



SUOMI—FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

[B] (11) **KUULUTUSJULKAISU** 68742
UTLÄGNINGSSKRIFT

C (45) Patentti myönnetty 10.10.1985
Patent meddelat

(51) Kv.lk./Int.Cl.⁴ H 02 G 1/14

(21) Patentihakemus — Patentansökning	792227
(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag	16.07.79
(23) Alkuperäpäivä — Giltighetsdag	16.07.79
(41) Tullut julkiseksi — Blivit offentlig	18.01.80
(44) Nähtävääksipanon ja kuul.julkaisun pvm. — Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	28.06.85

(32)(33)(31) Pyydetty etuoikeus — Begärd prioritet 17.07.78
26.08.78, 23.10.78, 23.05.79 Japani-Japan(JP)
87530/78, 104017/78, 130748/78, 64515/79

- (71) Sumitomo Electric Industries, Ltd., No. 15, Kitahama 5-chome,
Higashi-ku, Osaka-shi, Osaka, Japani-Japan(JP)
- (72) Kojiro Ishise, Osaka, Japani-Japan(JP)
- (74) Oy Kolster Ab
- (54) Kaapeleiden liittämismenetelmä - Förfarande för sammankoppling av
kablar

Keksinnön kohteena on kaapelin liittämismenetelmä, johon kuuluu vaihe, jossa muodostetaan kaapeleiden johtimien liitososan päälle tukieristyskerros.

Kumi- tai muovi- (polyetylenei, ristikytketty polyetylenei jne.) kaapeleiden liitososaan syntyy johtimien liittämisen jälkeen sisäinen, puolijohtava kerros, tukieristekerros ja jos tarpeellista, puolijohtava ulkokerros, mainitussa järjestyksessä. Sen jälkeen lämmitetään kaapelin liitoskohtaa paineen alaisena, niin että kaapelin eristyskerrokset ja tukieristyskerros liittyvät yhteen. Tukieristyskerroksen tekemiseksi on paljon käytetty menetelmää, jossa kierretään polymeeri-, kuten polyetylenei-, ristikytkettyä polyetylenei- tai etyleenipropyleenikopolymeerinauhaa tai valamalla sama polymeeri-materiaali metallimuottiin. Tämän jälkeen sitä lämmitetään paineen alaisena, niin että se yhtyy kaapelin eristyskerrokseen.

Eräissä esimerkissä tavanomaisesta menetelmästä lämmittää tukieristekerros paineen alaisena kierretään vulkanoitu kuminauha tiukasti tukieristekerroksen päälle, kerroksen saattamiseksi paineen

alaiseksi ja tässä tilassa se lämmitetään sähköllä tai muulla vastaavalla menetelmällä. Menetelmä on kuitenkin seuraavassa suhteessa epäedullinen. Kun nimittäin kuminauha lämmityksen jälkeen poistetaan tukieristekerroksesta, jää tukieristepintaan merkit vulkanoiduista kuminauhakierroksista. Niinpä on tukieristyspinta hiottava. Tukieristyspinta lämmitetään lisäksi sen päälle kierretun vulkanoidun kuminauhan läpi ja lämmittämiseen kuluu suhteellisen pitkä aika.

Eräässä toisessa esimerkissä lämmittää tukieristekerros tavanomaisella menetelmällä paineen alaisena lämmitetään ja muovataan tukieristepinta käyttämällä metallimuottia, johon polymeerimateriaali valetaan. Myös tässä menetelmässä jää metallimuotin liitoskohtaan merkit valettuun tukieristekerrokseen. Sen vuoksi on tukieristyskerros hiottava.

Jos kaapeleita liitettäessä pitää tukieristyskerroksen päälle saada puolijohtava kerros, on käytetty seuraavaa menetelmää. Sen jälkeen kun tukieristyskerrosta on lämmitetty, hiotaan sen pinta sileäksi. Tämän jälkeen kierretään puolijohtava nauha tukieristyskerroksen päälle puolijohtavaksi ulkokerrokseksi. Tämän takia kestää kaapelin liittäminen kauemmin.

Tämän keksinnön kohteena on poistaa yllämainitut, tavanomaisiin kaapeliliitosmenetelmiin liittyvät, vaikeudet.

Tähän on päästy keksinnön mukaisen menetelmän avulla, joka on tunnettu siitä, että tukieristyskerroksen muodostuksen jälkeen sijoitetaan lämpökutistuva putki tukieristyskerroksen päälle lämmittämällä lämpökutistuvaa putkea, ja muovataan lämpökutistuva putki ja tukivahvistuskerros tiiviisti yhteen kuumentamalla näitä juoksevassa paineväliaineessa, jolloin saadaan aikaan sulamalla tapahtuva kiinnitys tukieristyskerroksen ja lämpökutistuvan putken välille.

Keksinnön menetelmän mukaan ei tukieristyskerroksen pintaa tarvitse hioa, ja jos tukieristysaineen päälle halutaan puolijohtava ulkokerros, ei tukieristekerrosta tarvitse lämmittää uudelleen, sen jälkeen kun puolijohtava nauha on kierretty sen päälle. Täten kuluu kaapelin liittämiseen vähemmän aikaa kuin tavanomaisessa menetelmässä. Lisäksi on kaapeliliitos muodoltaan hyvä, jolloin sen sähköiset ominaisuudet ovat erinomaiset.

Tässä keksinnössä voidaan tukieristyskerroksen tekemiseksi johtimen liitoskohdan päälle kiertää polymeerinauhaa, kuten poly-

etyleenä, ristikytkettyä polymeeriä, etyleenipropyleenikopolymeeriä tai etyleenivinyyliasettaattia. Vaihtoehtoisesti voidaan samaa ainetta valaa metallimuottiin. Edellisessä menetelmässä tulee tukieristyskerrokseen vieraita aineita, jotka voivat heikentää sähköisiä ominaisuuksia. Sen vuoksi on tämän estämiseksi suositeltavaa käyttää jälkimmäistä menetelmää.

Keksinnössä sijoitetaan tukieristyskerroksen päälle lämpökutistuva, eristävä tai puolieristävä, taipuva putki, lämmittämällä putkea. Tässä tapauksessa ei tukieristyskerrosta tarvitse erityisesti käsitellä. Toisin sanoen tukieristyskerrosta, joka on saatettu paineen alaiseksi sen päälle kierretyn, vulkanoidun kuminauhan tai metallimuotin avulla ei tarvitse lämmittää eikä lämmityksen jälkeen hioa. Sen jälkeen saatetaan kaapeliliitos paineenalaiseksi. Tässä tapauksessa voidaan käyttää menetelmää, jossa kaapeliliitos suljetaan painesäiliöön ja säiliöön johdetaan juoksevaa paineväliainetta.

Koska keksinnössä lämpökutistuva putki on tiiviisti tukieristyskerroksen päällä, ilman rakoa, ei tukieristyskerrokseen pääse neste- tai kaasukuplia, vaikka se tehtäisiinkin kiertämällä nauhaa. Koska kaapeliliitos voidaan paineistaa ylläkuvatulla menetelmällä, ei tukieristyskerroksen pintaa tarvitse hioa, jolloin kaapelin liittämiseen kuluu vähemmän aikaa. On myös mahdollista tehdä erinomainen kaapelinliitos, jonka sähköiset ominaisuudet ovat vakaat.

Keksinnössä on menetelmä kaapelinliitoksen kuumentamiseksi, silloin kun paineistamiseen käytetään juoksevaa väliainetta, seuraava: kun väliaine on neste, esimerkiksi silikooniöljy tai vastaava, johdetaan lämmityslaitteessa lämmitetty neste painesäiliöön kaapelinliitoksen lämmittämiseksi. On kuitenkin suositeltavaa käyttää väliaineena kaasua. Tässä tapauksessa lämmitetään liitoskohta sylinterinmuotoisella sähkölämmittimellä, joka on painesäiliössä. Sen vuoksi ei ole tarpeen, kuten nestettä käytettäessä, pyyhkiä tarkasti liitoskohtaan tarttunutta nestettä pois, sen jälkeen kun liitos on lämmittämällä tehty. Myöskään ei tarvita lämmitintä nesteen lämmittämiseksi.

On suositeltavaa, että käytetään inertistä kaasua, kuten typpeä, koska kaapeliliitos ei silloin voi lämmitettynäkään hapettua.

Tätä keksintöä selitetään seuraavassa erään edullisen suoritusmuodon avulla viitaten piirustuksiin.

Kuvio 1 on pituusleikkaus tämänkeksinnön menetelmän mukaan tehdystä kaapelinliitoksesta.

Kuvio 2 on pituusleikkaus metallimuottia käyttämällä tehdystä kaapelinliitoksesta.

Kuvio 3 on pituusleikkaus painesäiliötä käyttämällä tehdystä kaapelinliitoksesta.

Tätä keksintöä selitetään nyt viitaten oheisiin piirustuksiin. Kuvio 1 on pituusleikkauskuva tämän keksinnön mukaan tehdystä kaapelinliitoksesta. Kuviossa 1 merkitään toisiinsa liitettäviä kumi- tai muovikaapeleita numeroilla 1a ja 1b. 2 on johtaimen liitososa ja 3 on puolijohtava sisäkerros. Puolijohtava sisäkerros 3 on tehty kiertämällä puolijohtavaa nauhaa johtimen liitososan 2 päälle tai lämmittämällä johtimen liitososan 2 päälle pantua lämpökutistuvaa putkea. Kaapeleiden 1a ja 1b johdinliitoskohdan ja eristyskerrosten 5a ja 5b päällä on tukieristyskerros 4. Polymeerejä joista tukieristyskerros 4 voidaan tehdä ovat esimerkiksi polyetylenei, ristikytkemätön polyetylenei, johon on sekoitettu ristikytkyaubetta, ristikytketty polyetylenei, etyleenipropyleenikopolymeeri ja etyleenivinyyliasetaatikopolymeeri. Toisin sanoen aineita, joita tavallisesti käytetään kaapeleiden normaaleina eristyskerroksina, voidaan käyttää.

Tukieristyskerros voidaan tehdä seuraavasti: kierretään jostain ylläluetellusta aineesta tehtyä nauhaa. Mieluimminkäytetään suulakevalua tukieristyskerroksen 4 tekemiseksi metallimuotin avulla jostain yllä kuvatuista polymeereistä. Jälkimmäistä menetelmää käytettäessä ei tukieristyskerrokseen tule vieraita aineita ja syntynyt pinta on sileämpi kuin ensin mainitussa menetelmässä. Vastaavasti paranevat eristysominaisuudet. Lisäksi ei tukieristyskerroksen 4 ja lämpökutistuvan, puolijohtavan putken 6 väliin muodostu rakoa.

Kuvio 2 on pituusleikkauskuva kaapelinliitoksesta, joka kuvaa jälkimmäistä menetelmää ja jossa yllä kuvatuista polymeereistä tehdään tukieristyskerros suulakepuristamalla, metallimuottia käyttäen. Kun puolijohtava kerros 3 on johtimen liitoskohdan 2 päällä asetetaan muotti 11 kuviossa 2 esitetyllä tavalla. Metallimuotti 2 lämmitetään sitten sopivaan lämpötilaan lämmittimen 20 avulla, polymeeri valetaan metallimuottiin 2 syöttöaukon 12 kautta käyttäen esimerkiksi suulakepuristinta, kunnes aine virtaa ylivirtausrei'istä 13.

Jotta kaapelin eristyskerrokset 5a ja 5b eivät muuttaisi muotoaan, ei metallimuotin 11 lämpötila saa nousta yli 80-120°C. vastaavasti, jos polymeerin valamisnopeus on alhainen, niin että polymeerin valaminen kestää suhteellisen kauan, jäähtyy ja jähmettyy polymeeri metallimuotin 11 sisäpinnalla tai kaapeleiden ulkopinnalla, johon polymeeri saatetaan kosketukseen. Tästä saattaa olla seurauksena, että muodostuu aukkoja, jotka aiheuttavat sen, että kaapelin eristyskerrosten 5a ja 5b sekä tukieristyskerroksen välinen liitos ei ole tyydyttävä. Tästä vaikeudesta voidaan päästä lisäämällä polymeerin valamisnopeutta ja päättämällä polymeerin valaminen metallimuottiin 11, ennenkuin polymeeri on jäähtynyt. Tarkemmin sanottuna tulisi valamisnopeuden noudattaa seuraavaa yhtälöä:

$$Q/t \leq 5 (\text{cm}^3/\text{min}^2),$$

jossa Q on valamisnopeus (cm^3/min) ja t on minuuteissa aika, jonka polymeerin valaminen kestää. Tällöin voidaan yllä kuvattu yhtälö ratkaista joko silloin, kun polymeerin valaminen vaatii suhteellisen pitkän ajan, johtuen tukieristyskerroksen suhteellisen suuresta paksuudesta ja laajuudesta tai jos se on suhteellisen ohut ja tilavuudeltaan vähäinen. Jos, tässä menetelmässä, polymeerin annetaan virrata metallimuotin 11 ylivuotorei'istä yli minuutin, sen jälkeen kun polymeeri on valettu metallimuottiin, saattavat polymeerin alkuvalussa syntyneet onkalot tyhjentyä. Näin voi tulos olla parempi. Tukieristyskerroksen valaminen yllä kuvatuulla nopeudella on tehokasta erityisesti, jos metallimuottiin valettava polymeeri on polyetyleenä, jossa on ristosidosainetta. Metallimuottiin valettavan aineen lämpötila ei saa nousta, jottei ristosidosaineen hajaantuminen estyisi.

Seuraavaksi asetetaan tukieristyskerroksen 4 päälle eristävä tai puolijohtava, lämpökutistuva putki 6 seuraavalla tavalla. Putki 6 asetetaan toisen liitettävän kaapelin 5a ja 5b päälle, ennenkuin johtimet liitetään. Sen jälkeen kun tukieristyskerros 4 on tehty, asetetaan putki tukieristyskerroksen 4 päälle ja lämpökutistetaan käyttämällä lämmitintä tai puhalluslamppua, niin että se liittyy tiiviisti tukieristyskerrokseen 4.

Ottaen huomioon sähköiset ominaisuudet, on suositeltavaa, että lämpökutistuva putki kiinnittyy erinomaisesti tukieristyskerrokseen 4. Senvuoksi käytetään tukieristyskerroksen 4 raaka-aineena samoja materiaaleja kuin putkessa, kuten ristikytkettyä polyetyleniä, etyleenipropyleenikopolymeeriä ja etyleenivinyliasetaatikopolymeeriä. Kun kaapeliin tarvitaan puolijohtava ulkopinta, tehdään se putkesta, joka on tehty lisäämällä hiilimistää yllämainittuun materiaaliin, jota käytetään lämpökutistuvan putken tekemiseksi. Kuvio 3 on pituusleikkauskuva eräästä menetelmästä, jossa kaapelin liitososaa lämmitetään paineen alaisena. Tässä tapauksessa käytetään kaapelin liitososan lämmittämiseen kaasupaineen alaisena painesäiliötä. Viitaten kuvioon 3 on kaapelin liitososassa tukieristyskerroksen päällä lämpökutistuva eristävä tai puolijohtava putki. Kaapelin liitososa on suljettu painesäiliöön 7. Säiliöön johdetaan paineenalaista typpikaasua, niin että paine kohdistuu kaapelin liitososaan.

Tässä vaiheessa (kaapelin liitososan ollessa paineistettu) lämmitetään kaapelin liitososa säteilylämmöllä, joka tulee sähkölämmittimestä 14, jonka sisähalkaisija on hiukan pienempi kuin lämpösäililissä 7 olevan tukieristyskerroksen 4 ulkohalkaisija, On toivottavaa, että sylinterinmuotoisen sähkölämmittimen 14 sisähalkaisijan ja kaapelinliitososan väli ei ylitä 10 mm, senjälkeen kun liitososa on lämmön vaikutuksesta laajentunut. Tämä johtuu siitä, että koska sylinterinmuotoisen sähkölämmittimen 14 ja kaapelinliitoskohdan pinnan välinen aukko pienenee, kasvaa lämmitysteho.

Lämmityksen aikana pehmenee tukieristyskerros ja valuu viimein alas. Sylinterinmuotoisen sähkölämmittimen 14 sisäseinä estää kuitenkin tukieristyskerrosta valumasta alas ja tulemasta epäkeuseksi. Sen mukaisesti on suositeltavaa, että sylinterin muotoisen sähkölämmittimen 14 sisäseinä pinnoitetaan esimerkiksi tetrafluoridihartsilla, niin että tukieristyskerros voidaan helposti irroittaa sylinterinmuotoisesta lämmittimestä 14.

Tukieristyskerros kaapeleiden välillä silloitetaan ylläkuvaulla menetelmällä ja siten syntyy kaapelinliitos.

Keksinnön vaikutusten selvittämiseksi selitetään keksintöä edelleen viitaten seuraaviin esimerkkeihin.

Valaiseva esimerkki 1 vertaa kaapelinliitosta ilman puolijohtavaa ulkokerrosta, joka kerros on tehty keksinnön mukaisella

menetelmällä, liitokseen, joka on tehty menetelmällä, joka poikkeaa keksinnön mukaisesta menetelmästä.

Esimerkit 1 ja 2

Verkkopolyetyleenikaapelit, joiden johdinpoikkipinta oli 150 mm^2 ja eristyksen paksuus 7 mm liitettiin yhteen. 10 mm paksu tukieristyskerros tehtiin kiertämällä polyetyleeninauhaa, jossa oli ristikiytöntäainetta (dikumyyliperoksidia) kaapelin jatkoskohtaan (esimerkki 1) tai suulakepuristamalla samaa ainetta (esimerkki 2). Sitten asetettiin verkkopolyetyleenistä tehty lämpökutistuva putki (sisähalkaisija oli 50 mm ennen kutistusta ja 20 mm kutistuksen jälkeen) tukieristyskerroksen päälle lämpökuitistamalla se puhaluslampulla. Tällätavoin aikaansaatu kaapelinliitos sijoitettiin painekammioon. Kun typpikaasua johdettiin säiliöön 5 kg/cm^2 paineessa lämmitettiin kaapelinliitosta säiliösää olevalla sylinterinmuotoisella sähkölämmittimellä 1,5 tunnin ajan lämpötilassa 210°C , niin että tukieristyskerros kaapeleiden välissä silloittui ja kaapelinliitos syntyi.

Vertailuesimerkit 1 ja 2

Käytettiin samanlaisia kaapeleita kuin esimerkissä 1 ja 2. 10 mm:n paksuinen tukieristyskerros tehtiin kiertämällä ristikiytöntäainetta (dikumyyliperoksidia) sisältävästä polyetyleenistä tehtyä nauhaa liitososan päälle (vertailu esimerkki 1) tai suulakepuristamalla samaa ainetta (vertailu esimerkki 2). Vulkanoitu kuminauha kierrettiin lujasti putkieristyskerroksen päälle 10 mm:n paksuudeltam Sitten lämmitettiin kaapelinliitosta lämpötilassa 210°C neljän tunnin ajan. Senjälkeen irroitettiin vulkanoitu kuminauha kaapelin liitososasta ja tukieristyskerros työstettiin sileäksi. Täten saatiin aikaan kaapeliliitos.

Vertailuesimerkit 3 ja 4

Kaapelit olivat samanlaisia kuin esimerkissä 1 ja 2 käytetyt. 10 mm:n paksuinen tukieristyskerros tehtiin kiertämällä liitososan päälle (vrt. esimerkki 3) polyetyleeninauhaa, jossa oli ristikiytöntäainetta (dikumyyliperoksidia) tai suulakepuristamalla samaa ainetta (vrt. esimerkki 4). Samoin kuin todellisissa esimerkeissä 1 ja 2, lämmitettiin kaapelin liitoskohtaa lämpötilassa 210°C 1,5 tunnin ajan paineen 5 kg/cm^2 alaisena typpikaasussa, niin että tukieristyskerros levisi kaapeleiden päälle. Siten saatiin

aikaan kaapeliliitos.

Kaapeliliitoksia, jotka oli tehty esimerkissä 1 ja 2 sekä vertailuesimerkeissä 1-4 selitettyjen menetelmien mukaisesti, koestettiin seuraavilla tavoilla, ja koestus tulokset on esitetty taulukossa I.

1. Vaihtovirta-alkumurtumiskoe. Syötetään jännitettä korottamalla sitä 5 kV:lla 30 min. välein lähtöjännitteestä. Murtumishetkellä jännite mitataan.

2. Tukieristyskerroksen muodonmuutos. Kaapelin liitososa katkaistaan keskeltä ja tukieristyskerroksen suurin ja pienin seinäpaksuus mitataan.

Kuten taulukosta 1 käy ilmi, on esimerkkien 1 ja 2 etukieristyskerroksen muodonmuutos pienempi kuin muodonmuutos vertailuesimerkeissä 1-4, ja sähköinen suorituskyky on esimerkeissä 1 ja 2 parempi kuin vertailuesimerkeissä 1-4. Esimerkeissä 1 ja 2 ei tukieristyskerroksen pintaa tarvittu hioa. Senvuoksi tarvittiin kaapeliliitoksiin esimerkeissä 1 ja 2 vähemmän aikaa kuin vertailuesimerkeissä 1-4.

Valaisevan esimerkin 2 tarkoituksena on verrata kaapelinliitosta, jossa on keksinnön menetelmän mukaan tehty ulkoinen puolijohtava kerros, sellaiseen kaapeliin, joka on tehty keksinnön menetelmästä poikkeavalla menetelmällä.

Esimerkit 3 ja 4

Liitettiin verkkopolyetyleenieristyksellä varustetut kaapelit, joissa oli ulkopuoliset puolijohtavat kerroksist, joiden johdinpoikkipinta oli 150 mm^2 ja joiden eristyksen paksuus oli 7 mm. 10 mm:n paksuinen tukieristyskerros tehtiin kiertämällä liitososalle polyetyleeninauhaa, jossa oli ristikytkentäainetta (dikumyyliperoksidia), (esim.3) tai suulakepuristamalla samaa ainetta (esimerkki). Verkkopolymeeriperusteinen lämpökutistuva putki (jonka sisähalkaisija oli 50 mm ennen kutistamista ja 20 mm kutistamisen jälkeen ja jonka johtokyky pintavastuksessa oli 3×10^{14} , kun elektrodien etäisyys oli 20 mm) lämpökutistettiin tukieristyskerroksen päälle puhalluslampua käyttämällä, niin että muodostui puolijohtava kerros. Täten syntynyt kaapelinliitos lämmitettiin lämpötilaan 210°C 1,5 tunnin ajaksi 5 kg/cm^2 :n typpikaasunpaineen alaisena, niin että tukieristyskerros ristikytkettyi kaapeleille. Näin oli saatu aikaan kaapelinliitos.

Vertailuesimerkit 5 ja 6

Käytettiin samanlaisia kaapeleita kuin esimerkeissä 3 ja 4. 10 mm:n paksuinen tukieristyskerros tehtiin kiertämällä ristikytkentäainetta (dikumyyliperoksidia) sisältävästä polyetyleenistä valmistettua nauhaa liitoskohdan päälle (vertailuesimerkki 5) tai suulakepuristamalla samaa ainetta (vertailuesimerkki 6), Näin syntynyt kaapelin liitososa lämmitettiin lämpötilaan 210°C 1,5 tunnin ajaksi typpikaasunpaineen (5 kg/cm^2) alaisena. Senjälkeen poistettiin vulkanoitu styreenibutadieenikuminauha kaapelin liitososasta, minkä jälkeen tukieristyskerroksen pinta hiottiin. Tämän jälkeen kierrettiin tukieristyskerroksen päälle puolijohtavaa nauhaa ja kaapelin liitososaa lämmitettiin lämpötilassa 160°C kahden tunnin ajan, ulkopuolisen, puolijohtavan kerroksen muodostamiseksi. Näin oli kaapeliliitos valmis.

Esimerkeissä 3 ja 4 sekä vertailuesimerkeissä 5 ja 6 selitettyjen menetelmien mukaan tehtyjen kaapelinliitoksien sähköistä suorituskykyä koestettiin samalla tavalla kuin esimerkissä 1. Tulokset on esitetty taulukossa 2.

Kuten taulukosta 2 selviää, voidaan esimerkeissä 3 ja 4 tehdä tukieristyskerroksen lämpömuovaus tehdä samanaikaisesti kuin tukieristyskerroksen jälkeen tapahtuva lämpömuovaus. Vastaavasti oli kaapelinliitokseen tarvittava aika lyhyempi kuin vertailuesimerkeissä 5 ja 6. Lisäksi oli sähköinen suorituskyky esimerkeissä 3 ja 4 parempi kuin vertailuesimerkeissä 5 ja 6.

Esimerkki 2

		Esim. 3	Esim. 4	Vertailu- esim. 5	Vertailu- esim. 6
Kapelin liittäminen	Tukieristyskerros	Kierretty nauha	Suulakepu-ristettu	Kierretty nauha	Suulake-puristettu
	Ulkopuolinen puoli-johtava kerros	Lämpökutistuva putki	Lämpökutistuva putki	Kierretty nauha	Kierretty nauha
	Tukieristyskerroksen lämpömuovaaminen	Muovataan samanaikaisesti lämpötilassa 210°C, typpi-kaasupaineen alaisena 1.5 tunnin ajan	Muovataan samanaikaisesti lämpötilassa 210°C, typpi-kaasupaineen alaisena 1.5 tunnin ajan	Vulkanoitu kuminauha, kierretty 210°C 1,5 h	Vulkanoitu kuminauha kierretty 210°C, 1,5 h
	Lämpömuovaus tukieristyskerroksen jälkeen	Ei tarpeen	Ei tarpeen	160°C, 2 h	160°C, 2 h
Tukieristyskerroksen pinnan kiilloitus	Ei tarpeen	Ei tarpeen	0n tarpeen	0n tarpeen	0n tarpeen
Tukieristyskerroksen ja ulkopuolisen puolijoh-tavan pinnan jakopinta	Melko epä-tasainen	Sileä	Melko epä-tasainen	Melko epä-tasainen	Melko epä-tasainen
Vaihtovirran alku-murtuma-arvo	230 kV	250 kV	160 kV	190 kV	190 kV

Valaisevan esimerkin 3 tarkoituksena on valita sopiva valamisnopeus siinä tapauksessa, että polymeeri suulakepuristetaan käyttämällä metallimuottia, keksinnön mukaisen tukieristyskerroksen muodostamiseksi.

Valaiseva esimerkki 3

Liitettiin toisiinsa vastaavasti verkkopolyetyleenieristykseillä varustetut kaapelit, joiden johdinpoikkipinta oli 150 mm^2 ja eristyskerroksen paksuus 7 mm, sekä verkkopolyetyleenieristykseillä varustetut kaapelit, joiden johdinpoikkipinta oli 1000 mm^2 ja eristyskerrosten paksuus 20 mm. 10 ja 20 mm:n paksuiset tukieristyskerrokset tehtiin suulakepuristamalla ristikiytyainetta (dikumyyliperoksidia) sisältävää polyetyleenä taulukossa 3 esitetyillä valunopeuksilla metallimuottiin, joka oli esilämmitetty lämpötilaan 100°C , vastaavasti yllämainittuja eri kaapelityyppejä varten. Lisäksi kaapelinliitoksia, sen jälkeen kun lämpökutistuvat eristysputket oli lämpökutistettu tukieristyskerrosten päälle, lämpötilassa 200°C kahden tunnin ja kahdeksan tunnin ajan, niin että tukieristyskerrokset ristikiytyivät kaapelien yli, vastaavasti eri kaapelityypeille. Näin saatiin aikaan kaapelinliitokset, vastaavasti.

Nämä kaapelinliitokset alistettiin vaihtovirta-alkumurtumarvon mittauskokeisiin ja tulokset on esitetty alempana taulukossa 3.

Taulukko 3

	Vertailu- esimerkki 7	Esimerkki 5	Esimerkki 6	Vertailu- esimerkki 8	Esimerkki 7
Kaapelin johdinpoikki- pinta	150 mm ²	150 mm ²	150 mm ²	1000 mm ²	1000 mm ²
Kaapelin eristyskerroksen paksuus	7 mm	7 mm	7 mm	20 mm	20 mm
Valynopeus Q (cm ³ /min)	30	40	100	150	180
Valuaika t (min)	10	7,5	3,2	35	30
Q/t (cm ³ /min ²)	3	5,3	31	4,3	6
Ylivirtausaika (min)	2	0	1	0	0
Jakopinnan adheesio	x	0	0	7	0
Vaihtovirran alkumurto- arvo (kV)	80	180	230	250	450

Huom. Jakopinnan adheesio - Kaapelinliitos leikattiin levyn muotoiseksi siten, että tukieristyskerroksen ja kaapelin eristyskerroksen välinen pinta oli olennaisesti levyn paksuuden keskellä. Jakopinnan adheesio määriteltiin sen perusteella, irtosivatko kerrokset toisistaan kymmenen taivutuskerran jälkeen vaiko eivät. Taulukossa 3 tarkoittæ merkki (x) että kerrokset irtosivat toisistaan, merkki (Δ) tarkoittaa, että kerrokset irtosivat toisistaan paikallisesti ja merkki (0) tarkoittaa, että kerrokset eivät irronneet toisistaan.

Kuten taulukosta 3 käy ilmi, oli tukieristyskerroksen ja kaapelin eristyskerroksen välinen adheesio tyydyttävä kaapelinliitoksissa (esimerkit 5, 6 ja 7) joissa oli tukieristyskerros joka oli tehty valitsemalla valunopeus siten, että valunopeuden Q (cm^2/min) suhde valamiseen käytettyyn aikaan (min), Q/t , oli yli viisi ja vastaavasti oli vaihtovirran alkumurtoarvo korkeampi. Vaihtovirran alkumurtoarvo nousi edelleen, jos annettiin ristikykentäainetta sisältävän polyetyleenin virrata metallimuotin ylivirtausrei'istä.

Patenttivaatimukset:

68742

1. Kaapelin liittämismenetelmä, johon kuuluu vaihe, jossa muodostetaan kaapeleiden (1a, 1b) johtimien liitososan (2) päälle tukieristyskerros (4), t u n n e t t u siitä, että tukieristyskerroksen (4) muodostuksen jälkeen sijoitetaan lämpökutistuva putki (6) tukieristyskerroksen (4) päälle lämmittämällä lämpökutistuvaa putkea (6), ja muovataan lämpökutistuva putki (6) ja tukivahvistuskerros (4) tiiviisti yhteen kuumentamalla näitä juoksevassa paineväliaineessa, jolloin saadaan aikaan sulamalla tapahtuva kiinnitys tukieristyskerroksen (4) ja lämpökutistuvan putken (6) välille.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että lämpökutistuva putki (6) on tehty eristyspolymeeristä.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että eristyspolymeeri on ristikiytkypolyetyleniä.

4. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että eristyspolymeeri on etyleenipropyleenikopolymeeriä.

5. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että eristyspolymeeri on etyleenivinyylisetaattikopolymeeriä.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että lämpökutistuva putki (6) on tehty puolijohtavasta polymeeristä.

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että puolijohtava polymeeri on hiilimustaa sisältävä ristikiytketty polyetyleni.

8. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että puolijohtava polymeeri on hiilimustaa sisältävä etyleenipropyleenikopolymeeri.

9. Patenttivaatimuksen 6 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että puolijohtava polymeeri on etyleenivinyylisetaattikopolymeeri.

10. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tukieristyskerroksen (4) eristysaine on polyetyleniä.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että polyetyleeniin on sekoitettu ristikiytkyainetta.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että ristikiytkyaine on dikumyyliperoksidia.

13. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että tukieristyskerroksen eristysaine on etyleeniprolyleenikopolymeeriä.

14. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että tukieristyskerroksen (4) eristysaine on etyleenivinyyli-asetaattikopolymeeriä.

15. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että tukieristyskerros (4) on tehty valamalla eristysainetta metallimuottiin (11).

16. Patenttivaatimuksen 15 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että eristysaine valetaan metallimuottiin (11) valamisnopeudella, joka vastaa eristysaineen valunopeuden Q (cm^3/min) suhdetta eristysaineen metallimuottiin (11) valamiseen kuluvaan aikaan t (Q/t), niin että suhde on vähintään viisi.

17. Patenttivaatimuksen 15 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että eristysainetta valetaan metallimuottiin (11), kunnes eristysaineen annetaan valua metallimuotissa (11) olevien ylivuoto-reikien yli.

18. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että tukieristyskerros (4) on tehty kiertämällä eristysainenauhaa.

19. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että juokseva väliaine on neste.

20. Patenttivaatimuksen 19 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että juokseva väliaine on silikooniöljy.

21. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että juokseva väliaine on inerttikaasu.

22. Patenttivaatimuksen 21 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että inerttikaasu on typpi.

23. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että kaapelinliitos muovataan kuumentamalla, samalla kun juokseva väliaine paineistaa liitoksen ja että se käsittää edelleen vaiheet sulkea kaapelinliitos painesäiliöön (7), paineistaa kaapelinliitos kaasulla, jota syötetään painesäiliöön (7), sekä lämmittää painesäiliössä (7) olevalla sylinterinmuotoisella sähkölämmittimellä (14), jonka sisähalkaisija on suurempi kuin kaapelinliitoksen ulkohalkaisija.

24. Patenttivaatimuksen 23 mukainen menetelmä, tunnettu siitä, että sylinterinmuotoisen sähkölämmittimen (14) sisähalkaisija valitaan niin, että sen jälkeen kun mainittu kaapelinliitos on laajentunut termisesti, ei sylinterinmuotoisen sähkölämmittimen (14) ja kaapelinliitoksen välinen rako ylitä 10 mm.

1. Förfarande för sammankoppling av kablar, vilket förfarande omfattar ett steg för bildande av ett förstärkande isoleringsskikt (4) över en förbindningsdel (2) mellan ledare i kablar (1a, 1b), k ä n n e t e c k n a t därav, att efter bildandet av det förstärkande isoleringsskiktet (4) ett i värme krympande rör (6) anbringas på det förstärkande isoleringsskiktet (4) genom uppvärmning av det i värme krympande röret (6), och det i värme krympande röret (6) och det förstärkande isoleringsskiktet (4) formas tätt ihop genom uppvärmning i ett flytande tryck medium, varvid det förstärkande isoleringsskiktet (4) och det i värme krympande röret (6) fästes vid varandra genom smältning.
2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att det i värme krympande röret (6) framställt av polymerisoleringsmaterial.
3. Förfarande enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att polymerisoleringsmaterialiet är tvärbundet polyetylen.
4. Förfarande enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att polymerisoleringsmaterialiet är etylen-propylen-sampolymer.
5. Förfarande enligt patentkravet 2, k ä n n e t e c k n a t därav, att polymerisoleringsmaterialiet är etylen-vinyl-acetat-sampolymer.
6. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att det i värme krympande röret (6) framställt av halvledande polymermaterial.
7. Förfarande enligt patentkravet 6, k ä n n e t e c k n a t därav, att det halvledande polymermaterialiet är tvärbundet polyetylen som innehåller kimrök.
8. Förfarande enligt patentkravet 6, k ä n n e t e c k n a t därav, att det halvledande polymermaterialiet är etylen-propylen-sampolymer som innehåller kimrök.
9. Förfarande enligt patentkravet 6, k ä n n e t e c k n a t därav, att det halvledande polymermaterialiet är etylen-vinyl-acetat-sampolymer.
10. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t därav, att isoleringsmaterialiet i det förstärkande isoleringsskiktet (4) är polyetylen.
11. Förfarande enligt patentkravet 10, k ä n n e t e c k n a t därav, att tvärbindningsmedel blandats i polyetylen.

12. Förfarande enligt patentkravet 11, k ä n n e t e c k -
n a t därav, att tvärbindningsmedlet är dicumylperoxid.

13. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
n a t därav, att isolationsmaterialet i det förstärkande isolerings-
skiktet är etylen-propylen-sampolymer.

14. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
n a t därav, att isolationsmaterialet i det förstärkande isolerings-
skiktet (4) är etylen-vinyl-acetat-sampolymer.

15. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
n a t därav, att det förstärkande isoleringsskiktet (4) bildas
genom att isolationsmaterial hålls i en metallform (11).

16. Förfarande enligt patentkravet 15, k ä n n e t e c k -
n a t därav, att isolationsmaterialet hålls i metallformen (11) med
en hastighet som motsvarar förhållandet (Q/t) av isolationsmateria-
lets gjutningshastighet Q (cm^3/min) till den tid t som behövs för
gjutning av isolationsmaterialet i metallformen (11), så att detta
förhållande inte är mindre än fem.

17. Förfarande enligt patentkravet 15, k ä n n e t e c k -
n a t därav, att isolationsmaterial hålls i metallformen (11), tills
isolationsmaterialet strömmar över ett överströmningshål i metall-
formen (11).

18. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
n a t därav, att det förstärkande isoleringsskiktet (4) bildats
genom lindning av ett isolationsmaterialband.

19. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
n a t därav, att det flytande mediet är en vätska.

20. Förfarande enligt patentkravet 19, k ä n n e t e c k -
n a t därav, att det flytande mediet är silikonolja.

21. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
n a t därav, att det flytande mediet är en inert gas.

22. Förfarande enligt patentkravet 21, k ä n n e t e c k -
n a t därav, att den inerta gasen är kväve.

23. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k -
n a t därav, att kabelförbindningsdelen formas genom uppvärmning,
samtidigt som det flytande mediet trycksätter förbindningsdelen,
och att det ytterligare omfattar stegen för inneslutande av kabel-
förbindningsdelen i en tryckbehållare (7), för trycksättande av
kabelförbindningen med en gas som införs i tryckbehållaren (7) och

för uppvärmning med en cylindrisk elvärmare (14), som anordnats i tryckbehållaren (7) och vars inre diameter är större än yttre diametern av kabelförbindningsdelen.

24. Förfarande enligt patentkravet 23, k ä n n e t e c k - n a t därav, att inre diametern av den cylindriska elvärmaren (14) väljs så att efter en termisk expansion av kabelförbindningsdelen avståndet mellan den cylindriska elvärmaren (14) och kabelförbindningsdelen är högst 10 mm.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Kuulusjulkaisuja:-Utläggningsskrifter: Saksan Liittotasavalta-Föbundsrepubliken Tyskland(DE) 2 431 644, 1 105 024.

Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Itävalta-Österrike(AT) 262 413.

FIG.1

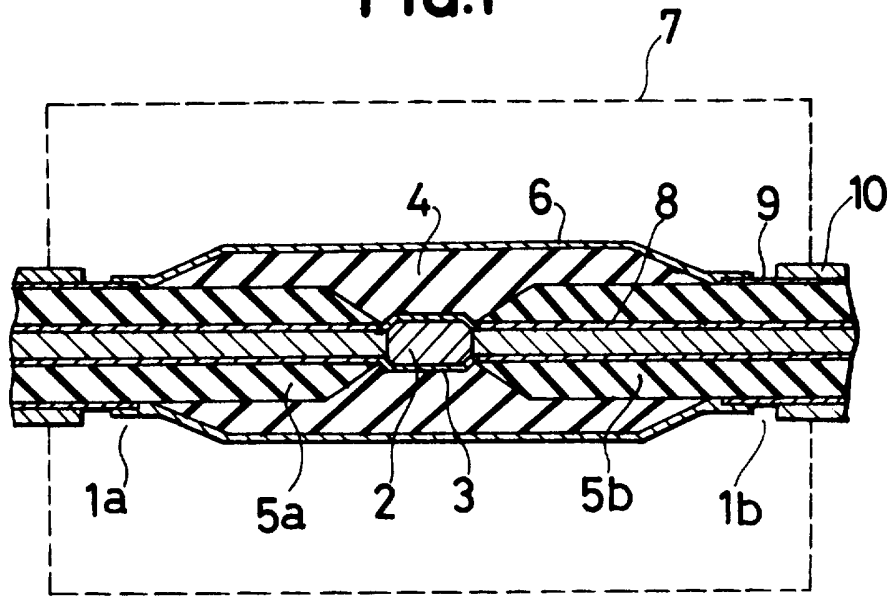


FIG.2

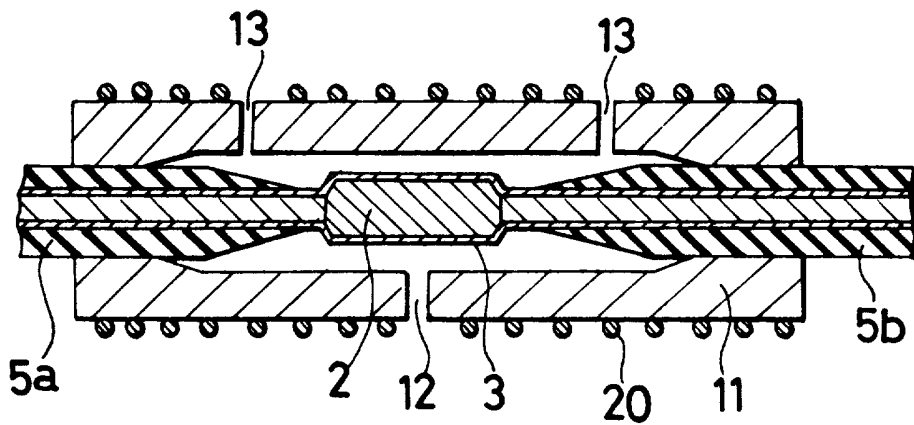


FIG.3

