on sähköä johtava, tai jos kyseessä on monikerrospiirilevy, se käsittää ainakin yhden sähköä johtavan kerroksen. Pohjalevyn sähköä johtavaa kerrosta nimitetään maapohjaksi tai maatasoksi (engl. ground plane). Piirilevystä valmistetussa pohjalevyssä maataso sijaitsee edullisimmin piirilevyn ulkopinnalla eli kuvassa 4 esitettyyn asentoon nähden alapinnalla. Pohjalevy voi olla myös kokonaan metallia tai muuta sähköä johtavaa ainetta, jolloin se sellaisenaan muodostaa maatason.

Resonaattorit 403A - 403G on kiinnitetty pohjalevyyn 401 niin, että niiden ensimmäinen pää (kuvassa 4 esitettyssä asennossa alapää) on galvaanisesti kosketuksessa maatasoon. Eräs edullinen kiinnitysmenettely on sama, jota on selostettu edellä tekniikan tason selostuksessa viitaten kuvaan 3. Jos pohjalevy on kokonaan metallia, resonaattorit voidaan kiinnittää sen pinnalle tai siinä oleviin reikiin juottamalla. Resonaattorit on lisäksi kiinnitetty toisesta päästään (kuvassa 4 esitettyssä asennossa yläpäästään) kotelostoon edullisimmin siten, että koteloston siinä pinnassa, joka kuvassa 4 on yläpinta, on kullekin resonaattorille reikä, johon resonaattori on liitetty juottamalla tai sähköä johtavalla liimalla. Jos resonaattorien ei haluta ulottuvan koteloston yläpinnan läpi, kotelostoon ei tehdä reikiä vaan resonaattorit kiinnitetään koteloston sisäpintaan. Kun tarkastellaan rakenteen toimintaa sähköisesti, todetaan, että sisäjohtimena toimii kappaleista 403A - 403 G vain se osa, joka jää koteloston ja pohjalevyssä olevan maatason väliin.

Kuvassa 4 on esitetty, että kukin resonaattori käsittää paksunnoksen eli kohdan, jossa resonaattorin poikkileikkauksen pinta-ala muuttuu äkisti suuremmaksi. Tämä ei ole keksinnön kannalta välttämätöntä, vaan ainakin yksi resonaattori voi olla tasapaksu tai sen poikkileikkauksen pinta-ala voi muuttua jatkuvasti. Myös kaikki resonaattorit voivat olla tasapaksuja tai niiden poikkileikkauksen pinta-ala voi muuttua jatkuvasti. Valmistusteknisesti on kuitenkin edullista, jos kaikki resonaattorit voidaan tehdä samanlaisesta mekaanisesta kappaleesta. Kuvassa 4 on lisäksi esitetty, että resonaattorit ovat pitempiä kuin lyhin pohjalevyn ja koteloston pohjalevyn suuntaisen pinnan välinen etäisyys ja että ne sijaitsevat pohjalevyyn nähden eri korkeuksilla siten, että mitkään kaksi vierekkäistä resonaattoria eivät ole pohjalevyyn

nähdessä samalla korkeudella. Tämäkään ei ole keksinnön kannalta välttämätöntä, vaan osa resonattoreista tai kaikki resonaattorit voivat olla yhtä pitkiä kuin lyhin pohjalevyn ja koteloston pohjalevyn suuntaisen pinnan välinen etäisyys ja/tai jotkin ainakin kaksi vierekkäistä resonaattoria voivat olla pohjalevyyn nähden samalla korkeudella.

Koska kuvan 4 esittämässä rakenteessa resonaattorien sisäjohtimet ovat molemmista päistään galvaanisessa yhteydessä ulkojohtimen kanssa, resonaattorit ovat puoliaaltoresonattoreita. Tällaisen resonaattorin pienin resonanssitaajuus on sellainen, jota vastaava aallonpituus on yhtä suuri kuin kaksi kertaa resonaattorin sähköinen pituus.

10 Tasapaksun puoliaaltoresonaattorin sähkökentän maksimi on resonaattorin pituusakselin suunnassa mitatun puolivälin kohdalla ja magneettikentällä on maksimikohta resonaattorin kummassakin päässä. Paksunnoksen sijoituksella suhteessa resonaattorin päihin voidaan vaikuttaa sähkö- ja magneettikentän maksimien sijaintiin. Resonaattorissa, jossa paksunnos ei sijaitse kummassakaan päässä vaan jossakin koh-

15 dassa päiden välillä, sähkökentän maksimi syntyy paksunnoksen kohdalle.

Suodattimen tulo- ja lähtöporttien muodostaminen sekä tiettyjen resonaattorien välisten kytkentöjen muodostaminen edellyttävät, että resonaattorien läheisyyteen voidaan tehdä halutun muotoisia kytkentäelimiä. Eräs mahdollisuus kytkentäelinten muodostamiseksi sellaisessa keksinnön mukaisessa suodattimessa, jossa pohjalevy on piirilevyä, on sama, jota on selostettu edellä tekniikan tason selostuksessa viita-

20 ten kuvaan 3. Pohjalevyn yläpinnalle on tällöin muodostettu johdinkuvioita ja pohjalevyn alapinnalla on oleellisesti yhtenäinen sähköä johtava pinnoite, joka muodostaa maatason ja joka on yhteydessä pohjalevyn reunoja kiertävään metallointiin, jossa voi olla katkoksia porttiliuskoja varten. Ylä- ja alapinnalla sekä muilla suuntiin viit-

25 taavilla termeillä ei ole tässä patenttihakemuksessa keksintöä rajoittavaa vaikutusta vaan niillä viitataan kuvissa esitettyihin suodattimen asentoihin.

Kuva 5 esittää halkileikkauksena erästä keksinnön mukaista suodatinrakennetta 500, jossa on vain kaksi resonaattoria 501 ja 502. Kuvassa on erityisesti havainnollistettu sähkömagneettisen kytkennän muodostamista resonaattorien välille ns. ikkunakytkentänä. Suodatinta yläpuolelta ja sivuilta ympäröivässä kotelostossa 503 on väliseinä 504, joka jakaa sen kahteen osastoon. Väliseinässä on ylempi ikkuna 505 ja alempi ikkuna 506, jotka ovat yksinkertaisesti aukkoja väliseinässä; keksintö ei rajoita aukkojen muotoa, kokoa eikä sijaintia väliseinässä, mutta laskennallisesti ja valmistusteknisesti ykeinkertaisimpia ovat nelikulmaiset aukot. Ensimmäisessä re-

30 sonaattorissa 501 on paksunnos 507, joka sijaitsee lähellä resonaattorin yläpäätä, ja toisessa resonaattorissa 502 on paksunnos 508, joka sijaitsee lähellä resonaattorin

35

alapäätä. Sähkökentän maksimi on kummassakin resonaattorissa paksunnoksen kohdalla ja sitä on merkitty o-merkeillä. Magneettikentän maksimi on kummassakin resonaattorissa lähellä sitä päätä, joka on kauempana paksunnoksesta. Magneettikentän maksimia on merkitty x-merkeillä.

- 5 Ylemmän ikkunan 505 kohdalla on ensimmäisen resonaattorin 501 sähkökentän maksimi ja toisen resonaattorin 502 magneettikentän maksimi, jolloin ylemmän ikkunan kautta tapahtuu sähkömagneettinen kytkentä ensimmäisen resonaattorin sähkökentän ja toisen resonaattorin magneettikentän välillä. Vastaavasti alemman ikkunan 506 kautta tapahtuu sähkömagneettinen kytkentä ensimmäisen resonaattorin magneettikentän ja toisen resonaattorin sähkökentän välillä. Sähkö- ja magneettikentän välisellä kytkennällä pyritään yleensä muodostamaan nollakohta suodattimen taajuusvasteen haluttuun kohtaan, tavallisesti kaistanpäästösuodattimen päästökais-
10 tan ala- tai yläpuolelle. Oikeanlainen suodatinrakenteen mitoitus halutun nollakohdan muodostamiseksi voidaan etsiä kokeilemalla. Nollakohtia voidaan rakentaa
15 myös mikroliuskojen avulla tehtävillä ns. ylikytkennöillä, jotka ovat sinänsä tunnettuja.

- Kuva 6 esittää yhtä keksinnön mukaista resonaattoria 600, jossa sisäjohdinta 601 ympäröi kotelosto 602. Kysymyksessä voi olla moniresonaattorinen suodatin katsotuna sellaisesta suunnasta, että näkyvissä on vain yksi resonaattori, tai sitten oskil-
20 laattorirakenne, jossa ei tarvita kuin yksi resonaattori. Sisäjohtimen alapää on kiinnitetty pohjalevyyn 603, joka samalla sulkee koteloston avoimen sivun. On tunnettua, että kun metallin tai muun resonaattorin sisäjohtimissa yleisesti käytetyn materiaalin lämpötila nousee, sen ominaisresonanssitaajuus kasvaa, mikä pyrkii siirtämään koko resonaattorin resonanssitaajuutta ylöspäin taajuusakselilla. Toisaalta kuvan 6 mukai-
25 sen resonaattorin resonanssitaajuuteen vaikuttaa myös sisäjohtimen ja koteloston välinen etäisyys siten, että mitä pienempi etäisyys, sitä korkeampi resonanssitaajuus. Sisäjohtimen ja koteloston materiaalit voidaan valita siten, että sisäjohtimen materiaalilla on pienempi lämpölaajenemiskerroin kuin koteloston materiaalilla, jolloin lämpötilan noustessa kotelosto laajenee enemmän kuin sisäjohtin. Tästä johtuva si-
30 säjohtimen ja koteloston välisen etäisyyden kasvu pyrkii pienentämään resonanssitaajuutta. Kun sisäjohtimen ja koteloston mitoitus ja materiaalit valitaan sopivasti, ominaisresonanssitaajuuden kasvun vaikutus ja sisäjohtimen ja koteloston välisen etäisyyden kasvusta johtuva vaikutus kumoavat toisensa, jolloin resonanssitaajuus säilyy lämpötilan noususta huolimatta lähes samana. Sopiva koteloston materiaali
35 voisi olla esimerkiksi alumiini ja sopiva resonaattorin materiaali tällöin rauta. Läm-

pötilakompensointiin vaikuttaa myös sisäjohtimessa olevan mahdollisen paksunnoksen sijainti ja mittasuhteet. Sopiva mitoitus voidaan etsiä kokeilemalla.

5 Kuvassa 6 esitetty paksunnoksen sijainti resonaattorin sisäjohtimessa on esimerkinomainen. Paksunnos voi sijaita muussa resonaattorin kohdassa. Resonaattori voi myös olla tasapaksu tai sen paksuus voi muuttua portaattomasti.

10 Keksinnön mukaista rakennetta käyttäen voidaan suhteellisen helposti rakentaa suodattimia ja oskillaattoreita taajuusalueelle, joka ulottuu noin 2 GHz:stä lähes 20 GHz:iin saakka. Puoliaaltoresonaattoreista johtuen rakenteesta ei tule liian pieni, jolloin valmistettavuuteen liittyvät seikat ovat hallinnassa. Toisaalta rakenne on kuitenkin paljon pienempi kuin ominaisuuksiltaan vastaava aaltoputkirakenne. Rakenne on erittäin tukeva, koska resonaattorien sisäjohtimet on tuettu molemmista päistään. Rakenteessa on hyvin vähän erillisiä osia ja niiden mitoituksessa on hyvin vähän sellaisia tekijöitä, jotka olisivat potentiaalisia hajonnan lähteitä valmistettavien tuotteiden ominaisuuksissa.

15 Edellä esitetyt suoritusmuodot ovat luonnollisesti vain esimerkinomaisia eikä niillä ole keksintöä rajoittavaa vaikutusta. Erityisesti keksintö ei rajoita sitä, kuinka monta resonaattoria yhdessä suodattimessa on. Toimivan suodattimen rakentamiseksi minimimäärä on yleensä kaksi resonaattoria. Mitä enemmän resonaattoreita suodattimessa on, sitä tarkemmin suodattimen taajuusvaste on mahdollista määrittää. Samalla
20 la kuitenkin suodattimen fyysinen koko kasvaa ja häviöt lisääntyvät. Oskillaattori on mahdollista toteuttaa yhdellä resonaattorilla.

Patenttivaatimukset

1. Radiotaajuussuodatin (400, 500, 600), joka käsittää
- pohjalevyn (401, 603) ja sen yhteydessä sähköä johtavan maatasen,
- ennalta määrätyn määrän pohjalevyyn oleellisesti kohtisuorassa kiinnitettyjä sisä-
5 johtimia (403A - 403G, 501, 502, 601), joilla on ensimmäinen pää ja toinen pää, se-
kä
- sähköä johtavan koteloston (402, 503, 602), joka liittyy yhdeltä sivultaan pohjale-
vyyn ja oleellisesti ympäröi mainittuja sisäjohtimia,
tunnettu siitä, että kunkin sisäjohtimen ensimmäinen pää on galvaanisessa yhtey-
10 dessä mainittuun maatasoon ja toinen pää on galvaanisessa yhteydessä mainittuun
sähköä johtavaan kotelostoon, ja että mainittu kotelosto käsittää ainakin yhden mai-
nittujen sisäjohtimien välisen väliseinän (504), jossa on ainakin yksi aukko sähkö-
magneettisen kytkennän muodostamiseksi.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen radiotaajuussuodatin, **tunnettu** siitä, että ai-
15 nakin kaksi sisäjohtinta käsittää paksunnoksen (507, 508) impedanssiasteleen
muodostamiseksi.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen radiotaajuussuodatin, **tunnettu** siitä, että
mainituissa kahdessa sisäjohtimessa paksunnokset (507, 508) ovat eri etäisyydellä
radiotaajuussuodattimen pohjalevystä.
- 20 4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen radiotaajuussuodatin, **tunnettu** siitä, että
mainittu väliseinän aukko (506) on kohdassa, joka vastaa ensimmäisessä sisäjohti-
messä (501) magneettikentän maksimia ja toisessa sisäjohtimessa (502) sähkökentän
maksimia.
5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen radiotaajuussuodatin, **tunnettu** siitä, että
25 mainittu pohjalevy on piirilevy, joka käsittää ensimmäisellä pinnallaan maatasen ja
toisella pinnallaan sähköä johtavia kuviointeja kytkentöjen muodostamiseksi sisä-
johtimiin.
6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen radiotaajuussuodatin, **tunnettu** siitä, että
30 mainittu kotelosto on eri materiaalia kuin mainitut sisäjohtimet ja mainitun kotelos-
ton materiaalin lämpölaajenemiskerroin on suurempi kuin mainittujen sisäjohtimien
materiaalin lämpölaajenemiskerroin radiotaajuussuodattimen taajuusvasteen lämpö-
tilakompensoinnin toteuttamiseksi.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen radiotaajuussuodatin, **tunnettu** siitä, että sen toimintataajuus on alueella 2 GHz - 20 GHz.
8. Radiotaajuusoskillaattori (600), joka käsittää
- pohjalevyn (603) ja sen yhteydessä sähköä johtavan maatasen,
- 5 - pohjalevyyn oleellisesti kohtisuorassa kiinnitetyn sisäjohtimen (601), jolla on ensimmäinen pää ja toinen pää, sekä
- sähköä johtavan koteloston (602), joka liittyy yhdeltä sivultaan pohjalevyyn ja oleellisesti ympäröi mainitun sisäjohtimen,
- 10 **tunnettu** siitä, että mainitun sisäjohtimen pituus on pienempi kuin 8 cm, ja sen ensimmäinen pää on galvaanisessa yhteydessä mainittuun maatasoon ja toinen pää on galvaanisessa yhteydessä mainittuun sähköä johtavaan kotelostoon.

Patentkrav

1. Radiofrekvensfilter (400, 500, 600), som innefattar
- 15 - en bottenskiva (401, 603) och ett elledande jordplan anslutet till den,
- ett på förhand bestämt antal inre ledare (403A-403G, 501, 502, 601) fastspända väsentligt perpendikulärt vid bottenskivan, med en första ände och en andra ände, samt
- 20 - en elledande håljeuppsättning (402, 503, 602), som ansluts från ena sidan till bottenskivan och väsentligt omger nämnda inre ledare,
kännetecknat av att varje inre ledares första ände är galvaniskt ansluten till nämnda jordplan och den andra änden är galvaniskt ansluten till nämnda elledande håljeuppsättning, och att nämnda håljesuppsättning innefattar åtminstone en mellanvägg (504) mellan nämnda inre ledare, som har åtminstone en öppning för att bilda en
- 25 elektromagnetisk koppling.
2. Radiofrekvensfilter enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att åtminstone två inre ledare innefattar en förtjockning (507, 508) för att bilda ett impedanssteg.
- 30 3. Radiofrekvensfilter enligt patentkrav 2, **kännetecknat** av att förtjockningarna (507, 508) i nämnda två inre ledare är på olika avstånd från radiofrekvensfiltrets bottenskiva.
4. Radiofrekvensfilter enligt patentkrav 3, **kännetecknat** av att nämnda mellanväggsöppning (506) är på ett ställe, som motsvarar ett magnetfälts maximum i den
- 35

första inre ledaren (501) och ett elektrisk fälts maximum i den andra inre ledaren (502).

5. Radiofrekvensfilter enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att nämnda botten-
5 skiva är en kretsskiva, som på sin första yta innefattar ett jordplan och på sin andra yta elledande mönster för att bilda kopplingar till de inre ledarna.

6. Radiofrekvensfilter enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att nämnda hölje-
suppsättning är av annat material än nämnda inre ledare och värmeutvidgningskoef-
10 ficienten hos materialet i nämnda höljesuppsättning är större än värmeutvidgnings-
koefficienten hos materialet i nämnda inre ledare för att utföra en temperaturkom-
pensation för radiofrekvensfiltrets frekvensfunktion.

7. Radiofrekvensfilter enligt patentkrav 1, **kännetecknat** av att dess funktion-
15 frekvens är i området 2GHz-20 GHz.

8. Radiofrekvensoscillator (600), innefattande
- en bottenkiva (603) och ett elledande jordplan anslutet till den,
- en inre ledare (601) fastspänd väsentligt perpendikulärt mot bottenkivan, med en
20 första ände och en andra ände, samt
- en elledande höljesuppsättning (602), som är ansluten från sin ena sida till botten-
skivan och väsentligt omger nämnda inre ledare,
kännetecknad av att längden av nämnda inre ledare är mindre än 8 cm, och dess
första ände är galvaniskt ansluten till nämnda jordplan och den andra änden är gal-
25 vaniskt ansluten till nämnda elledande höljesuppsättning.

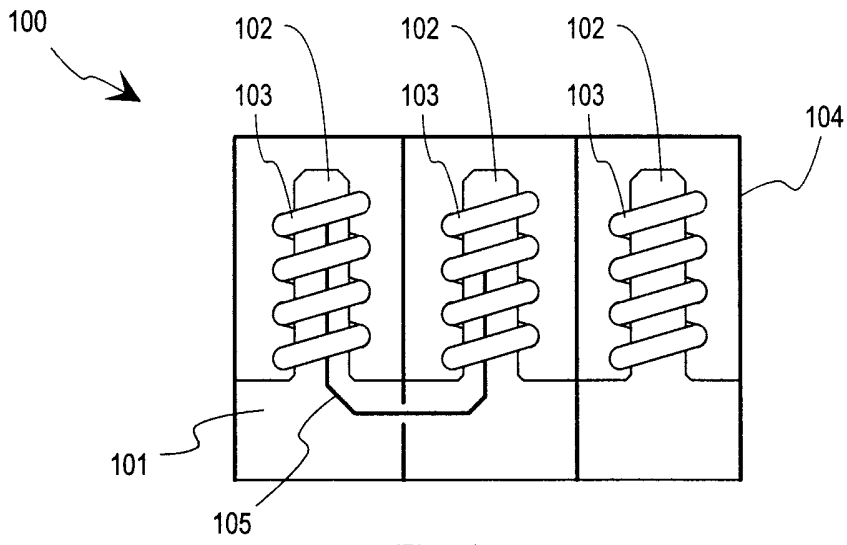


Fig. 1
PRIOR ART

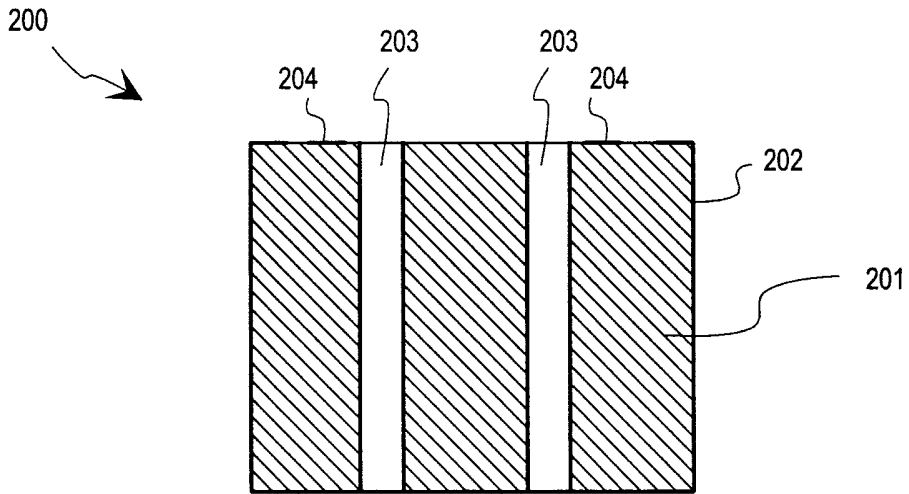


Fig. 2
PRIOR ART

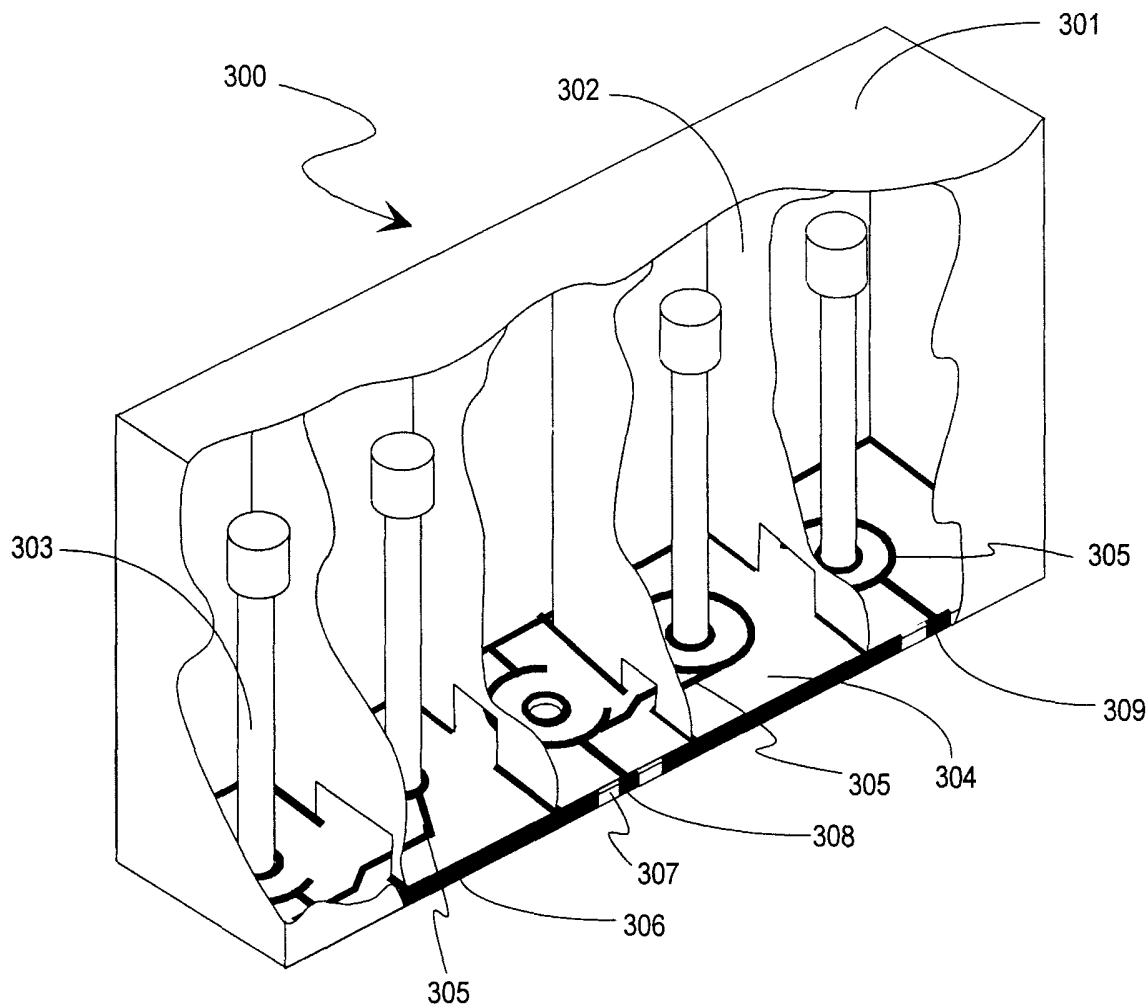


Fig. 3
PRIOR ART

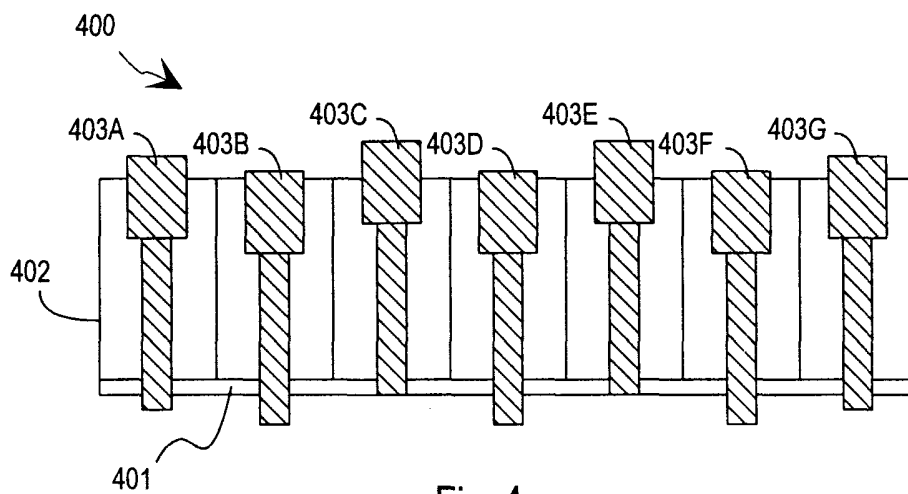


Fig. 4

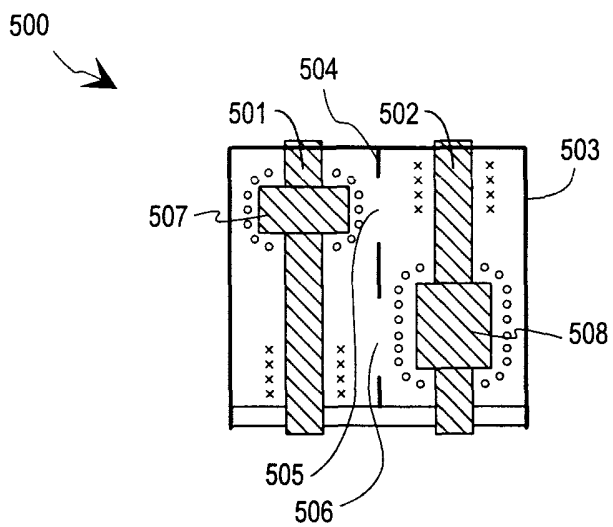


Fig. 5

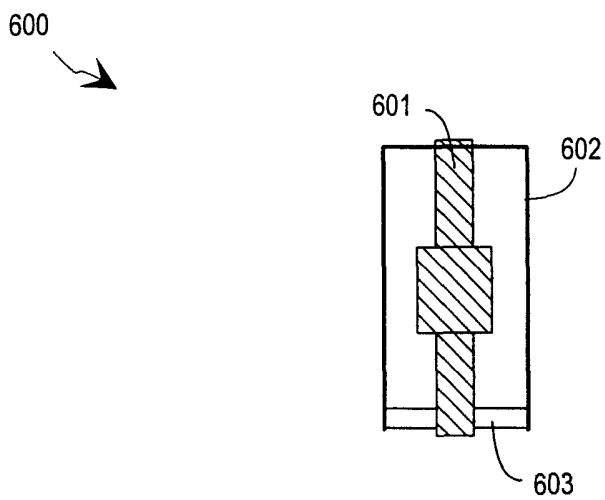


Fig. 6