

(19)



SUOMI - FINLAND
(FI)

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

(10) **FI 962715 A7**

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

(21)	Patenttihakemus - Patentansökan - Patent application	962715
(51)	Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation - International patent classification H01B 3/30 H01B 11/18	
(22)	Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date	01.07.1996
(23)	Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date	01.07.1996
(41)	Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public	02.01.1998
(43)	Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date	13.06.2019

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • NK Cables Oy, Kimmeltie 1, 02110 Espoo, SUOMI - FINLAND, (FI)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Tuunanen, Vesa, Helsinki, SUOMI - FINLAND, (FI)

2 • Martinsson, Hans-Bertil, Sverige, SVERIGE, (SE)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Seppo Laine Oy, PL 339, 00181 Helsinki

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

Koaksiaalinen suurtaajuuskaapeli sekä sen eriste

Koaxial-höghärfrekvenskabel samt isolering för denna

Koaksiaalinen suurtaajuuskaapeli sekä sen eriste

Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdannon mukainen koaksiaalinen suurtaajuuskaapeli.

5

Keksinnön kohteena on myös patenttivaatimuksen 9 johdannon mukainen kaapelin eristemateriaali.

10 Keksintöä käytetään radiotaajuisen signaalin, digitaalisen tai analogisen, siirtoon silloin kuin käytetyn siirtojärjestelmän vaatimuksena on pieni vaimennus siirtotiellä. Tyypillinen käyttökohde on radiolähettimen pääteasteen ja itse säätelevän antennin välinen tehonsyöttö tai radiovastaanottimen etuasteen ja vastaanottoantennin välinen yhteys sekä
15 näiden kombinaatiot. Esimerkkinä tällaisesta sovellutuksesta ovat solukkopuhelinjärjestelmien tukiasemat. Toinen sovellutus on mainittujen solukkopuhelinjärjestelmien radiokatveet esim. tunnelit, kellarit yms., joissa tällaisia kaapeleita käytetään säteilevinä elementteinä rei'itetyllä ulkojohtimella varustettuna. Myös kaapelitelevisioverkoissa joissa
20 siirrettävä signaali koostuu analogisista tai digitaalisista televisiokuvista on keksinnön mukainen kaapeli hyödyllinen, samoin uudenaikaisen puhelinverkon tilaajahaaroissa (access network), joissa siirtomediaksi on valittu koaksiaalikaapeli ja jossa siirretään laajakaistaista informaatiota. Lisäksi keksinnöstä on hyötyä laajakaistaisen dataverkon symmetrisissä kaapeliratkaisuissa. Keksinnön hyöty kasvaa käytettävän siirtotaajuuden kasvaessa, tyypillisesti on kyse taajuuksista muutamista megahertseistä muutamiin gigahertseihin.
25
30

35 Suurtaajuussiirtoon tarkoitettuja kaapelirakenteita sekä koaksiaalisia että symmetrisiä on valmistettu muovieristeisinä heti kun niihin soveltuvat polyolefiinimuovit tulivat markkinoille 1940-luvulla. Alhaisen permittiivisyyden (xxx) ja häviökertoimen (ccc) saavuttamiseksi on aikojen kuluessa käytetty lukemattomia muovi-ilma eristerakennekombinaatioita jotta eristekerroksen ilmaisuus saataisiin mahdollisimman suureksi ja vaimennus vastaavasti mahdollisimman alhaiseksi

kaapelin silti säilyttäessä mekaanisen käsiteltävyytensä. Mekaaniset taivutus-, puristus- ym ominaisuudet pääsääntöisesti huononevat vähennettäessä kiinteätä ainetta kaasumaisen kustannuksella kun taas vaimennus ja häviökerroin
 5 tästä pienenevät. Hyväksi kompromissiksi on osoittautunut vaahdotettu eristysmuovi, yleensä polyeteeni joka aikaansaadaan vaahdottamalla alunperin kiinteä eristysmassa ekstruderissa kaapelin eristystyövaiheessa.

10 Vaahdotus toteutettiin varhaisissa ratkaisuissa lisäämällä muovin sekaan erikoinen kemiallinen vaahdotusaine, eräänlainen "hiiva", joka aikaansai halutunlaisten umpinaisten kuplien syntymisen muoviin. Menetelmän eräs haitta on että eristysmuoviin jää vaahdotusaineiden jäämiä, jotka huonontavat häviökerrointa ja vaimennusta taajuusalueen yläpäässä.
 15 Osittain tämän vaikeuden voittamiseksi kehitettiin fysikaalisia vaahdotusmenetelmiä joissa muovipuristusprosessiin puhallettiin jotain inerttiä kaasua, aluksi freoneja, myöhemmin typpeä tai hiilidioksidia kuplien muodostamiseksi.
 20 Käytäntö on kuitenkin osoittanut että käytettiinpä kumpaa menetelmää tahansa vastaan tulee raja jota parempaan tulokseen vaimennuksen ja häviökertoimen suhteen ei enää päästä: vaahdotusastetta ei mekaanisista syistä enää voida lisätä, ja käytettävissä olevien muovien perusominaisuudet, jotka
 25 määräävät saavutettavat sähköiset ominaisuudet, on jo käytetty äärirajoilleen.

Tämän keksinnön tarkoituksena on poistaa edellä kuvatun tekniikan puutteellisuudet ja aikaansaada aivan uudentyyppinen koaksiaalinen suurtaajuuskaapeli sekä sen eriste.
 30

Keksintö perustuu siihen, että koaksiaalikaapelin eristeenä käytetään sellaista materiaalia, joka sisältää kahdesta eritiheyksisestä α -olefiinipolymeerista muodostuvan muoviseoksen. Edullisesti korkeamman tiheyden omaava polymeeri
 35 on keskitiheyspolyeteeniä ja sen määrä on ainakin puolet muoviseoksen painosta, jolloin se muodostaa muoviseoksen

matriisiin. Tyypillisesti muoviseos sisältää keskitiheyspolyeteeniä, matalatiheyksistä polyeteeniä sekä pienen määrän muovin stabilointiainetta.

- 5 Täsmällisemmin sanottuna keksinnön kaapelille on tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa.

- 10 Keksinnön mukaiselle eristysmassalle on puolestaan tunnusomaista se, mikä on esitetty patenttivaatimuksen 9 tunnusmerkkiosassa.

- 15 Keksinnön ensimmäisen edullisen sovellusmuodon mukaan eristeeseen sisältyvän polymeeri- eli muoviseoksen tiheys on noin 0,931 - 0,939, sulaindeksi (MFR) noin 1,5- 4,5 ja antioksidanttipitoisuus < 800 ppm. Se sisältää edullisesti noin 20 - 40 paino-% LD-polyeteeniä, 80 - 60 paino-% keskitiheyspolyeteeniä sekä noin 10 - 800 ppm (edellisten komponenttien painosta) stabilaattoria. Tällaisella koostumuksella on erinomaiset eristysominaisuudet: tg δ arvossa GHz on pienempi kuin 0,0002.

- 25 Toisen edullisen sovellutusmuodon mukaan eristeeseen sisältyy pieni määrä (< 1000 ppm) ydintäjäainetta, joka mahdollisesti on sekoitettu polyolefiiniin, kuten korkeatiheyksiseen polyeteeniin sen tasaiseksi jakamiseksi muoviseokseen. Tämän polyolefiinin määrä on tyypillisesti < 20 % seoksen painosta.

- 30 Keksinnön kolmannen edullisen sovellutusmuodon mukaan koaksiaalista suurtaajuuskaapelia varten tarkoitetun, kahta eritiheyksistä polyolefiinia sisältävän eristemassan ja kaapelin johtimien välille on sovitettu polymeerimateriaalista koostuvat tartunta- tai vastaaasti suojakerrokset, joiden paksuus on 1 - 500 μm , edullisesti noin 10 - 100 μm . Sopivimmin eristemassan ja sisäjohtimen väliin järjestetään tartuntakerros, joka koostuu samasta muoviseoksesta, joka

sisältyy eristemassaan. Tartuntakerroksen seosta on tällöin kuitenkin vaahdottamaton. Sanotut kerrokset suojaavat eristemateriaalia valmistusprosessin aikana.

5 Keksinnön avulla saavutetaan huomattavia etuja.

Keksinnön mukaisella vaahtomassaeristeellä saavutetaan kaksi merkittävää etua koaksiaalikaapelissa.

10 1. Pienemmät muovihäviöt - pienempi kaapelin pituussuuntainen vaimennus.

2. Korkeampi vaahtoaste - korkeampi kaapelin impedanssi ja pienempi vaimennus.

15

Keksinnön mukaisen vaahtoeristysmassan muovihäviöt on n. 80 % vaahtoasteella on n. 55×10^{-6} RAD. Aikaisemmilla Borealiksen massasekoituksilla on päästy n. 100×10^{-6} RAD tasoon ja muiden valmistajien massasekoituksilla n. 80×10^{-6} RAD tasoon. Tämä tarkoittaa kaapelin vaimennuksen pienentä esimerkiksi 1800 MHz:n taajuudella n. 0,5 dB, joka puolestaan lineaarisella asteikolla tarkoittaa vaimennuksen pienentämistä n. 30 %.

20

25 Paremman sulalujuuden ansiosta on vaahtoastetta voitu nostaa n. 78 % tasosta n. 82 %.

30

Uusien ominaisuuksien vaikutus kaapelin vaimennukseen nähdään oheisesta esimerkistä, jossa verrataan uuden- ja vanhan massan vaikutusta kaapelin vaimennukseen taajuuden funktiona.

35

Keksintöä ryhdytään seuraavassa lähemmin tarkastelemaan oheisten kuvioiden mukaisten suoritusesimerkkien avulla.

Kuvio 1 esittää perspektiivikuvantona yhtä keksinnön mukaista suurtaajuuskaapelia.

Kuvio 2 esittää esimerkkejä vaihtoehtoisista keksinnön mukaisista kaapeliratkaisuista.

5 Kuvio 3 esittää graafisesti keksinnön mukaisen kaapelin vaimennusta verrattuna tunnetun tekniikan mukaiseen kaape-
liin.

10 Kuvio 4 esittää graafisesti vertailua keksinnön mukaisen ja tunnetun tekniikan mukaisen kaapelin sähköisistä ominaisuuksista.

Kuvion 1 mukaisesti suurtaajuuskaapeli koostuu sisäjohtimesta 1, jonka ympärille on sijoitettu eristemateriaali 3. Eristysmateriaali sisältää tyypillisesti kuplia 2 eristysominaisuuksien parantamiseksi. Eristeen 3 ympärillä on ulkojohdin 4, jota puolestaan ympäröi vaippa 5.

15

20 Sisäjohtin 1 on tavallisimmin kuparilanka. Jos rakenteelta vaaditaan suurta taipuisuutta käytetään köysimäistä, kerrat-
tua sisäjohtinta 1. Kun kaapelin dimensiot ovat riittävän suuret ja käytettävät taajuudet riittävän korkeat, voidaan materiaalikustannuksissa säästää korvaamalla sisäjohtimen ydinosa kuparia halvemmalla metallilla kuten alumiinilla tai käyttäen putkimaista kuparijohtinta. Tämä aiheutuu siitä, että virran ahtautuminen (skin-effect) pakottaa suurilla taajuuksilla virran kulkemaan vain johtimen ohutta pintakerrosta myöten. Kun halutaan pienin mahdollinen vaimennus, voidaan sisäjohtimen johtavuutta parantaa hopeoimalla se.

25

30 Koaksiaalikaapelin vaimennuksen yhtälö voidaan suurilla taajuuksilla kirjoittaa seuraavasti:

$$\alpha = 9,95 \cdot 10^{-6} \sqrt{f} \sqrt{\epsilon_r} \frac{\frac{1}{a\sqrt{\sigma_a}} + \frac{1}{b\sqrt{\sigma_b}}}{\log \frac{b}{a}} + 9,10 \cdot 10^{-8} \sqrt{f} \epsilon_r \tan \delta$$

jossa

5

α = vaimennus dB/M

f = taajuus Hz

ϵ_r = suhteellinen permittiivisyys

a = sisäjohtimen säde m

10 b = ulkojohtimen säde

σ = sisäjohtimen johtavuus S/m

σ = ulkojohtimen johtavuus S/m

$\tan \delta$ = häviökerroin

15 Vaimennuksen yhtälöstä nähdään, että johtimien halkaisijasuhteen lisäksi vaimennus on riippuvainen johtimen johtavuudesta, taajuudesta, suhteellisesta permittiivisyydestä ja häviökertoimesta. Tärkeitä asioita ovat siis kaapelin poikkileikkauksen dimensiot, mitä suuremmat, sitä pienempi vaimennus ja eristerakenteen tehollinen permittiivisyys ja häviökerroin, mitä pienemmät, sitä parempi.

20 Kaapeleiden dimensioita ei käytännön käsiteltävyyden takia juurikaan kannata suurentaa nykyisestä, lisäksi käytettävien taajuuksien noustua useisiin gigahertseihin alkaa tulla vastaan TEM-aaltomuodon ylärajataajuus.

Kuparia johtavampi metalli on hopea, jonka hinta ja käsiteltävyys rajoittavat tehokkaasti sen käyttöä.

30

Niinpä ainoaksi keinoksi pienentää nykyisten kaapeleiden vaimennusta jää eristeen ja eristerakenteen parantaminen.

Kuviossa 2 on esitetty eräitä esimerkkejä käytetyistä muovii-
 ilmarakenteista. Nykyisin käytössä näistä rakenteista on
 kohdassa E esitetty rakenne, jossa eristeenä on vaahdotettu
 polyeteeni, jossa joskus käytetään mekaanisista syistä
 5 solideja pintakerroksia.

Ulkojohdin 4 on tavallisimmin metalliputki joka on esimer-
 kiksi kuparia tai alumiinia. Metalliputki 4 voi olla hitsat-
 tu hermeettiseksi tai olla muodostettu pitkittäisestä tai
 10 kierretystä limitetystä metallinauhasta. Kun rakenteelta
 vaaditaan poikkeuksellista taipuisuutta, käytetään ulkojoh-
 timena ohuista kuparilangoista punottua palmikkoa tai keh-
 räystä. CATV- ja datakaapeleissa käytetään usein muovitettua
 metallifoliota tai tällaisen palmikon tai kehräyksen yhdis-
 15 telmää.

Kun ulkojohdin on hitsattu metalliputki, korrugoidaan tämä
 kaapelin taipuisuuden parantamiseksi. Suurimmilla dimensi-
 oilla tämä tehdään myös sisäjohtimille.

20 Koaksiaalisen ulkojohtimen 4 päälle ekstrudoidaan yleensä
 ulkovaippa 5, joka aina käyttöympäristönsä mukaan on taval-
 lisesti UV-suojattua polyeteeniä tai PVC:tä. Eräissä sisä-
 asennuksissa käytetään nykyisin halogeenittomia, huonosti
 25 palavia ja savua muodostamattomia erikoismuoveja.

Eristysmassakehityksen tärkein tavoite on kehittää vaah-
 toeristysmassa, jolla on hyvin pieni sähköinen häviökerroin
 ja jolla on samalla hyvä sulalujuus. Pieni häviökerroin
 30 liittyy oleellisesti muovin valmistusteknologiaan. Vain
 tarkoitukseen soveltuvalla reaktortyyppillä ja oikealla
 katalysaattoritekniikalla pystytään valmistamaan sähköisesti
 riittävän puhdasta polymeeriä.

35 Uuden vaahtoeristysmassan kumpikin massakomponentti on
 valmistettu matalapainereaktorissa.

Eristysmassan toinen tärkeä ominaisuus on hyvä sulalujuus. Muovin sulalujuudella vaahdotustapahtumassa tarkoitetaan lujittumisominaisuutta, jota tarvitaan kun muovi joutuu voimakkaaseen venytykseen kuplan muodostumisvaiheessa. Ts.
 5 muovi lujittuu eniten kaikkein venyneemmästä kohdasta. Tällä ominaisuudella voidaan valmistaa kuplarakenne, jossa on monitahokas ohut kuplan seinämä. Tasomainen seinämärakenne ja pienet solmukohdat seinämien nurkkapisteissä mahdollistavat korkean vaahtoasteen.

10

Helposti saavutettava 70 % vaahtoaste saavutetaan pyöreäkuppalaisella vaahtorakenteella. Uudella eristysmassalla saavutetaan 82 % vaahtoaste. Massan hyvät sulalujuusominaisuudet saavutetaan sekoittamalla kahta pienihäviöistä muovია sopi-
 15 vassa suhteessa toisiinsa. Massan parhaan sulalujuusalueen massanlämpötilan on oltava vaahtomuovipuristimen massanlämpö säätömahdollisuuksien rajoissa. Uuden massasekoituksen paras sulalämpö on 170 ± 2 °C. Tämä lämpötila sopii hyvin vaahtopuristustekniikkaan.

20

Keksinnön mukainen eristysmassa sisältää muoviseosta (polymeriseosta), joka käsittää kahden eritiheyksisen α -olefiinipolymeerin seoksen. Polyolefiinit voivat sisältyä yhtäsuurina määrinä seokseen, mutta edullisesti korkeamman tiheyden omaava polymeeri muodostaa polymeeriseoksen matriisin eli jatkuvan faasin. Polyolefiinit voivat olla polyeteenejä tai polypropeeneja. Sopivimmin seos koostuu matalatiheyksisestä polyeteenistä (LDPE) ja keskitiheyspolyeteenistä (MDPE), etenkin lineaarisesta keskitiheyspolyeteenistä. Keksinnössä käytettävän matalatiheyksisen polyeteenin tiheys on yleensä noin 0,910 - 0,930, edullisesti noin 0,920 - 0,928, ja keskitiheyksisen polyteenin noin 0,930 - 0,945, edullisesti noin 0,937 - 0,943. On todettu, että modifioimalla matriisin muodostavan keskitiheyspolyeteenin mekaanisia ominaisuuksia sekoittamalla siihen matalatiheyksistä polyeteeniä saadaan aikaan juuri kaapelien eristysmassoihin erityisen sopiva materiaali, jolla on hyvä
 25
 30
 35

5 sulalujuus ja eristekyky. Erityisen edullisesti käytetään LDPE-laatua, jonka MFR-arvo on noin 3,0 - 5,5, tg δ 1 GHz:ssa on pienempi kuin 0,00025 rad, ja MDPE-laatua, jonka MFR on 2,0 - 5 ja tg δ arvossa 1 GHz on pienempi kuin 0,0002 rad.

10 Polymeeriseos sisältää edullisesti noin 1 - 50 paino-% LDPE:tä ja 50 - 99 paino-% MDPE:tä sekä korkeintaan noin 0,1 paino-% (1000 ppm, muiden komponenttien painosta) sinänsä tunnettuja muovin lisä- ja apuaineita. Sopivimmin muoviseos sisältää noin 10 - 45, edullisesti noin 20 - 40, paino-% LDPE:tä ja noin 85 - 55, edullisesti noin 80 - 60, paino-% MDPE:tä ja vähemmän kuin 800 ppm (muiden komponenttien painosta) stabilaattoria (antioksidanttia). Kuten yllä
15 todettiin tällaisen muoviseoksen tiheys on noin 0,931 - 0,939, MFR: 1,5 - 4,5, tg δ arvossa 1 GHz < 0,0002 ja antioksidanttipitoisuus < 800 ppm.

20 Kuten alla esitettävästä esimerkistä käy ilmi päästään erityisen hyviin ominaisuuksiin käyttämällä muoviseosta, joka sisältää LDPE:tä ja MDPE:tä painosuhteella 1:1,5 - 1:4, esim. 1:3.

25 LDPE ja MDPE sisältävät tavallisesti kumpikin komonomeereja, esim. korkeampia α -olefiineja, kuten propeenaa, buteenaa, 4-metyylipentteeniä, 1-hekseeniä ja/tai 1-okteeniä, tai vinyylasetaattia. Komonomeereilla vaikutetaan polymeerien ominaisuuksiin, kuten kiteysyyteen ja lujuusominaisuuksiin.

30 Muoviseoksen tulee sisältää mahdollisimman vähän muovien lisä- ja apuaineita, jotka saattavat huonontaa massan eristysominaisuuksia. Etenkin tulee välttää polaarisia lisäaineita ja epäpuhtauksia. Keksinnön mukainen muoviseos sisältää siksi sopivimmin pelkästään jotain antioksidanttia, jonka määrä on noin 50 - 1000 ppm, sopivimmin korkeintaan
35 750 ppm. Sopivista stabilaattoreista voidaan mainita tetrakis[metyleen(3.5-ditertiaaributyyli-4-hydroksi-hydro-

kinnamaatti)]metaani.

5 Muovin vaahdotus tapahtuu muovipuristimessa. Puristimen sylinteriin puristetaan korkeapaineita n. 500 bar Typpi- kaasua. Typpikaasun tilavuusvirtaa säädetään paineen ja ruiskutus-suuttimien pinta-alan avulla. Kaasu liukenee sulaan muoviin. Kun muovi virtaa ulos puristustyökaluista, niin muoviin liuennut kaasu vapautuu ja vaahtoaminen tapahtuu.

10 Korkean vaahtoasteen saavuttamiseksi tarvitaan oikea vaahto- muovisekoitus ja tarkasti oikein annosteltu kaasun määrä sekä lisäaine, jolla määrätään vaahdotuksen kannalta edulli- sin kuplakoko. Eräs tällainen sopiva lisäaine ns. ydintäjä- aine (nuclear agent) on atsodikarbonamidi. Tälle aineelle
15 ominaisia piirteitä on

- oikea raekokojakauma n. 5 - 15 μm
- oikea hajoamislämpötila n. 200 °C
- sähköinen puhtaus (ei saa olla seassa polaarisia metalli-
20 johdannaisia aineita)
- vaahdotuksen kannalta oikea määrä joka on 150 - 180 ppm
- aineen täytyy olla homogeenisesti sekoitettu vaahtomas-
saan.

25 Ydintäaine voidaan sekoittaa vaahtomassaan suoraan sellaise- naan, mutta se voidaan myös sekoittaa ensin johonkin poly- olefiiniin, joka sitten puolestaan sekoitetaan eristysmassan kanssa. Esimerkkinä sopivasta polyolefiinista mainittakoon HDPE, esimerkiksi suurtaajuus-vahtoeristysmassa Borealis HE
30 1102. Oikea määrä ja tasainen sekoitus saadaan aikaan se- koittamalla tätä massaa 1 - 20 %, edullisesti noin 2 - 15 %, erityyppisen edullisesti noin 5 - 12 % vaahtoeristysmassan ME 1104 joukkoon. Sekoitus tapahtuu muovipuristimen syöttöaukon
35 päällä olevalla sekoituskoneistolla. Ydintäainetta voidaan lisätä polyolefiinin joukkoon noin 100 - 800 ppm, tyypilli- sesti noin 200 - 600 ppm.

Vaahtoeristeen ja sisäjohtimen välille voidaan haluttaessa muodostaa ohut, tyypillisesti noin 10 - 200 μm paksu tartuntakerros, joka koostuu polyolefiinimateriaalista. Erityisen edullisesti tartuntakerros muodostetaan samasta materiaalista kuin muovimassa, eli ME 1104:stä, joka tarvittaessa sisältää pienen määrän (0,01 - 0,5 %) adheesiota parantavaa ainetta, kuten etyleeniakryylihappoa. Vaahtoeristeen ja ulkojohtimen välille voidaan niinikään järjestää ohut skin-kerros, joka estää uloimman kuplakerroksen rikkoutumisen ja siitä aiheutuvan veden imeytymisen eristeeseen valmistusprosessin aikana. Skin-kerros koostuu esimerkiksi LD-muovista. Uloimman skin-kerroksen paksuus on samaa suuruusluokkaa kuin yllä mainitun tartuntakerroksen.

15

Esimerkkikaapeli on RF 1 5/8 - 50

Kaapelin päämitat on:

	Keskilanka	17,3 mm
	Eristys	42,5 mm
20	Ulkojohdin	46,5 mm
	Vaippa	50 mm

Eristykseen käytetään vaahtoeristettä, joka sisältää muovimassaa, jonka koostumus on seuraava:

25

24 % Borealis LE 4510 PE (tiheys 0,924, MFR 4,2)

76 % Borealis MIM 4034 Medium (Keskitiheyksinen) PE
(tiheys 0,940 ja MFR 3,5)

600 ppm (laskettuna LE 4510:n ja MIM 4034:n yhteismäärästä)

30

Irganox 1010; muovin stabilointiaine (antioksidantti)

Tämän massasekoituksen nimeksi on annettu Borealis ME 1104.

Sen ominaisuudet ovat seuraavat: tiheys 0,935, MFR 3,0 ja tg δ arvossa 1 GHz $\leq$ 0,0002.

35

Vaahtoeristeestä 90 % on edellä mainittua massaa ja 10 % on

HD-polyeteeniä (HE 1102, Borealis AB), jossa on 400 ppm
atsodikarbonamidia (Genitron PA 20) ydintäjäaineena.

5 Vaahtoeristeen ja sisäjohtimen välille on sovitettu noin 50
μm paksu tartuntakerros, joka koostuu samasta materiaalista
kuin muovimassa, eli ME 1104:stä, joka sisältää pienen
määrän 0,2 etyleeniakryylihappoa. Vaahtoeristeen ja ulkojoh-
timen välille on puolestaan järjestetty 50 μm:n skin-kerros,
joka koostuu tuotenimellä LE 8706 markkinoitavasta polymee-
10 ristä.

Vertailukoetta varten (ks. kuvion 4 alue 15) valmistettiin
tunnetun tekniikan mukainen kaapeli, jossa eristekerros
sisälsi 90 % LD-polyeteeniä (BPD 8063, toimittaja BP) ja 10
15 % HD-polyeteeniä (DGDA 6944, toimittaja Union Carbide).
Ydintäjäaineena käytettiin 150 ppm atsodikarbonamidia (Ge-
nitron PA 20).

20 Kuviossa 3 on esitetty vertailu keksinnön mukaisen ja tunne-
tun tekniikan mukaisen kaapelin välillä taajuuden funktiona.
Kuviosta käy ilmi, että esimerkiksi uuden taajuustandardin
mukaisella taajuudella (1800 MHz) tunnetun tekniikan mukai-
sen kaapelin vaimennus 12 on n. 0,5 dB suurempi kuin keksin-
nön mukaisella kaapelilla 13. Lineaarisella asteikolla tämä
25 tarkoittaa n. 30 % eroa keksintömme hyväksi. Toisin sanoen
keksinnön mukaisella kaapelilla sähkötehosta siirtyy kohtee-
seen, kuten esimerkiksi tukiaseman antenniin, 30 % enemmän
kuin tunnetun tekniikan mukaisissa ratkaisuihin. Käyrä 10
puolestaan kuvaa tunnetun tekniikan mukaisen massan osuutta
30 kokonaisvaimennuksesta ja vastaavasti käyrä 11 keksinnön
mukaisen massan osuutta kokonaisvaimennuksesta.

35 Kuviossa 4 on puolestaan kuvattu erilaisten massojen sähköi-
siä ominaisuuksia. Alue 14 edustaa periaatteessa hyväksyttä-
viä sähköisiä ominaisuuksia kaapelille. Pystyakselilla on
kaapelin impedanssi ja vaaka-akselilla vaimennus. Tavoiteim-
pedanssi on 50 ohmia ja vaihteluväliksi on sallittu ± 1

ohmia ja maksimivaimennukseksi sallittu 4 dB/100 m taajuudella 1800 Mhz. Alue 15 kuvaa tunnetun tekniikan mukaisilla massoilla saatavia impedanssi- ja vaimennusarvoja, jotka ovat aivan sallitun alueen äärirajoilla. Keksinnön mukaisella massalla puolestaan päästään alueelle 16, jonka keskimääräinen vaimennus on n. 0,5 dB alhaisempi kuin alueen 15 vaimennus. Muovihäviökäyrät 17 ja 18 edustavat keksinnön mukaisten kaapeleiden impedansseja eristemassan eri vaahdotusasteilla ja muovihäviökäyrät 19 ja 20 tunnetun tekniikan mukaisten kaapeleiden impedansseja eristemassan eri vaahdotusasteilla.

Perusratkaisuna keksinnössä on koaksiaalinen matalavaimennuksinen antennisyöttökaapeli. Toinen keksinnön kohde on säteilevä kaapeli solukkopuhelinkäyttöön. Tässä sovelluksessa on rei'itetty ulkojohdin.

CATV- eli kaapelitelevisioverkon kaapelit ovat lähinnä ulkojohdinrakenteeltaan yksinkertaisempia ja halvempia, niillä on edellisistä eroava mitoitus. Laajakaistaisen access-verkon kaapelit ovat rakenteeltaan samoja kuin CATV-kaapelit.

Dataverkon laajakaistakaapelit ovat edellisistä poiketen symmetrisiä parikaapeleita.

Patenttivaatimukset:

1. Koaksiaalinen suurtaajuuskaapeli, joka käsittää
 - sisäjohtimen (1),
 - 5 - sisäjohtimen (1) ympärille muodostetun eristemateriaalin (3) ja
 - eristemateriaalin (3) ympärille muodostetun ulkojohtimen (4),
- t u n n e t t u siitä, että
 - 10 - eristemateriaali (3) on muoviseos, joka sisältää kahden eritiheyksisen α -olefiinipolymeerin seoksen, jolla on hyvä sulalujuus ja jonka $\tan \delta$ arvossa 1 GHz on $\leq 0,0002$ rad, ja tämä muoviseos on vaahdotettu ainakin yli noin 78 %:n vaahdotusasteeseen.
- 15 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen kaapeli, t u n n e t t u siitä, että korkeamman tiheyden omaava polymeeri muodostaa muoviseoksen matriisin.
- 20 3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen kaapeli, t u n n e t t u siitä, että muoviseoksen tiheys on 0,931 - 0,939 ja sulaindeksi 1,5 - 4,5.
- 25 4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen kaapeli, t u n n e t t u siitä, että muoviseos sisältää ydintäjäainetta, jonka määrä on noin 10 - 1000 ppm.
- 30 5. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen kaapeli, t u n n e t t u siitä, että muoviseos sisältää noin 1 - 50 paino-% LD-polyeteeniä ja 50 - 99 paino-% keskitiheyspolyeteeniä sekä korkeintaan noin 0,1 paino-% stabilaattoria.
- 35 6. Patenttivaatimuksen 5 mukainen kaapeli, t u n n e t t u siitä, että muoviseos sisältää noin 20 - 40 paino-% LD-polyeteeniä ja noin 80 - 60 paino-% keskitiheys-polyeteeniä ja korkeintaan noin 800 ppm stabilaattoria.

7. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen kaapeli, t u n n e t t u siitä, että sisäjohtimen ja eristysmateriaalin välille on sovitettu tartuntakerros, joka sisältää samaa polymeeriseosta kuin eristysmateriaali.

5

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen kaapeli, t u n n e t t u siitä, että tartuntakerroksen paksuus on noin 10 - 1000 μm , edullisesti noin 20 - 100 μm .

10

9. Jonkin patenttivaatimuksen 1 - 8 mukainen kaapeli, t u n n e t t u siitä, että vaahtoeristeen ja ulkojohtimen välille on järjestetty ohut skinkerros.

15

10. Vaahdotetusta polymeerimateriaalista koostuva kaapelin eristysmassa (3), t u n n e t t u siitä, että polymeerimateriaali käsittää muoviseoksen, joka sisältää kahden eritiheyksisen α -olefiinipolymeerin seoksen, jolla on niin hyvä sulalujuus ja jonka tg δ arvossa 1 GHz on $\leq 0,0002$ rad, ja tämä muoviseos on vaahdotettavissa ainakin noin 78 %:n vaahtoasteeseen.

20

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen eristysmassa, t u n n e t t u siitä, että korkeamman tiheyden omaava polymeeri muodostaa muoviseoksen matriisin.

25

12. Patenttivaatimuksen 10 tai 11 mukainen eristysmassa (3), t u n n e t t u siitä, että muoviseos sisältää noin 1 - 50 paino-% LD-polyeteeniä ja 50 - 99 paino-% keskitiheyspolyeteeniä sekä korkeintaan noin 0,1 paino-% stabiliaattoria.

30

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen eristysmassa (3), t u n n e t t u siitä, että muoviseos sisältää noin 20 - 40 paino-% LD-polyeteeniä, jonka tiheys on noin 0,920 - 0,928, sulaindeksi 3,0 - 5,5 ja tg δ arvossa 1 GHz on pienempi kuin 0,00025 rad, ja noin 80 - 60 paino-% keskitiheyspolyeteeniä, jonka tiheys on noin 0,937 - 0,943, sulaindeksi 2,0 - 5,0 ja tg δ arvossa 1 GHz on pienempi kuin 0,0002 rad,

35

sekä korkeintaan noin 800 ppm antioksidanttia.

14. Jonkin patenttivaatimuksen 10 - 13 mukainen eristysmassa
(3), t u n n e t t u siitä, että muoviseoksen tiheys on
5 0,931 - 0,939 ja sulaindeksi 1,5 - 4,5.

15. Jonkin patenttivaatimuksen 10 - 14 mukainen eristysmassa
(3), t u n n e t t u siitä, että muoviseos sisältää stabi-
laattorina 10 - 800 ppm tetrakis[metyleeni(3.5-ditertiaari-
10 butyyli-4-hydroksi-hydrokinnamaatti)]metaania.

16. Jonkin patenttivaatimuksen 10 - 15 mukainen eristysmas-
sa, t u n n e t t u siitä, että se sisältää 10 - 1000 ppm
ydintäjäainetta.
15

17. Jonkin patenttivaatimuksen 10 - 16 mukainen eristysmas-
sa, t u n n e t t u siitä, että muoviseos sisältää 1 - 20
%, edullisesti noin 2 - 15 % kolmatta polyolefiinia.



Patentkrav:

1. Koaxial-högfrekvenskabel, omfattande

- 5 - en inre ledare (1),
- isoleringsmaterial (3), som är anordnat omkring den inre ledaren (1), och
- 10 - en omkring isoleringsmaterialet (3) anordnad yttre ledare (4),

k ä n n e t e c k n a d av att

- 15 - isoleringsmaterialet (3) utgörs av en expanderad plastblandning, som innehåller en blandning av två α -olefinpolymerer med olika täthet.

2. Kabel enligt krav 1, k ä n n e t e c k n a d av att
- 20 polymeren med den högre tätheten bildar plastblandningens matris.

3. Kabel enligt krav 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a d av att plastblandningen uppvisar en täthet på 0,931 - 0,939, ett smältindex på 1,5 - 4,5 och ett tg δ vid 1 GHz av
- 25 $\leq 0,0002$ rad.

4. Kabel enligt något av de föregående kraven, k ä n n e t e c k n a d av att plastblandningen innehåller ett skumbildningsämne, vars mängd uppgår till ca 10 - 1000 ppm.
- 30

5. Kabel enligt något av de föregående kraven, k ä n n e t e c k n a d av att plastblandningen innehåller ca 1 - 50 vikt-% av en LD-polyeten och 50 - 99 vikt-% av en mediumdensitetspolyeten samt högst ca 0,1 vikt-% stabilisator.
- 35

6. Kabel enligt krav 5, k ä n n e t e c k n a d av att

plastblandningen innehåller ca 20 - 40 vikt-% av en LD-polyeten och 80 - 60 vikt-% av en mediumdensitets-polyeten samt högst ca 800 ppm av en stabilisator.

- 5 7. Kabel enligt något av de föregående kraven, k ä n n e -
t e c k n a d av att mellan den inre ledaren och isole-
ringsmaterialet är ett adhesionskick anordnat, vilket
innehåller samma polymerblandning som isoleringsmaterialet.
- 10 8. Kabel enligt krav 7, k ä n n e t e c k n a d av att
adhesionsskiktets tjocklek uppgår till ca 10 - 1000 μm ,
företrädesvis ca 20 - 100 μm .
- 15 9. Kabelisoleringsmassa (3) av expanderat polymermaterial,
k ä n n e t e c k n a d av att polymermaterialet omfattar
en plastblandning, som innehåller två α -olefinpolymerer med
olika täthet.
- 20 10. Isoleringsmassa enligt krav 9, k ä n n e t e c k n a d
av att polymeren med den högre tätheten bildar plastbland-
ningens matris.
- 25 11. Isoleringsmassa (3) enligt krav 9 eller 10, k ä n n e -
t e c k n a d av att plastblandningen innehåller ca 1 - 50
vikt-% av en LD-polyeten och 50 - 99 vikt-% av en mediumden-
sitetspolyeten samt högst ca 0,1 vikt-% stabilisator.
- 30 12. Isoleringsmassa (3) enligt krav 11, k ä n n e -
t e c k n a d av att plastblandningen innehåller ca 20 -
40 vikt-% av en LD-polyeten, som uppvisar en täthet av ca
0,920 - 0,928, ett smältindex av 3,0 - 5,5 och ett tg δ vid
1 GHz på mindre än 0,00025 rad, och ca 80 - 60 vikt-% av en
mediumdensitetspolyeten, som uppvisar en täthet av 0,937 -
0,943, ett smältindex 2,0 - 5,0 och ett tg δ vid 1 GHz på
35 mindre än 0,0002 rad, samt högst 800 ppm antioxidant.
13. Isoleringsmassa (3) enligt något av kraven 9 - 12,

k ä n n e t e c k n a d av att plastblandningen uppvisar en täthet av 0,931 - 0,939, ett smältindex av 1,5 - 4,5 och ett tg δ vid 1 GHz av $\leq 0,0002$ rad.

5 14. Isoleringsmassa (3) enligt något av kraven 9 - 13, k ä n n e t e c k n a d av att plastblandningen innehåller såsom 10 - 800 ppm tetrakis[metylen(3.5-ditert.-butyyli-4-hydroxi-hydrokinamat)]metan såsom stabilisator.

10 15. Isoleringsmassa (3) enligt något av kraven 9 - 14, k ä n n e t e c k n a d av att den innehåller 10 - 1000 ppm av ett skumningsmedel.

15 16. Isoleringsmassa (3) enligt något av kraven 9 - 15, k ä n n e t e c k n a d av att plastblandningen innehåller 1 - 20 %, företrädesvis ca 2 - 15 % av en tredje polyolefin.

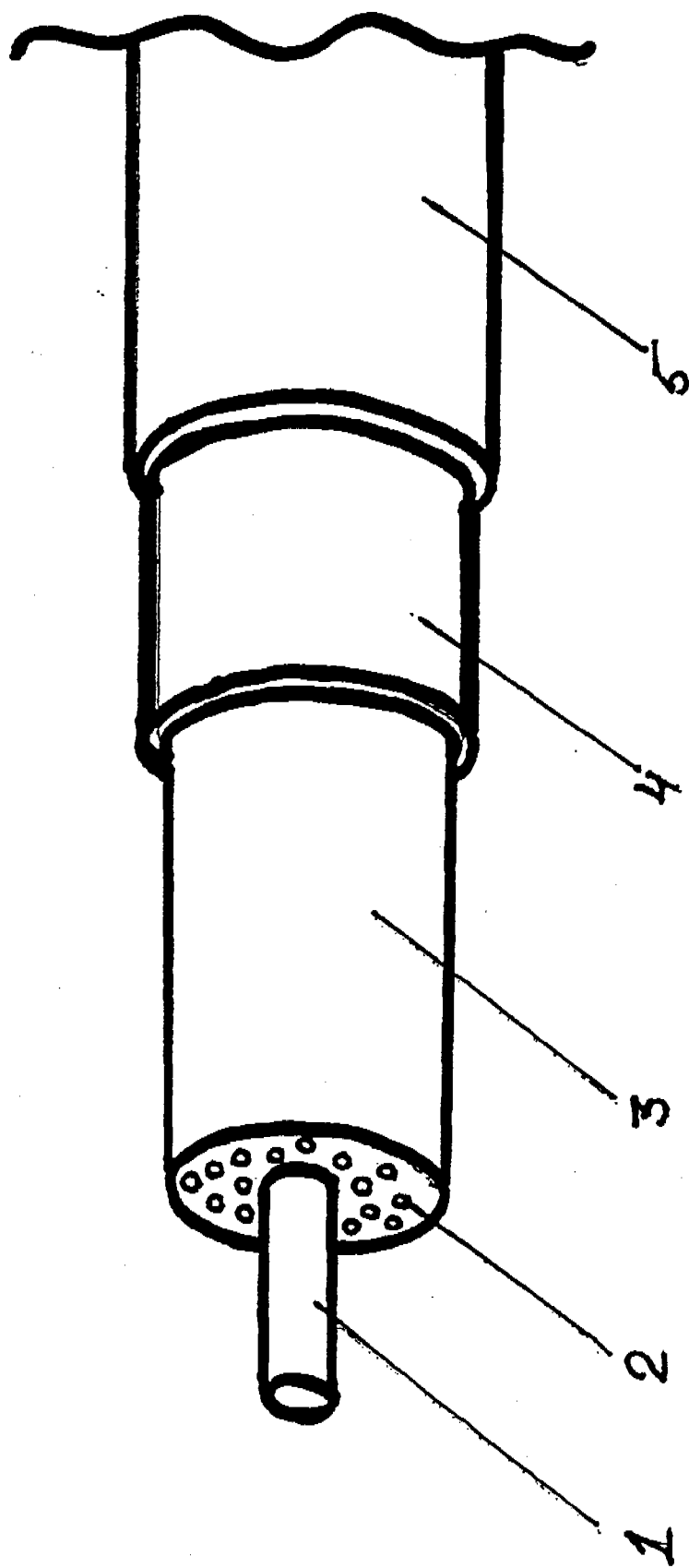


Fig. 1

1. SISÄJOHDIN
2. KUPLAT
3. ERISTYS
4. ULKOJOHDIN
5. VAIPPA

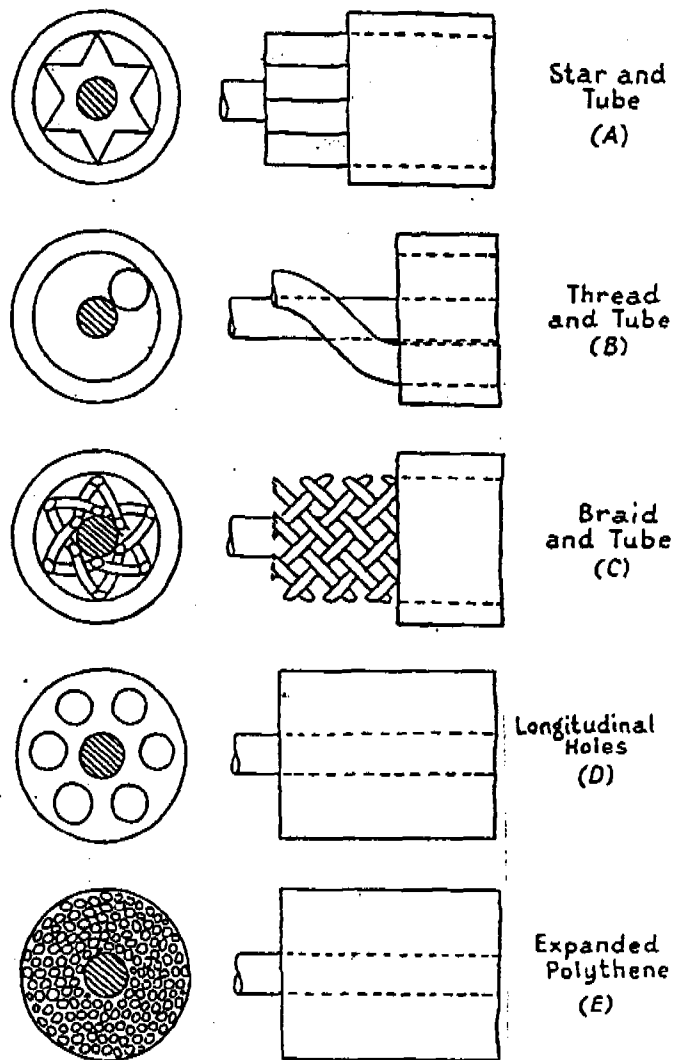
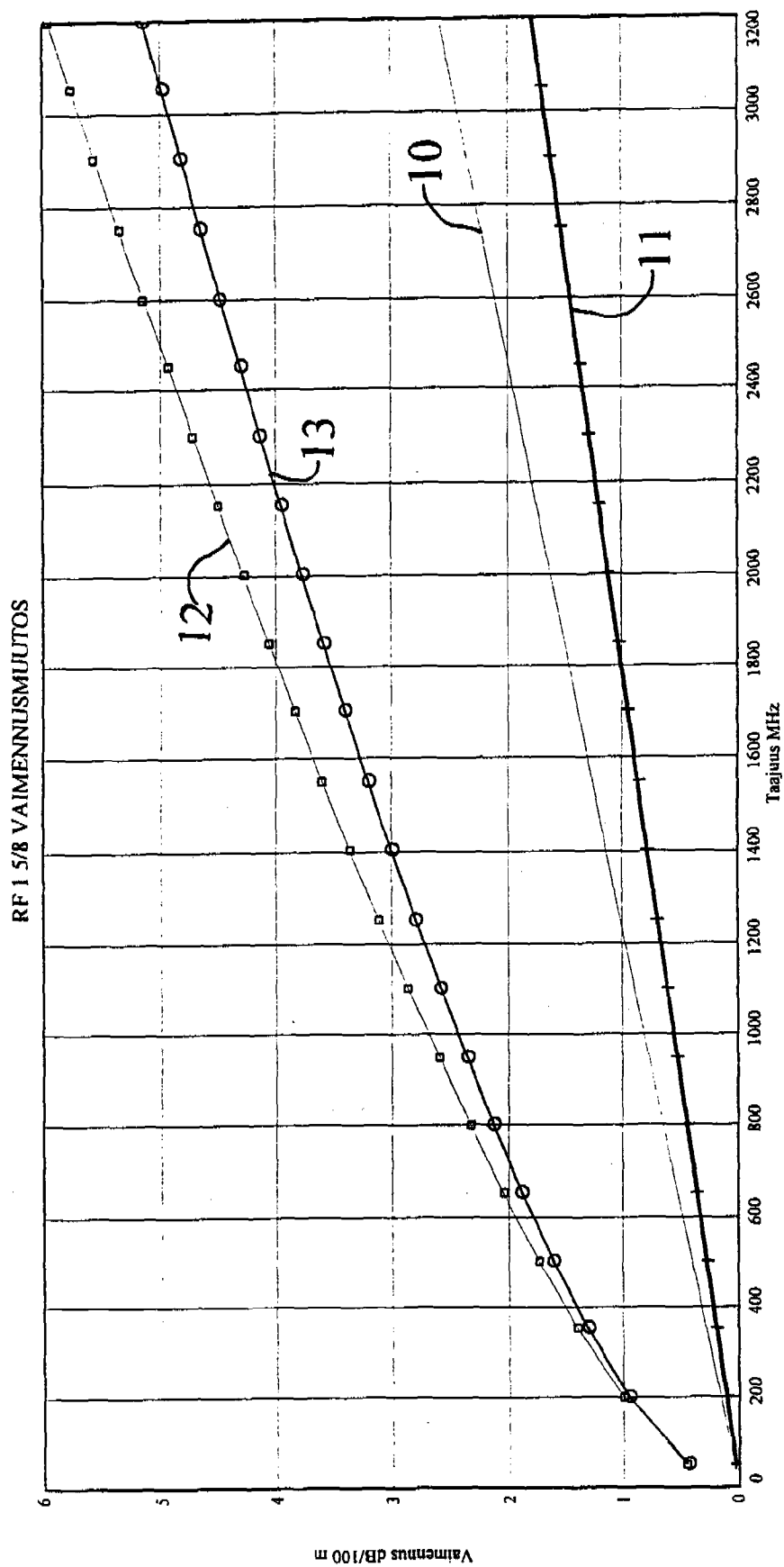


FIG. 11.28. SEMI-AIR-SPACED POLYTHENE CABLES

Fig. 2



- Vanhan eristeen osuus vaimennuksesta
- + Uuden eristeen osuus vaimennuksesta
- x Vaimennus vanhalla massalla
- o Vaimennus uudella massalla

Fig. 3

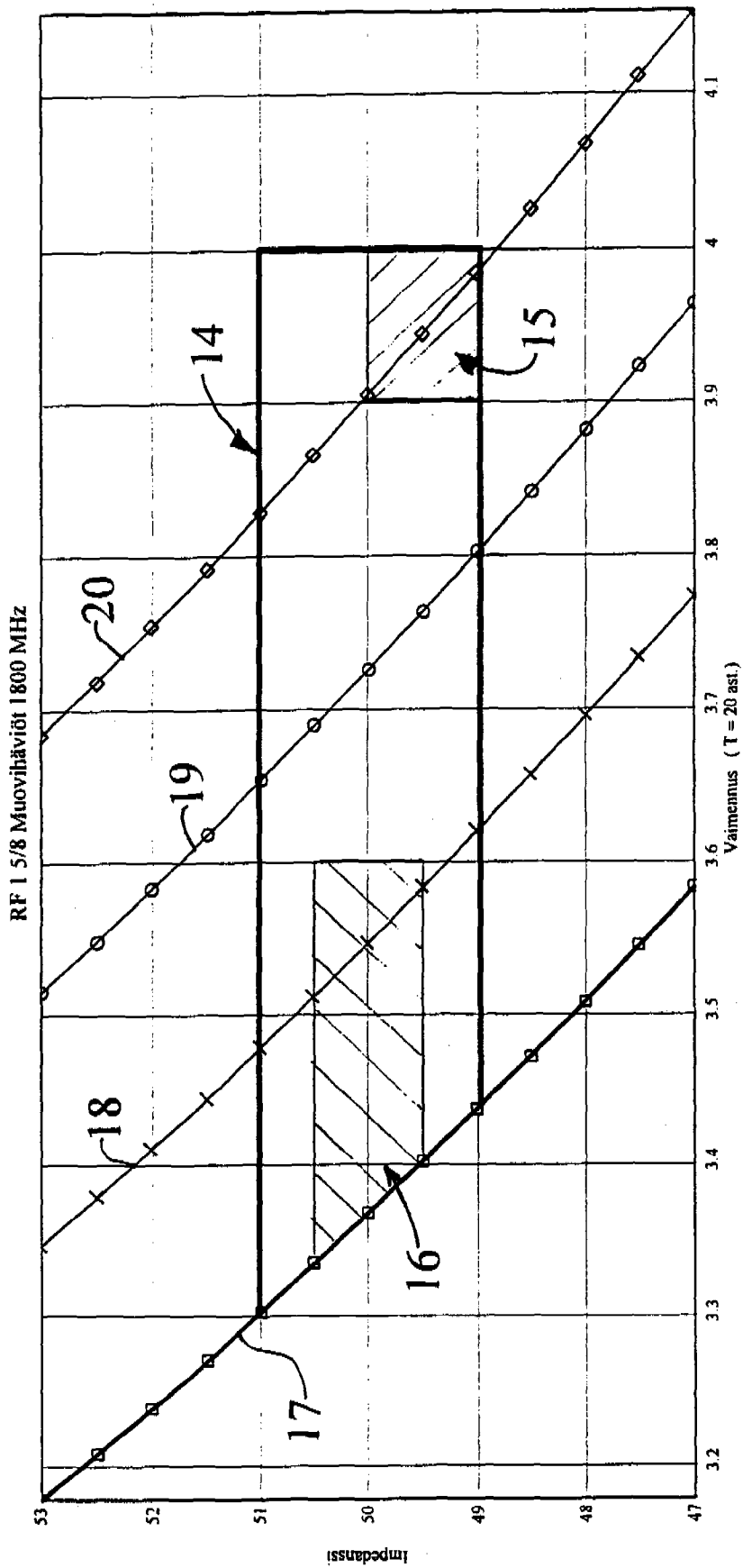


Fig. 4

HAKEMUSNUMERO	LUOKITUS
962715	H01B 3/30 // 11/18
☐ jatkuu kääntöpuolella	

TUTKITTU AINEISTO
Patenttivirastojen julkaisut FI, SE, NO, DK, DE, CH, EP, WO, GB, US:
H01B 3/30, 3/44, 11/18
☐ jatkuu kääntöpuolella
Muu aineisto
Dialog-tiedonhaku ja tietokannuista World Patents Index, Claims / U.S. Patents ja U.S. Patents Fulltext
☐ jatkuu kääntöpuolella

VIITEJULKAISUT		
Kategoria*)	Julkaisun tunnistetiedot	Koskee vaatimuksia
X	US A 4204086 (B29D 27/00, Sumitomo Electric Industries, Ltd.)	1, 9
☐ jatkuu kääntöpuolella		
*) 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	
20.5.1997		