



**SUOMI-FINLAND**  
**(FI)**

**Patentti- ja rekisterihallitus**  
**Patent- och registerstyrelsen**

**(B) (11) KUULUTUSJULKAISU**  
**UTLAGGNINGSSKRIFT**

88830

**(45) Patentti myönnetty**  
**Patent maldelat 19 07 1993**

(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

H 01P 1/205

(21) Patentihakemus - Patentansökning	912519
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	24.05.91
(24) Alkupäivä - Löpdag	24.05.91
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	25.11.92
(44) Nähtäväsipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	31.03.93

(71) Hakija - Sökande

1. Telenokia Oy, PL 33, 02601 Espoo, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Piirainen, Risto, Soratie 21 A 2, 90650 Oulu, (FI)

(74) Asiamies - Ombud: Oy Kolster Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

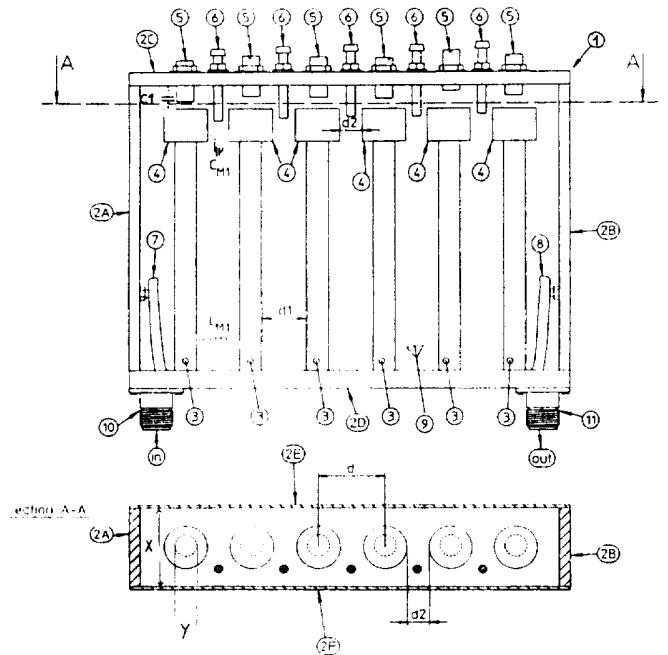
**Comb-Line-suurtaajuussuodatin**  
**Comb-Line-högfrekvensfilter**

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP A 176966 (H 01P 1/208), GB A 2082398 (H 01P 1/205), GB A 2105918 (H 01P 1/205),  
US A 4268809 (H 01P 1/201), US A 4284966 (H 01P 1/206), US A 4523162 (H 01P 1/205)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksinnön kohteena on Comb-Line-suurtaajuussuodatin tai vastaava, joka käsittää sähköä johtavasta materiaalista valmistetun pitkänomaiseen koteloon (1), jonka sisään on oleellisesti yhtenäiseen ilmatilaan sijoitettu ennalta määrätyin välimatkoin jonoon sähköä johtavasta materiaalista valmistettuja johdintankoja, joista kukin on toisesta päästään oikosuljettu koteloon ja toisesta päästä siitä erillään, niin että kukin johdintanko muodostaa koteloon (1) kanssa ilmaeristeen koaksiaaliresonaattorin. Jokaisessa koaksiaaliresonaattorissa koteloon (1) ja resonaattorin (3) halkaisijoiden (X,Y) suhde on alueella noin 2,8 - 3,3.



88030

Uppfinningen avser en Comb-Line-högfrekvensfilter eller motsvarande omfattande ett långsträckt omhölje (1) tillverkat av ett elledande material, ledningsstänger tillverkade av ett elledande material och anordnade på förutbestämda avstånd i en rad i ett väsentligt enhetligt luftrum inom omhöljet, varvid vardera ledningstång i sin ena ända är korssluten till omhöljet och i sin andra ända är åtskild från detta så, att vardera ledningstång bildar en luftisolerad koaxialresonator med omhöljet (1). I varje koaxialresonator är förhållandet mellan mantelns (1) och resonatorns (3) diametrar (X,Y) inom området ca 2,8 - 3,3.

## Comb-Line-suurtaajuussuodatin

Keksinnön kohteena on Comb-Line-suurtaajuussuodatin tai vastaava, joka käsittää sähköä johtavasta materiaalista valmistetun pitkänomaiseen koteloon, jonka sisään on oleellisesti yhtenäiseen ilmatilaan sijoitettu ennalta määrättyin välimatkoin jonoon sähköä johtavasta materiaalista valmistettuja johdintankoja, joista kukin on toisesta päästään oikosuljettu koteloon ja toisesta päästä siitä erillään, niin että kukin johdintanko muodostaa koteloon kanssa ilmaeristeisen koaksiaaliresonaattorin.

Comb-Line-suodattimille on tyypillistä, että resonattorit on sijoitettu jonoon peräkkäin siten, että resonattorien väliset kytkennät muodostuvat suoraan resonattorien välisistä induktiivisista ja kapasitiivisista kytkennöistä ilman erillisiä kytkentäelementtejä. Tämän ansiosta Comb-Line-suodatinrakenteilla päästään yleensä yksinkertaisempiin ja kooltaan pienempiin rakenteisiin kuin tavanomaisilla, toisistaan erotetuilla resonattoreilla toteutetuilla suodatinrakenteilla, joissa resonattorien väliset kytkennät on toteutettu esimerkiksi erillisillä keuloilla. Comb-Line-suodattimia voidaan toteuttaa koaksiaaliresonaattoreilla toteutettuina suodattimina, joissa resonattorien ja niitä ympäröivän sähköä johtavan vaipan välissä on väliaineena ilma.

FI-patenttihakemuksessa 906215 on esitetty eräs Comb-Line -suodatin, jossa väliaineena on ilma, ts. ilmaeristeinen suodatin. Tässä suodattimessa resonattorit muodostuvat sähköä johtavista johdintangoista, jotka on samaan sähköä johtavan koteloon rajoittamaan yhtenäiseen tilaan. Kotelo muodostaa resonattoreille yhteisen vaipan ja muodostaa kunkin resonattorin kanssa koaksiaaliresonaattorin.

Nykyisin suurtaajuussuodattimien sähköisiä ominaisuuksille asetetaan hyvin tiukkoja vaatimuksia samalla

kuitenkin edellyttäen yhä pienempää kokoa ja alhaisempia valmistuskustannuksia. Koaksiaaliresonaattoreilla toteutuissa suodattimissa pyritään esimerkiksi saamaan paras mahdollinen Q-arvo ja pienimmät häviöt käyttämällä koaksiaaliresonaattorin vaipan ja resonaattorin halkaisijoiden suhteena laskettua teoreettista optimiarvoa 3,6 sekä vaipan ja resonaattorin materiaaleina mahdollisimman pienihäviöisiä (hyvin sähköä johtavia) materiaaleja, kuten kuparivaippaa ja hopealla pinnoitettuja resonaattoreita (vrt. "Microwave filters, impedance matching networks, and coupling structures", G. Matthaei, L. Young, E.M.T. Jones, Artech House Books, Dedham, MA, USA, s. 165-168). Tällaiset materiaalit ovat kuitenkin suhteellisen kalliita, mikä nostaa suodattimien valmistuskustannuksia. Näin joudutaan jatkuvasti tekemään kompromisseja suodattimen koon, ominaisuuksien ja valmistuskustannusten välillä.

Keksinnön päämääränä on pienentää koaksiaaliresonaattoreilla toteutetun ilmaeristeisen Comb-Line-suodattimen kokoa ja/tai kustannuksia ilman että huononnetaan sähköisiä ominaisuuksia.

Tämä saavutetaan johdannossa esitetyn tyyppisellä Comb-Line-suurtaajuussuodattimella, jolle on keksinnön mukaisesti tunnusomaista, että kussakin koaksiaaliresonaattorissa vaipan ja johdintangon halkaisijoiden suhde on alueella noin 2,8 - 3,3.

Keksintö perustuu keksijän yllättävään havaintoon, että Comb-Line-suodattimissa yleisesti parhaana pidetty laskennallinen teoreettinen koaksiaaliresonaattorin vaipan ja resonaattorin halkaisijoiden suhde 3,6 ei annakaan suodattimelle parasta Q-arvoa, vaan huomattavasti parempia Q-arvoja saavutetaan tätä teoreettista suhdetta pienemmillä arvoilla, jotka ovat suurinpiirtein alueella 2,8-3,3. Tämä johtuu ilmeisesti resonaattorien keskinäisvaikutuksesta Comb-Line-tyyppisessä suodattimessa. Käyttämällä keksinnön mukaisella alueella olevaa suhdetta saavutetaan ainakin

seuraavia etuja:

-aikaisemmin suhteella 3,6 toteutettujen ilmaeristeisten suodattimien sähköisiä ominaisuuksia voidaan parantaa kasvattamatta suodattimen kokoa tai käyttämättä parempia materiaaleja.

-aikaisemmin suhteella 3,6 toteutettujen ilmaeristeisten suodattimien sähköiset ominaisuudet voidaan säävuttaa huonommilla ja halvemmilla materiaaleilla.

-aikaisemmin suhteella 3,6 toteutettujen ilmaeristeisten suodattimien sähköiset ominaisuudet voidaan säävuttaa pienempikokoisella suodattimella käyttämättä parempia materiaaleja.

Toisin sanoen keksinnön avulla voidaan hyvin yksinkertaisella tavalla vaikuttaa vaikuttaa ilmareisteisen suodattimen ominaisuuksiin, hintaan ja kokoon.

Keksintöä selitetään nyt yksityiskohtaisemmin suoritusmerkin avulla viitaten piirroksen, jossa

kuvio 1 esittää kaavamaisena poikkileikkauskuvana erään keksinnön mukaisen kaistanpäästösuodattimen mekaanista rakennetta, ja

kuvio 2 esittää kuvion 1 mukaisen kaistanpäästösuodattimen ylhäältä nähdyn poikkileikkauskuvan, joka on otettu pitkin kuvion 1 linjaa A - A,

Nyt viitataan kuvioihin 1 ja 2, joissa suurtaajuuskaistanpäästösuodatin käsittää kaikilta sivuiltaan suljetun, suorakulmaisen, pitkänomaisen kotelon, joka muodostuu päätylevyistä 2A ja 2B, kansilevystä 2C, pohjalevystä 2D sekä sivulevyistä 2E ja 2F. Kotelo voi olla valmistettu sähköä johtavasta materiaalista ja/tai pinnoitettu johtavalla materiaalilla, kuten kuparilla tai keltakromatoinilla. Kotelon muodostavat levyt 2A - 2F rajoittavat sisäänsä oleellisesti koko kotelon pituisen yhtenäisen tilan 9. Tähän tilaan 9 on sijoitettu jonoon ennalta määrätyn välimatkoin kuusi sylinterimäistä johdintankoa 3, joista kukin on alapäästään kiinnitetty ja oikosuljettu kotelon pohja-

levyyn 2D ja yläpäästään välimatkan päässä erillään kotelolon kansilevystä 2C, niin että johdintanko 3 muodostaa kotelolon kanssa koaksiaaliresonaattorin, jossa tanko 3 on sisäjohtin tai resonaattori ja kotelo ulkojohtin tai vaippa ja jossa väliaineena on ilma. Resonaattoritangot 3 on valmistettu sähköä johtavasta materiaalista tai pinnoitettu sähköä johtavalla materiaalilla, kuten kupari tai hopea.

Näin muodostuu avoin Comb-Line -tyyppinen ilmaeristeinen suodatinrakenne, jossa resonaattorien väliset kytkennät muodostuvat suoraan resonaattoritankojen 3 välisistä induktiivisista ja/tai kapasitiivisista kytkennöistä, kuten on havainnollistettu katkoviivoilla piirretyillä kondensaattorilla  $C_{MI}$  ja kelalla  $L_{MI}$ .

Kuvioissa 1 ja 2 esitetyssä keksinnön ensisijaisessa suoritusmuodossa kukin resonaattoritanko 3 on alapäästään kiinnitetty kotelolon pohjalevyyn 2D ja käsittää lisäksi yläpäähensä kiinnitettynä halkaisijaltaan suuremman sylinterimäisen nuppiosan 4, joka on edullisesti valmistettu kuparista. Tälläisen nuppiosalla 4 varustetun resonaattoritangon rakennetta on kuvattu FI-patenttihakemuksessa 906251. Tälläisessä rakenteessa on kahden vierekkäisen koaksiaaliresonaattorin välisessä kytkennässä on asetettavissa vallitsevaksi kytkentätyypiksi kapasitiivinen tai induktiivinen kytkentä säätämällä kyseisten koaksiaaliresonaattorien resonaattoritankojen välisen etäisyyden  $d_1$  ja nuppien 4 välisen etäisyyden  $d_2$  suhdetta. Kytkentätyyppejä varioimalla voidaan aikaansaada erilaisia suodatinvasteita.

Resonaattorit 3 voivat kuitenkin toteuttaa myös perinteiseen tapaan ilman nuppia 4.

Kotelon kanteen 2C resonaattoritangon 3 yläpuolelle on sijoitettu kotelolon 1 sisätilaan 9 ulottuva metallinen viritysruuvi 5. Viritysruuvin 5 alapään etäisyys resonaattoritangon 3 yläpäästä määrää kotelolon ja resonaattoritan-

gon 3 välisen maakapasitanssin C1 suuruuden, jota on havainnollistettu katkoviivalla piirretyllä kondensaattorilla C1. Viritysruuvien 5 avulla voidaan säätää tätä maakapasitanssia ja sitä kautta yksittäisen resonaattorin resonanssitaajuutta. Kotelon 1 kansilevyssä 2C on lisäksi kahden vierekkäisen johdintangon välisellä alueella kotelon sisään ulottuva metallinen viritysruuvi 6. Tällä viritysruuvilla voidaan hienosäätää kahden vierekkäisen johdintangon nuppien 4 välistä kapasitanssia ja sitä kautta vierekkäisten resonaattoreiden välistä kytkentää. Kuviossa 1 esitetystä suoritusmuodossa suodattimen sisääntulo on muodostettu pohjalevyssä 2D olevan sisääntulon 10 kautta kotelon 1 sisään tuodulla johdinsilmukalla 7, jonka johdinsilmukan kotelon sisäpuolella oleva pää on kytketty pohjalevyyn 2D. Johdinsilmukka 7 sijaitsee kotelon toisen päätylevyn 2A ja sitä lähinnä olevan resonaattoritangon 3 välisessä tilassa. Suodattimen ulostulo on muodostettu vastaavalla tavalla vastakkaisen päätylevylevyn 2B ja sitä lähinnä olevan resonaattoritangon väliseen tilaan sisääntulon 11 kautta tuodulla johdinsilmukalla 8, joka on toisesta päästään kytketty pohjalevyyn 2D. Johdinsilmukat 7 ja 8 muodostavat kelat, jotka kytkeytyvät induktiivisesti lähimpänä olevaan resonaattoritankoon 3.

Keksinnön mukaisesti suodattimen kussakin koaksiaaliresonaattorissa vaipan tai ulkojohtimen halkaisijan X ja resonaattorin halkaisijan Y suhde on suurinpiirtein alueella 2,8-3,3. Comb-line-suodattimen tai vastaavan suorakulmaisessa kotelossa halkaisijalla X tarkoitetaan kotelon leveyssuuntaista läpimittaa resonaattorin 3 kohdalla, kuten kuviossa 2 on havainnollistettu (mittasuhteita ei ole kuviossa piirretty oikeiksi).

Keksinnöllä saavutettavia etuja havainnollistaa seuraava esimerkki. Kuvioissa 1 ja 2 esitetyn tyyppinen suodatin toteutettiin ensin perinteisellä X/Y-suhteella 3,6 (X=36mm ja Y=10mm), jolloin vaadittujen sähköisten

ominaisuuksien saavuttamiseksi jouduttiin käyttämään kuparilla pinnoitettua alumiinikoteloä sekä hopealla pinnoitettuja kuparitankoresonaattoreita. Sitten sama suodatin toteutettiin keksinnön mukaisella X/Y-suhteella 3,0  
5 (X=36mm, Y=12mm), jolloin samat sähköiset ominaisuudet saavutettiin käyttämällä keltakromatoinnilla pinnoitettua koteloä ja kuparipintaisia resonaattoreita. Näin voitiin välttää täysin hopean käyttö sekä kotelon pinnoittaminen kuparilla. Sen sijaan kotelo voitiin pinnoittaa halvemmalla  
10 keltakromatoinnilla, joka on myös helpompi suorittaa.

Kuviota ja niihin liittyvä selitys on tarkoitettu vain havainnollistamaan esillä olevaa keksintöä. Yksityiskohdiltaan keksinnön mukainen suodatin voi vaihdella oheisten patenttivaatimusten puitteissa.



## Patenttivaatimukset

1. Comb-Line-suurtaajuussuodatin tai vastaava, joka käsittää sähköä johtavasta materiaalista valmistetun pitkänomaiseen koteloon (1), jonka sisään on oleellisesti yhtenäiseen ilmatilaan sijoitettu ennalta määrättyin välimatkoin jonoon sähköä johtavasta materiaalista valmistettuja johdintankoja, joista kukin on toisesta päästään oikosuljettu koteloon ja toisesta päästä siitä erillään, niin että kukin johdintanko muodostaa koteloon (1) kanssa ilmaristeisen koaksiaaliresonaattorin, t u n n e t t u siitä, että kussakin koaksiaaliresonaattorissa koteloon (1) ja resonaattorin (3) halkaisijoiden (X,Y) suhde on alueella noin 2,8 - 3,3.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen Comb-Line-suurtaajuussuodatin, t u n n e t t u siitä, että mainittu kotelo (1) on pinnoitettu keltakromatoinnilla ja johdintangot (3) on valmistettu kuparista tai pinnoitettu kuparilla, ja että kunkin koaksiaaliresonaattorin vaipan ja resonaattorin halkaisijoiden suhde resonaattorin kohdalla on noin 3,0.

## Patentkrav

1. Comb-Line-högfrekvensfilter eller motsvarande omfattande ett långsträckt omhölje (1) tillverkat av ett elledande material, ledningsstänger tillverkade av ett elledande material och anordnade på förutbestämda avstånd i en rad i ett väsentligt enhetligt luftrum inom omhöljet, varvid vardera ledningsstång i sin ena ända är korssluten till omhöljet och i sin andra ända är åtskild från detta så, att vardera ledningsstång bildar en luftisolerad koaxialresonator med omhöljet (1), k ä n n e t e c k n a t därav, att i varje koaxialresonator är förhållandet mellan mantelns (1) och resonatorns (3) diametrar (X,Y) inom området ca 2,8 - 3,3.

2. Comb-Line-högfrekvensfilter enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att nämnda omhölje (1) är belagt med gulkromatering och ledningsstängerna (3) är tillverkade av koppar eller belagda med koppar, och att förhållandet mellan vardera koaxialresonatorns mantel och resonatorns diametrar vid resonatorn är ca 3,0.

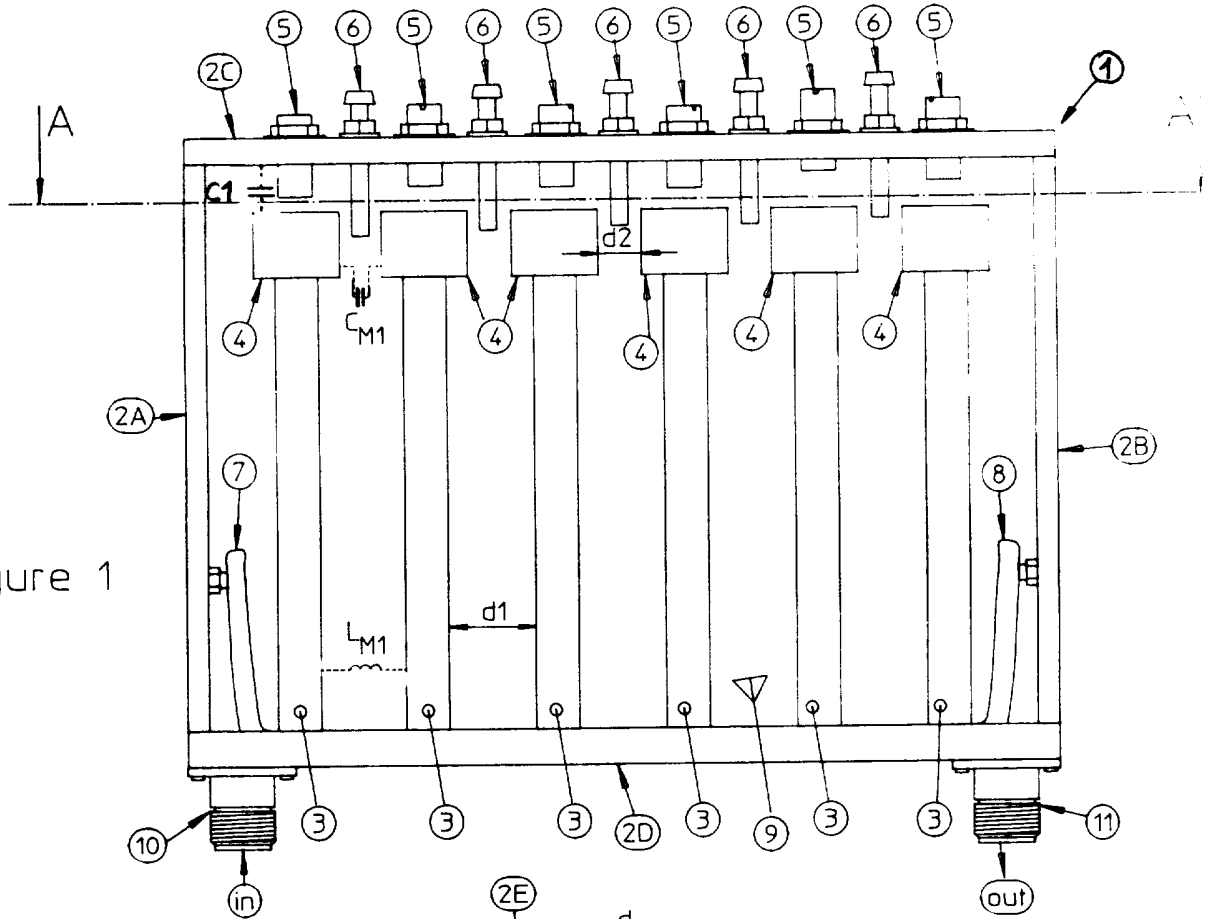


Figure 1

Section A-A

Figure 2

