



FI000100743B



SUOMI-FINLAND

(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen(12) PATENTTIJULKAISU
PATENTSKRIFT

(10) FI 100743 B

(45) Patentti myönnetty - Patent beviljats 13.02.98

(51) Kv.lk.6 - Int.kl.6

H 01B 7/02, 9/06

(21) Patenttihakemus - Patentansökning 895010

(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag 20.10.89

(24) Alkupäivä - Löpdag 20.10.89

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig 22.04.90

(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet

21.10.88 IT 22397/88 P

(73) Haltija - Innehavare

1. Societa' Cavi Pirelli S.p.A., Piazzale Cadorna 5, Milano, Italy, (IT)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Bosisio, Claudio, Via Canonica 7, Brembate Sotto (MI), Italy, (IT)

2. Campana, Antonio, Via Vincenzo da Seregno, 18, Milano, Italy, (IT)

(74) Asiamies - Ombud: Berggren Oy Ab, Jaakonkatu 3 A, 00100 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

Sähkökaapeli
Elkabel

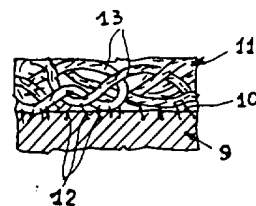
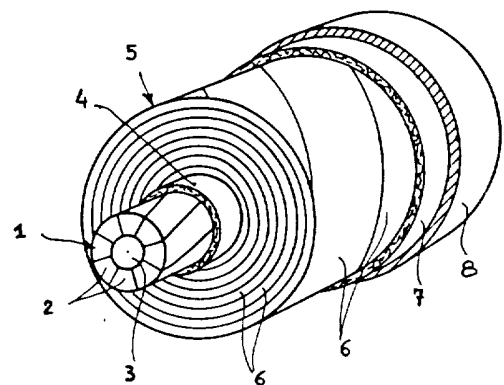
(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

EP A 144560 (H 01B 3/52, Sumitomo Electric Industries Limited),

US A 3749812 (H 01B 7/02, Edward Henry Reynolds, Derek Reginald Edwards)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Kaapeli, joka on varustettu kerrostetulla eristeellä (5), joka on kyllästetty eristysnesteellä ja muodostettu laminaatititeippikierroksista (6), joka laminaatti käsittää ainakin ohuen paperikerroksen (11) ja polymeerimateriaalikalvon (9). Laminaatissa, joka muodostaa kaapelin kerrostetun eristeen (5), joukko selluloosakuitujen (13) fibrillejä, jotka ovat ohuen paperikerroksen (11) pinnalla (10) muovimateriaalikalvoon (9) päin käännettyinä, työntyvät mainitusta pinnasta (10) ja ovat uponneina polymeerimateriaalikalvoon (9).



100743

Kabel, som är försedd med en laminerad isolering (5), som är impregnerad med isoleringsvätska och gjord av laminat-tejpvarv (6), vilket laminat utgörs av åtminstone ett tunnt papperslager (11) och en polymermaterialfilm (9). I laminatet, som utgör kabelns laminerade isolering (5), en mängd sellulosafibers (13) fibriller, som är på ytan (10) av det tunna papperslagret (11) riktade mot plastmaterialfilmen, utskjuter från den nämnda ytan (10) och är inbäddade i polymermaterialfilmen (9).

Sähkökaapeli

Kyseessä olevan keksinnön kohteena ovat sitä tyyppi olevat yksisäikeiset ja monisäikeiset sähkökaapelit, joissa johtimia ympäröi kerrostettu eriste, joka on kyllästetty eristävällä nesteellä.

Kyseessä olevassa hakemuksessa termin eristävä neste tarkoituksena ei ole tarkoittaa ainoastaan eristäviä nesteöljyjä, vaan myös suuriviskoosisia eristäviä öljyjä ja seoksia.

Esimerkkejä kaapeleista, joihin kyseessä olevassa keksinnössä viitataan, ovat öljytäytteiset kaapelit, niin kutsutut "putkikaapelit" ja kaapelit, joissa on kerrostettu eriste, joka on kyllästetty eristävillä seoksilla tapauksessa, jossa painekaa-su avustaa.

Tarkemmin sanottuna kyseessä olevan keksinnön kohteena ovat sen tyyppiset kaapelit, joihin on ylimalkaisesti viitattu edellä, joissa kerrostettu eriste on muodostettu ainakin osittain ainakin laminaattiteipin kierroksista, termin "laminaattiteippi" merkityksessä teippiä, jonka muodostaa ainakin ohut paperikerros, jonka ainakin osaksi muodostaa selluloosamateriaali, joka paperikerros on laminoitu ja sidottu polymeerimateriaalikalvoon.

Yleisesti on tunnettua, että kaapeleilla, joissa on kerrostettu eriste, joka on toteutettu laminaattiteipeillä, on parempi sähköinen suorituskyky pienentyneinä dielektrisinä häviöinä ja suurempana dielektrisenä lujutena kuin kaapeleilla, joissa on kerrostettu eriste, joka on muodostettu ainoastaan paperiteipeillä.

Mutta on myös tunnettua, että kaapeleilla, joissa on laminaattiteipeistä muodostettu kerrostettu eriste, on suurempi riski tulla käyttökelvottomaksi kuin kaapeleilla, joiden kerrostettu eriste on muodostettu ainoastaan paperiteipeillä.

Suuremmat riskit, joihin edellä viitattiin, ovat niitä, jotka johtuvat vaarasta, että kerrostetun eristeen oikea rakenne muuttuu valmistettaessa ja kerrostettaessa kaapelia tapauksessa, jossa laminaattiteipin osien välillä tapahtuisi irtoamisia, so. ohuen paperikerroksen ja polymeerimateriaalikalvon välisten osittaisten eroamisten tapauksessa.

Tämä sen vuoksi, että joko ohuella paperikerroksella tai polymeerimateriaalikalvolla yksittäin otettuna on mekaaninen kestävyys, erityisesti kimmomoduuli, joka on alempi kuin niistä muodostetulla laminaattiteipillä.

Taivutusten aikana, joiden alaiseksi kaapeli väistämättä joutuu valmistuksen ja kerrostamisen aikana, taivutusjännityksiä muodostuu kaapelin kerrostettuun eristeeseen.

Mainitut taivutusjännitykset, jotka ovat peräisin kaapelin kerrostetun eristeen muodostavien erilaisten kerrosten välisistä suhteellisista liukuliikkeistä ja jotka eivät yleensä ole vaarallisia koko laminaattiteipeille, voivat sen sijaan saada aikaan kierteitä, taitoksia, paikaltaansiirtymisiä ja murtumia osissa, jotka muodostavat laminaattiteipin, kun mainittuja osia ei ole sidottu toisiinsa johtuen niiden alemmasta mekaanisesta kestävydestä.

Yksi niistä syistä, joka laminaatissa toimii ohuen paperikerroksen ja polymeerimateriaalikalvon välisen sidoksen heikentämiseksi ja siten toimii mainittujen osien välisen eroamisen helpottamiseksi, on seuraava.

Käytännössä kaikki polymeerimateriaalit laajenevat joutuessaan kosketukseen tunnettujen kaapelien eristysnesteiden kanssa.

Siten polymeerimateriaalikalvon, joka on upotettu kaapelien eristysnesteeseen, geometriset mitat kasvavat laajenemisen seurauksena.

Sen sijaan selluloosapaperi ei paisu ollessaan kosketuksissa tunnettujen kaapelien eristysnesteiden kanssa.

Sen vuoksi teippi tai ohut paperikerros ei muuta geometrisiä mittojaan ollessaan upotettuna tunnettuun kaapelien eristysnesteeseen.

Siitä on seurauksena, että laminaatti (joka on muodostettu ainakin ohuesta selluloosapaperikerroksesta ja muovimateriaalikalvosta), joka on upotettu tunnettuun kaapelien eristysnesteeseen, kokee suhteellisen mittojen muutoksen osiensa välillä, minkä seurauksena on olemassa olevan keskinäisen sidoksen heikkeneminen, koska mittojen mainittu suhteellinen muutos saa aikaan voimia sidosalueessa, jotka voimat toimivat laminaatin muodostavien osien välisen suhteellisen liukuliikkeen aikaansaamiseksi.

Eräs tunnettu ratkaisu, jonka tarkoituksena ei ole ainoastaan välttää ohuen paperikerroksen ja polymeerimateriaalikalvon välisen sidoksen heikkeneminen laminaatissa, vaan myös parantaa mainittujen osien välistä sidosta, on esitetty US-patentissa No. 3 749 812.

Mainittu ratkaisu koostuu laminaatista, jossa ohuen paperikerroksen ja polymeerimateriaalikalvon välinen sidos saadaan laminoimalla, laminaatin valmistuksen aikana, huoneenlämpötilassa oleva ohut paperikerros polymeerimateriaalikalvon kanssa, joka on sulassa tilassa ja lämpötilassa, joka on noin 300°C, nimittäin lämpötilassa, joka on lähes kaksi kertaa polymeerimateriaalin sulamislämpötila.

Edellä viitatuilla US-patentin mukaisella laminaatilla, jonka alan henkilöt tuntevat nimillä "esijännitetty" laminaatti tai "suulakepuristussidottu" laminaatti, on mahdollista vastustaa polymeerimateriaalikalvon laajenemisvaikutuksia, jotka ovat negatiivisia laminaatin osien välisten sidosten suhteen. Tosiasiassa niin kutsutuissa "esijännitetyissä" tai "suulakepuristussidotuissa" laminaateissa, ennen niiden asettamista kosketukseen kaapelin eristysnesteeseen kanssa, polymeerimateriaalikalvo on vetojännitystilassa johtuen siitä erityisestä tavasta, jolla laminaatti on valmistettu.

Tosiasiasissa ohuen paperikerroksen ja polymeerimateriaalikalvon välinen laminointi ja sidostaminen on tehty ohuen paperikerroksen ollessa huoneenlämpötilassa (sen vuoksi ei altistu lämpölaajenemiselle) ja polymeerimateriaalikalvon ollessa sulassa tilassa ja lämpötilassa, joka on suunnilleen kaksi kertaa kalvon polymeerimateriaalin sulamislämpötila ja sen vuoksi kalvo on huomattavasti lämpölaajentuneena.

Jäähdytyksen aikana, joka seuraa laminointia ja ohuen paperikerroksen sidostamista polymeerimateriaalikalvoon, viimeainittun lämpökutistuminen estetään sidoksella, joka sillä on ohuen paperikerroksen kanssa.

Siitä seuraa, että jäähdytyksen jälkeen kalvon asettaa ja sitä pitää elastisen venymän tilassa ohut paperikerros.

Polymeerimateriaalikalvon laajeneminen, joka tapahtuu sijoitettaessa laminaatti kosketukseen kaapelien eristysnesteeseen kanssa ja joka saa aikaan siinä mittojen suurenemisen, toimii käytännössä siten, että se asettaa laminaatin jännityksettömään tilaan.

"Esijännitetyn" tyyppinen laminaatti sallii pienentää tietyssä määrin laminaatin osien välisten irtoamisten riskiä ja sen vuoksi kaapelin kerrostettujen eristeiden erottumisriskiä edellä mainituista syistä ja siitä tosiasiasta, että ohuen paperikerroksen ja polymeerimateriaalikalvon välinen sidos, joka on tehty viimeainittun ollessa sulassa tilassa ja korkeassa lämpötilassa, sallii hyvän mekaanisen liitoksen mainittujen osien välillä.

Kyseessä olevan keksinnön päämääränä on saada aikaan kaapeleita, joissa on kerrostettu eriste, joka on muodostettu myös ainoastaan osittain laminaattiteipin kierroksista ja erityisesti "esijännitetyn" tai "suulakepuristussidotun" tyyppinen laminaatti, jossa riski mainittun kerrostetun eristeen erottumisesta laminaatin osien välisten irtoamisten seurauksena on pienempi kuin tunnetuissa kaapeleissa ilman, että tämä muuttaa

mitenkään laminaatin dielektrisiä ominaisuuksia ja laminaatin osien kemiallis-fysikaalisia ominaisuuksia ja siten muuta negatiivisesti mitään kaapelin ominaisuutta.

Kyseessä olevan keksinnön kohteena on sähkökaapeli, jonka vaiipan sisällä on ainakin johdin, jota ympäröi kerrostettu eriste, joka on kyllästetty eristysnesteellä, mainitun kerrostetun eristeen ainakin yhden kerroksen ollessa muodostettuna kierroksesta laminaattiteippiä, joka käsittää ainakin ohuen paperikerroksen, joka on laminoitu ja sidottu polymeerimateriaalikalvoon, mainitun laminaatin ollessa sitä tyyppiä, jossa ohuen paperikerroksen ja polymeerimateriaalikalvon välinen sidos on saatu laminoimalla ohut paperikerros huoneenlämpötilassa polymeerimateriaalikalvon kanssa viimeainitun ollessa sulassa tilassa ja lämpötilassa, joka on välillä 200°C ja 320°C, jolloin mainitulle kaapelille on tunnusomaista se, että laminaatissa selluloosakuitujen fibrillit työntyvät ohuen paperikerroksen pinnasta, joka on kosketuksessa polymeerimateriaalikalvon kanssa, ja ovat uponneina viimeainitun polymeerimateriaaliin.

Erityisesti keksinnön mukaisessa kaapelissa laminaatin missä tahansa leikkauksessa, joka on kohtisuorassa sen pintoja vastaan, selluloosakuitujen fibrilleitä, jotka työntyvät ohuen paperikerroksen pinnasta ja ovat uponneita polymeerimateriaalikalvoon, ei ole lukumäärältään alle 100 per osan pituuden millimetri.

Kyseessä oleva keksintö on paremmin ymmärrettävissä seuraavasta yksityiskohtaisesta selityksestä, joka on tehty ei-rajoittavan esimerkin avulla viittaamalla oheisen piirustussivun kuvioihin, joissa:

Kuvio 1 on perspektiivinen kuva keksinnön mukaisesta kaapelilinpätkästä, josta osat on poistettu vaiheittain sen rakenteen esittämistä varten;

Kuvio 2 esittää leikkauksena laminaattiteippiä, joka muodostaa kuvion 1 kaapelin kerrostetun eristeen;

Kuvio 3 esittää suurennetussa mittakaavassa kuvion 2 laminaatin yksityiskohtaa.

Kuviossa 1 esitetty kaapeli on keksinnön mukainen yksisäikeinen öljytäytteen kaapeli, jonka rakennetta nyt selitetään.

Kaapeli käsittää sähköjohtimen 1, joka muodostuu useista päätekivenmuotoisista säikeistä 2, jotka ovat esimerkiksi kuparia, jossa johtimessa on kanava 3 kaapelin eristysnesteöljyn, esimerkiksi desyylibentseenin, pitkittäisliikettä varten.

Sähköjondinta 1 ympäröi puolijohtava kerros 4, jonka muodostaa esimerkiksi puolijohtavan teipin, esimerkiksi puolijohtavalla noella täytetyn selluloosapaperin, kierrokset.

Puolijohtavan kerroksen 4 ympärillä on kerrostettu eriste 5, jonka muodostaa tämän jälkeen selitettävän laminaattiteipin 6 kierrokset.

Kerrostetun eristeen 5 kanssa on sijoitettu puolijohtava kerros 7, jonka rakenne on sama kuin puolijohtavan kerroksen 4, jota on aiemmin selitetty.

Metallivaippa 8, esimerkiksi lyijyvaippa, sisältää kaikki kaapelin aiemmin esitetyt osat ja mainitun vaipan koko sisäpuolinen tila on täytetty kaapelin eristysnesteöljyllä, joka erityisesti kyllästää kerrostetun eristeen 5.

Kuten aiemmin on sanottu, kerrostettu eriste 5 muodostuu laminaattiteipin 6 kierroksista, jonka laminaatin ominaisuuksia nyt selitetään ja jonka leikkaus on esitetty kuviossa 2.

Kuten mainitussa kuviossa 2 on esitetty, laminaatti käsittää kalvon 9, joka on polymeerimateriaalia, erityisesti polyolefiiniä, esimerkiksi polypropyleeniä, jonka pintoihin 10 on laminoitu ja sidottu useita ohuita paperikerroksia 11, erityisesti selluloosapaperikerroksia.

Laminaatti 6 on sitä tyyppiä, joka tunnetaan "esijännitettynä"

tai "suulakepuristussidottuna" laminaattina, koska laminaattia valmistettaessa kaksi ohutta paperikerrosta 11, molemmat huoneenlämpötilassa, on laminoitu polymeerimateriaalikalvon 9 kanssa viimeainitun ollessa sulassa tilassa ja lämpötilassa, joka on välillä 200 ja 320°C, so. lämpötilassa, joka on paljon korkeampi kuin polymeerikalvon sulamislämpötila.

Keksinnön mukaisen kaapelin tarkoitusperiä varten oleellinen ominaisuus, joka laminaattiteipillä, joka muodostaa johtimen kerrostetun eristeen, täytyy olla, on se, jota nyt selitetään ja jota on esitetty kaaviollisesti kuviossa 3.

Ohuiden paperikerrosten 11 ja polymeerimateriaalikalvon 9 välisissä kontaktipinnoissa 10 joukko selluloosakuitujen 13 fibrillejä 12 ja tarkemmin sanottuna fibrillit 12, jotka kuuluvat selluloosakuituihin 13, jotka ovat ohuen kerroksen 11 pinnalla 10, joka on käännetty kohti kalvoa 9, työntyvät mainitusta pinnasta 10 ja ovat uppoutuneina mainitun kalvon 9 polymeerimateriaaliin.

Edellä oleva koskee kaikkia laminaatin leikkauksia, jotka ovat kohtisuorassa sen pintoja vastaan.

Erityisesti laminaatin missä tahansa leikkauksessa, joka on kohtisuorassa sen pintoja vastaan, fibrillien lukumäärä leikkauksen pituuden millimetriä kohti ei ole alle 100.

Laminaatti, jolla on juuri selitetty oleellinen ominaisuus kyseessä olevan keksinnön tarkoitusperiä varten, voidaan saada käyttämällä menetelmää ja laitteita, joilla niin kutsutut "esijännitetyt" tai "suulakepuristussidottut" laminaatit nykyisin valmistetaan, joita niin muodoin ei selitetä, koska ne ovat sinänsä tunnettuja eivätkä kuulu kyseessä olevan keksinnön alueeseen.

Ainoa ero on se, että ohuet paperikerrokset 11 ennen niiden sijoittamista kosketukseen polymeerimateriaalikalvon 9 kanssa, joka on sulatettu aiemmin esitetyissä korkeissa lämpötiloissa, viedään elektrostaattiseen kenttään, joka on korkeassa jännit-

teessä, esimerkiksi 18 kV taajuudella 10 kHz, joka kenttä kykenee suuntaamaan ohuen paperikerroksen pinnalla olevat selluloosafibrillit siten, että mainitut fibrillit ovat olleellisesti kohtisuorassa ohuen paperikerroksen mainittuun pintaan nähden.

Tosiasiassa näin suuntautuneet fibrillit voivat helposti tunkeutua kalvon polymeerimateriaaliin ohueen paperikerrokseen laminoimisen jälkeen polymeerimateriaalin juoksevuuden ansiosta, joka on seurausta korkeasta lämpötilasta, johon se on laminointioperaation aikana kuumennettu.

Kaapelilla, joka on varustettu johtimen kerrostetulla eristeellä, jolla on edellä selitetty oleellinen ominaisuus kyseessä oleva keksinnön tarkoituksena varten, on tunnettuihin kaapeleihin nähden sen kerrostetun eristeen pienempi erottumisriski, koska laminaatin osien välinen sidos on huomattavasti parempi tunnettujen kaapelien laminaattien sidokseen nähden.

Lisäksi keksinnön mukaisessa kaapelissa kerrostetun eristeen erottumisriskin pieneminen saadaan aikaan laminaatin, joka muodostaa mainitun kerrostetun eristeen, osien välisellä paremmalla sidoksella vaikuttamatta haitallisesti mihinkään muuhun kaapelin ominaisuuteen.

Kokeelliset testit, joita nyt selitetään, osoittavat laminaatin, joka muodostaa kyseessä olevan keksinnön kaapelin eristeen, osien välillä olevan paremman sidoksen kuin laminaateissa, joka muodostaa tunnettujen kaapelien kerrostetun eristeen.

Kyseessä olevan keksinnön mukaisen kaapelin kerrostetun eristeen laminaatti, joka alistettiin kokeelliseen testiin, jota selitetään tämän jälkeen mainitun laminaatin osien välisen sidoksen arvon määrittämiseksi ja tarkemmin ohuen paperikerroksen ja polymeerimateriaalikalvon välisen sidoksen, on seuraavanlainen.

Kalvon paksuus on 60 mikrometriä ja se on propyleeniä, jonka tiheys on 0.9 g/cm^3 ja juoksevuusindeksi (sulavirtausindeksi),

joksi määritettiin standardien ASTM D 1238-82 mukaan 35 g/10 min. 230°C:ssa.

Ohuet selluloosapaperikerrokset, joiden paksuus on 30 mikrometriä ja joilla on seuraavat ominaisuudet, laminoidaan propyleenikalvon molemmille puolille.

Kumpikin ohut paperikerros on täysin muodostettu selluloosamateriaalista, jonka tiheys on 0.70 g/cm³ ja läpäisemättömyys 200 gurley-sekuntia. Lisäksi laminaatin pitkittäis suunnassa kummankin ohuen paperikerroksen vetomurtojännitys on 155 N/mm² ja -venymä 2%, kun taas poikittäis suunnassa vetomurtojännitys on 55 N/mm² ja -venymä 6.5%.

Edellä mainittujen ohuiden paperikerrosten sidostaminen polymeerikalvoon on suoritettu laminoimalla ohuet paperikerrokset, joiden lämpötila on 25°C, propyleenikalvoon tämän ollessa lämpötilassa 300°C.

Ennen laminoimista ohuet paperikerrokset on pantu alttiiksi sähköstaattisen kentän vaikutukselle viemällä ne kahden elektrodin välistä, joihin johdettiin 18 kV:n jännite 10 kHz:n taajuudella.

Edellä viitatuissa laminaatin leikkaukset, jotka on tehty sen pintoja vastaan kohtisuoriin tasoihin, on tutkittu elektronimikroskoopilla.

Mainitussa tutkimuksessa, joka on tehty 3000 kertaisella suurennuksella, on havaittu, että missä tahansa laminaatin leikkauksen kohdassa oli keskimäärin kaksi selluloosakuidun fibrilliä per leikkauksen 100 mikrometrin pituus, jotka fibrillit työntyivät ohuesta paperikerroksesta ja olivat uponneina polypropyleenikalvoon, vastaten 200 fibrilliä per laminaatin leikkauksen pituuden millimetri.

Tunnetun kaapelin kerrostetun eristeen laminaatti, jota käytettiin kokeellisissa testeissä, eroaa kyseessä olevan keksinnön laminaatista ainoastaan siinä, että ohuita paperikerroksia

ei ole käsitelty mitenkään ennen niiden laminoimista polypropyleenikalvoon; laminaatin muodostavan materiaalin paksuudet, aineet ja ominaisuudet ovat samoja kuin kyseessä olevan keksinnön kaapelin laminaatissa.

Lisäksi tunnetun kaapelin laminaatissa laminaatin itsensä pintoja vastaan kohtisuorassa olevat leikkaukset, joita tutkittiin elektronimikroskoopissa 3000 kertaisella suurennuksella, eivät käytännössä ole ilmaisseet ohuesta paperikerroksesta työntyvien ja kalvon polymeerimateriaaliin uponneiden selluloosakuitujen fibrillien läsnäoloa.

Kokeellinen testi, jota käytettiin keksinnön mukaisen kaapelin laminaatin osien ja tunnetun kaapelin laminaatin osien välisen sidoksen olemuksen määrittämiseksi, on "kuorimislujuskokeeksi" nimitetty testi ja mainittu testi on suoritettu dynamometrillä INSTRON 1122.

Näytteet on valmistettu seuraavasti testiä varten; mainitut näytteet koostuivat suorakaiteenmuotoisista laminaatin osista, joiden leveys oli 15 mm ja pituus 100 mm.

Minimivoima per näytteen leveyden millimetri, joka oli välttämätön ohuen paperikerroksen irrottamiseksi propyleenikalvosta, on määritetty laminaattinäytteistä, jotka sijoitettiin dynamometriin INSTRON 1122.

Mainittu testi on suoritettu sekä laminaattinäytteille, joita ei ole kyllästetty kaapelien eristysnesteellä, että laminaattinäytteille, jotka on kyllästetty kaapelien eristysnesteellä, erityisesti desyylibentseenillä.

Tapa, jolla edellä mainittu testi suoritettiin, on se, joka on selitetty standardeissa ASTM D 1876 - 72 seuraavalla kahdella erolla.

Kuorman tuontinopeus on 100 m/min ja tutkittavaksi otettava näytteen pituus "kuorimislujouden" arvon määrittämiseksi on 70 mm.

Kokeellisten testien tulokset laminaattinäytteistä, joita ei kylästetty kaapelien eristysnesteellä, ovat seuraavat:

- "kuorimislujouden" arvot keksinnön mukaisen kaapelin laminaatille ovat välillä 35 ja 45 g/cm laminaatin leveyttä;
- "kuorimislujouden" arvot tunnetun kaapelin laminaatille ovat välillä 26 ja 33 g/cm laminaatin leveyttä.

Kokeellisten testien tulokset laminaattinäytteistä, jotka kylästettiin desyylibentseenillä (laminaattinäytteiden upotusaika desyylibentseeniin 100°C:ssa ennen testien suorittamista oli 24 tuntia), ovat seuraavat:

- "kuorimislujouden" arvot keksinnön mukaisen kaapelin laminaatille ovat välillä 11 ja 20 g/cm laminaatin leveyttä;
- "kuorimislujouden" arvot tunnetun kaapelin laminaatille ovat välillä 7 ja 13 g/cm laminaatin leveyttä.

Aiemmin annettu selitys on suunnattu keksinnön mukaiseen yksisäikeiseen öljytäytteiseen kaapeliin, missä kerrostettu eriste on muodostettu täysin laminaattiteippikerroksista, joka laminaatti koostui polypropyleenikalvosta, joka oli kokonaan selluloosamateriaalista olevan kahden paperikerroksen välissä, mutta mainittua selitystä ei ole pidettävä rajoittavana kyseessä olevan keksinnön suojapiirille.

Tosiasiassa kyseessä oleva keksintö sisältää suojapiirissään kaikki kaapelit, joissa johdinta tai johtimia ympäröi kerrostettu eriste, joka on muodostettu laminaatista, joka käsittää polymeerimateriaalikalvon, joka on laminoitu ainakin ohueen paperikerrokseen (siksi myös ainoastaan yksi ohut paperikerros), jossa selluloosakuitujen fibrillit työntyvät ohuen paperikerroksen pinnasta kosketukseen polymeerimateriaalikalvon kanssa ja ovat uponneina tähän viimeainittuun.

Lisäksi kyseessä oleva keksintö sisältää suojapiirissään myös kaapelit, joissa laminaatissa, jolla on edellä selitetty ominaisuus, ohut paperikerros ei täysin koostu selluloosamateriaalista, vaan se koostuu selluloosakuitujen ja polymeerimateriaalin seoksesta, missä ohuesta paperikerroksesta työntyvien ja polymeerimateriaalikalvoon uponneiden fibrillien lukumäärä ei ole alle 100 per laminaatin leikkauksen pituuden millimetri.

Edellä esitetystä selityksestä ja seuraavista syistä on ymmärrettävissä, että aiemmin asetetut kohteena olevat päämäärät saavutetaan kyseessä olevan keksinnön mukaisten kaapelien avulla.

Kyseessä olevan keksinnön mukainen kaapeli eroaa tunnetusta kaapelista ainoastaan sen ominaisuuden perusteella, että kerrostetun eristeen muodostaa laminaatti (niin kutsutun "esijännitetyn" tai "suulakepuristussidotun" tyyppinen), jossa polymeerimateriaalia olevaan kalvoon laminoidun ohuen paperikerroksen tai -kerrosten selluloosakuitujen fibrillit ovat uppoutuneina polymeerimateriaalikalvoon.

Mitään muuta eroa ei ole kyseessä olevan keksinnön mukaisen kaapelin rakenteen ja tunnettujen kaapelien rakenteiden välillä ja mitään muuta eroa ei ole keksinnön mukaisen kaapelin ja tunnettujen kaapelien materiaaleissa ja kemiallis-fysikaalisissa ominaisuuksissa.

Kokeelliset "kuorimislujuuskokeet", joita suoritettiin tunnettujen kaapelien kerrostettujen eristeiden laminaateilla ja keksinnön mukaisen kaapelin kerrostettujen eristeiden laminaateilla, osoittavat että viimeainitussa (joko ennen kylmistämistä tai sen jälkeen) laminaatin osien välinen sidos on noin 30 % lujempi kuin tunnetuissa kaapeleissa.

Siitä johtuu, että riski, että kerrostetun eristeen oikeassa levityksessä tapahtuu muutoksia, on pienempi keksinnön mukaisissa kaapeleissa verrattuna tunnettuihin kaapeleihin johtuen

kerrostetun eristeen muodostavien laminaattien osien välisestä paremmasta sidoksesta.

Lisäksi mainitun keksinnön mukaisten kaapelien kerrostettujen eristeiden erottumisriskin pienenemiseen ei sisälly kemiallis-fysikaalisten ominaisuuksien, erityisesti laminaatin osien dielektristen ominaisuuksien, muuttumista, koska mitään kemiallis-fysikaalista muutosta ei ole aiheutettu mainittuihin osiin.

Näin ollen kyseessä olevan keksinnön mukaisessa kaapelissa on saatu pienennettyä riskiä, että kerrostetun eristeen oikea leveys muuttuu, vaikuttamatta negatiivisesti kaapelin muihin ominaisuuksiin.

Vaikka keksinnön mukaisen kaapelin tiettyä suoritusmuotoa on havainnollistettu ja selitetty, on itsestään selvää, että kyseessä olevan keksinnön suojapiiri sisältää muut mahdolliset vaihtoehtoiset suoritusmuodot, jotka ovat alan ammattimiehen käytössä.



Patenttivaatimukset

1. Sähkökaapeli, jonka vaipan (8) sisällä on ainakin johdin (1), jota ympäröi kerrostettu eriste (5), joka on kyllästetty eristysnesteellä, mainitun kerrostetun eristeen (5) ainakin yhden kerroksen (6) ollessa muodostettuna kierroksesta laminaattiteippiä, joka käsittää ainakin ohuen paperikerroksen (11), joka on laminoitu ja sidottu polymeerimateriaalikalvoon (9), mainitun laminaatin ollessa sitä tyyppiä, jossa ohuen paperikerroksen (11) ja polymeerimateriaalikalvon (9) välinen sidos on saatu laminoimalla ohut paperikerros (11) huoneenlämpötilassa polymeerimateriaalikalvon (9) kanssa viimeainitun ollessa sulassa tilassa ja lämpötilassa, joka on välillä 200°C ja 320°C, **tunnettu** siitä, että laminaatissa selluloosakuitujen (13) fibrillit (12) työntyvät ohuen paperikerroksen (11) pinnasta (10), joka on kosketuksessa polymeerimateriaalikalvon (9) kanssa, ja ovat uponneina viimeainitun polymeerimateriaaliin.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen sähkökaapeli, **tunnettu** siitä, että laminaatin missä tahansa leikkauksessa, joka on kohtisuorassa sen pintoja vastaan, selluloosakuitujen (13) fibrilleitä (12), jotka työntyvät ohuen paperikerroksen (11) pinnasta (10) ja ovat uponneina polymeerimateriaalikalvoon (9), ei ole lukumäärältään alle 100 per osan pituuden millimetri.

3. Patenttivaatimusten 1 ja 2 mukainen sähkökaapeli, **tunnettu** siitä, että laminaatin polymeerimateriaali, johon selluloosakuitujen fibrillit (12) ovat uponneina ja työntyvät ohuen paperikerroksen (11) pinnasta (10), on polyolefiini.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen sähkökaapeli, **tunnettu** siitä, että mainittu polyolefiini on polypropyleeni.

Patentkrav

1. Elektrisk kabel med åtminstone en ledning (1) innanför dess mantel (8), vilken ledning omges av en laminerad isolering (5) impregnerad med en isoleringsvätska, varvid minst ett skikt (6) av nämnda laminerade isolering (5) är utbildat av ett varv laminattejp omfattande åtminstone ett tunnt pappersskikt (11), som är laminerat och bundet till en polymermaterialfilm (9), varvid nämnda laminat är av den typen där bindningen mellan det tunna pappersskiktet (11) och polymermaterialfilmen (9) erhållits genom att laminera det tunna pappersskiktet (11) vid rumstemperatur med polymermaterialfilmen (9) medan den sistnämnda är i smält tillstånd och vid en temperatur på mellan 200°C och 320°C, **kännetecknad** av att cellulosafibrernas (13) fibriller (12) skjuter i laminatet ut från ytan (10) av det tunna pappersskiktet (11) som står i kontakt med polymermaterialfilmen (9) och är inbäddade i polymermaterialiet av sistnämnda.

2. Elektrisk kabel enligt patentkrav 1, **kännetecknad** av att i städse snitt av laminatet vinkelrätt mot dess ytor finns det fibriller (12) av cellulosafibrer (13) som skjuter ut från ytan (10) av det tunna pappersskiktet (11) och är inbäddade i polymermaterialfilmen (9), ett antal som ej understiger 100 per längdmillimeter av snittet.

3. Elektrisk kabel enligt patentkrav 1 och 2, **kännetecknad** av att laminatets polymermaterial, i vilket cellulosa-fibrernas fibriller (12) är inbäddade i och skjuter ut från det tunna pappersskiktets (11) yta (10), är en polyolefin.

4. Elektrisk kabel enligt patentkrav 3, **kännetecknad** av att nämnda polyolefin är polypropylen.

