
Octrooiraad



⑩ A Terinzagelegging ⑪ 8201863

Nederland

⑲ NL

- ⑤4 **Beschermende verpakingscombinatie, alsmede werkwijze.**
- ⑤1 Int.Cl.: G02B 7/26.
- ⑦1 Aanvrager: Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation te Tokio.
- ⑦4 Gem.: Ir. H.M. Urbanus c.s.
Vereenigde Octrooibureaux
Nieuwe Parklaan 107
2587 BP 's-Gravenhage.

-
- ②1 Aanvraag Nr. 8201863.
- ②2 Ingediend 6 mei 1982.
- ③2 Voorrang vanaf 7 mei 1981, 10 juli 1981, 17 juli 1981, 5 november 1981, 5 november 1981, 25 januari 1982.
- ③3 Land van voorrang: Japan (JP).
- ③1 Nummers van de voorrangsaanvragen: 67605/81 , 106895/81 , 110779/81 , 176508/81 , 176509/81 , 9846/82 .
- ⑥2 - -

-
- ④3 Ter inzage gelegd 1 december 1982.

De aan dit blad gehechte afdruk van de beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en) bevat afwijkingen ten opzichte van de oorspronkelijk ingediende stukken; deze laatste kunnen bij de Octrooiraad op verzoek worden ingezien.

VO 3353

-1-

Beschermende verpakingscombinatie, alsmede werkwijze voor het toepassen daarvan

De onderhavige uitvinding heeft betrekking op een beschermende verpakings- of versterkingscombinatie voor het verpakken van gelaste delen van optische vezels en een werkwijze voor het beschermen en versterken van de gelaste delen onder toepassing van een dergelijke beschermende verpak-
5 kingscombinatie.

Een praktische en betrouwbare methode voor het lassen van optische vezels is smeltbinding, waarbij de kunststofbekledingen van de twee te lassen vezeleinden worden afgestript, de twee blootgelegde vezeluiteinden tegen elkaar worden gelegd en door smeltlassen, zoals boogsmelten, worden
10 verbonden. Voor deze smeltverbindingsmethode is echter een aansluitende verpakking voor het beschermen van de gemaakte verbinding nodig, aangezien de laatste geen beschermende bekleding bezit.

Verschillende methoden voor het versterken van het gelaste deel van optische vezels zijn reeds voorgesteld, zoals de toepassing van een warmte-
15 krimpbare buis, beschreven in de Japanse octrooipublicatie 129305/1980 en in "Fusion Splicing of Optical Fibers" door J.F. Balglesh, Electronics Letter, Vol. 15, nr. 1, blz. 32 (1979). In de bekende methoden waarbij gebruik wordt gemaakt van een warmtekrimpbare buis, is een uitwendig verhittingstoestel zoals een elektrische verhitte nodig om de krimp van de
20 warmte-krimpbare buis tot stand te brengen. Een dergelijk uitwendig verhittingstoestel dient bij voorbeeld te worden ondersteunt in een mangat of op de top van een mast wanneer men in het veld een optische vezel moet verbinden. De verpakkingsmethode vereist betrekkelijk lange verhittings-
tijden, d.w.z. 2-3 minuten, omdat de beschermende combinatie vanaf de bui-
25 tenkant door een warmtebron moet worden verhit.

De Young-moduli van de warmte-krimpbare buis en eventuele smelt-lasbare kleefstoffen zijn van de orde van $1-00 \text{ kg/mm}^2$, en veel lager zijn dan de Young-modulus van een optische vezel, d.w.z. bij benadering 7000 kg/mm^2 . Dit leidt tot gevaar van breuk van de optische vezel wanneer
30 een trekspanning op het versterkte deel van de optische vezel wordt aangelegd om de verpakkingsmaterialen te verlengen. Verder zijn de lineaire uitzettingscoëfficiënten van de warmtekrimpbare buis en eventuele smeltlasbare

plakmiddelen die fungeren als verpakkingsmaterialen in de orde van 10^{-5} tot $10^{-4}/^{\circ}\text{C}$, en aldus hoger dan de lineaire uitzettingscoëfficiënt van de gesmolten silica-optische vezel, die van de orde van 10^{-7} - 10^{-6} is. Dit geeft het nadeel dat door de uitzetting of krimp van de voornoemde kunststofverpak-
5 pakingsmaterialen bij temperatuurverandering het transmissieverlies van de optische vezel door micro-buiging daarvan en/of vezelbreuk veroorzaakt door uitstulping van de optische vezel, gemakkelijk kan optreden.

De onderhavige uitvinding is gericht op het overwinnen van de voornoemde nadelen van de bekende beschermende verpakkingsmethoden, waarbij ge-
01 bruik wordt gemaakt van een warmte-krimpbare buis.

Het is derhalve een hoofddoel van de uitvinding te voorzien in een beschermende verpakkingscombinatie voor het gelaste deel van optische vezels, waardoor het mogelijk is de beschermende verpakking of versterking van de optische vezel in een korte tijdsperuide gemakkelijk en veilig uit
15 te voeren.

Het is een ander doel van de uitvinding te voorzien in een beschermende verpakkingscombinatie van het type als boven beschreven, waarmede een beschermde eenheid (versterkt, gelast deel van een optische vezel) kan worden verkregen waarbij de transmissieverliezen of dempingsverande-
20 ringen minimaal worden gemaakt en weinig breuk van de optische vezel optreedt.

Het is nog een ander doel van de uitvinding te voorzien in een beschermende verpakkingscombinatie van het type als boven beschreven, waarbij de gedurende het verloop van de verpakking gemakkelijk in een verster-
25 kingseenheid gevormde gassen en belletjes kunnen worden verwijderd, welke eenheid derhalve weinig breuk of transmissieverliestoename van de optische vezel vertoont wanneer deze is onderworpen aan uitwendige krachten, alsmede temperatuurveranderingen, waardoor de vezel gedurende lange tijdsperioden bijzonder betrouwbaar is.

30 Nog een ander doel van de uitvinding is te voorzien in een beschermende verpakkingscombinatie van het type als boven beschreven, waarbij een versterkte eenheid wordt geleverd, waarmede de transmissieverliestoename van de optische vezel bij temperatuurveranderingen minimaal wordt gemaakt, weinig uitstulping uittreedt en aldus weinig breuk bij temperatuur-
35 veranderingen van de optische vezel.

Een nog verder doel van de uitvinding is te voorzien in een beschermende verpakkingswerkwijze voor het verpakken of versterken van het gelaste

deel van een optische vezel, die door toepassing van een beschermende verpakingscombinatie van het type als boven beschreven gemakkelijk en veilig in een korte tijdsperiode kan worden uitgevoerd.

Volgens één aspect van de onderhavige uitvinding wordt voorzien in
5 een beschermende verpakingscombinatie voor het gelaste deel van een optische vezel, omvattende een warmte-krimpbare buis die in staat is in de radiale richting daarvan te krimpen, een langgerekte vorm van een hete smeltkleefstof aangebracht aan de binnenkant van de warmte-krimpbare buis, een elektrisch weerstandverhittingselement dat zodanig aan de binnenzijde
10 van de warmte-krimpbare buis is opgesteld en zich in de axiale richting van deze buis uitstrekt, dat dit in staat is zowel de krimpbare buis als de verlengde vorm van de hete smeltkleefstof te verhitten, alsmede een ruimte in de warmte-krimpbare buis om de optische vezel te kunnen doorlaten.

15 In de beschermende verpakingscombinatie van de onderhavige uitvinding is de verlengde vorm van een hete smeltkleefstof een laag die is gevormd op het inwendige oppervlak van de warmte-krimpbare buis. Naar keuze bestaat de verlengde vorm van een hete smeltkleefstof uit een buis die de ruimte levert voor doorleiding van een optische vezel. Het elektrische
20 weerstandverhittingselement kan in de vorm van ten minste één lineair deel tussen de warmte-krimpbare buis en de hete smeltkleefstofbuis zijn opgesteld. Het lineaire deel kan hetzij als zodanig of na bekleding met een smeltlasbare kleefstof worden toegepast. Indien het elektrische weerstandverhittingselement een buisvorm heeft kunnen het binnen- en/of buitenop-
25 pervlak van het verhittingselement worden bekleed met een smeltbare kleefstof.

Het elektrische weerstandverhittingselement kan hetzij als zodanig of na voorafgaande bekleding met een hete smeltkleefstof worden toegepast, en kan, afzonderlijk van de warmte-krimpbare buis worden aangepast om te
30 zamen met de optische vezel in de warmte-krimpbare buis te worden gestoken waarbij door het elektrische weerstandverhittingselement een elektrische stroom wordt geleid. Naar keuze kan het elektrische weerstandverhittingselement in de hete smeltkleefstoflaag, die bij voorbeeld is gevormd door de hete smeltkleefstoflaag te bekleden op het inwendige oppervlak van
35 de warmte-krimpbare buis, aanwezig zijn.

Het elektrische weerstandverhittingselement dat in de uitvinding wordt toegepast heeft bij voorkeur een Young-modulus en lineaire uitzet-

tingscoëfficiënt die beide gelijk zijn aan die van een gesmolten silica-optische vezel. Als elektrisch weerstandverhittingselement dat in de uitvinding bruikbaar is kan men bij voorbeeld noemen een nichroom-type legeringsdraad, een ijzer-chroom-aluminium-type legeringsdraad, een wolfraam-
5 draad, een molybdeendraad, een platinadraad, alsmede een materiaal omvattende uitsluitend of in hoofdzaak een siliciumcarbidevezel en/of een koolstofvezel, die hetzij alleen of in combinatie kunnen worden toegepast of als zodanig of in de vorm van een staaf gemaakt van een bundel daarvan, of als een daaruit gevormd net of buis.

10 Tevens kan men een combinatie van een materiaal als bovengenoemd toepassen als het elektrische weerstandverhittingselement in combinatie met koolstof, een anorganisch materiaal of een organisch materiaal als het materiaal van een matrix, waarin het elektrische weerstandverhittingselement wordt opgesteld of ingebed.

15 Het materiaal van de hete smeltkleefstof, dat in de uitvinding wordt toegepast, heeft bij voorkeur een goede hechting aan een blootgelegde vezel en de kunststofbekleding daarvan, alsmede aan het elektrische weerstandverhittingselement.

Als voorkeursmateriaal voor de hete smeltkleefstof, die in de uitvinding wordt toegepast, kan men bij voorbeeld noemen polyalkenen, polyamiden, polyvinylchloriden, polyesters, polyvinylacetalen, polyurethanen, polystyrenen, acrylharsen, polyvinylethers, fluorkoolwaterstofharsen, polyethers, polyacetalen, polycarbonaten, polysulfonen, dieenpolymeren, natuurlijke rubber, chloropreenrubbers, polysulfiden, alsmede gemodificeerde
25 produkten daarvan. Deze kunnen hetzij afzonderlijk of gemengd worden toegepast (bij voorbeeld een mengsel van een veelvoud van polymeren, een mengsel van een veelvoud van gemodificeerde produkten of een mengsel van ten minste één polymeer en ten minste één gemodificeerd produkt).

Voorkeursmaterialen voor de in de uitvinding toegepaste warmte-
30 krimpbare buis zijn bij voorbeeld polyetheen, etheencopolymeren of fluorpolymeren, bij voorbeeld polyalkenen, zoals polyetheen, polypropeen, etheen-propeen-copolymeren; polyvinylchloride; fluorpolymeren, zoals polyvinylideenfluoride; alsmede siliciumharsen, waartoe het bruikbare materiaal niet is beperkt.

35 Het elektrische weerstandverhittingselement heeft bij voorkeur aan beide einddelen daarvan een lagere elektrische weerstand dan in het centrale deel, waardoor wanneer een elektrische stroom daardoorheen wordt ge-

leid, een grotere hoeveelheid warmte in het centrale deel van het verhit-
tingselement kan worden opgewekt, vergeleken met die opgewekt in elk van
de einddelen. Bij een beschermende verpakingscombinatie die het verhit-
tingselement van het type als zojuist boven beschreven omvat, kan belletjes
5 vorming met voordeel gedurende het verloop van de verpakingsprocedures
minimaal worden gemaakt. De toepassing van een verhittingselement van dit
type heeft bijzondere voordelen voor een beschermende verpakingscombina-
tie van het type, dat het verhittingselement opgesteld tussen de warmte-
krimpbare buis en een buis van de hete smeltkleefstof, die de ruimte levert
10 waardoor een optische vezel kan worden geleid, omvat.

Het heeft de voorkeur dat het elektrische weerstandverhittingsele-
ment een staaf van een verhittingselement omvat, alsmede een bekleding van
opgebrachte geleidende pasta of een film van een onder vacuum op de staaf
opgedampt metaal met een karakteristieke weerstandsverdeling in de axiale
15 richting van de warmte-krimpbare buis.

Het elektrische weerstandverhittingselement is bij voorkeur gemaakt
van een stijf materiaal met een buigsterkte van 10 kg/mm^2 of hoger, een
elasticiteits-buigmodulus van 1 ton/mm^2 of meer en een lineaire uitzet-
tingscoëfficiënt van $10^{-6}/^\circ\text{C}$ of minder. Het elektrische weerstandverhit-
20 tingsselement kan daarbij met voordeel zijn samengesteld uit een combinatie
van koolstofvezels, die zijn opgesteld of ingebed in een matrix van kool.

Het in de uitvinding toegepaste elektrische weerstandverhittings-
element kan met voordeel worden gemaakt uit een stijf materiaal met niet
alleen een hoge buigsterkte en een hoge buig-elasticiteitsmodulus, maar
25 tevens met een lage water-absorptie en een klein gewichtsverlies bij ver-
hitting. Bij aanwezigheid van het verhittingselement voor een dergelijk
stijf materiaal, kan het verpakken van het gelaste deel van een optische
vezel nagenoeg zonder enige rest-belletjes, die ontstaan uit het in het
verhittingselement geabsorbeerd water, worden uitgevoerd. In deze beteke-
30 nis heeft het bijzondere voorkeur als elektrisch weerstandverhittingsele-
ment een koolstof-koolstofvezelcombinatie toe te passen met een buigsterk-
te van 10 kg/mm^2 of hoger, een buigelasticiteitsmodulus van 1 ton/mm^2 of
hoger, een evenichtswater-absorptie van 1,0 gew.% of minder bij 23°C
100% Rh en een gewichtsverlies bij verhitting van 0,01%/minuut of minder,
35 gemeten in 500°C lucht na droging.

Het heeft in de onderhavige uitvinding tevens voorkeur als het ma-
teriaal van de hete smeltkleefstof een hars of een harssamenstelling met

een lage waterabsorptie toe te passen.

Een harssamenstelling, die een nylon en een ionomeer omvat, kan met voordeel als het materiaal van de hetesmeltkleefstof met een lage waterabsorptie worden toegepast, dat een goede kleefkracht aan de blootgelegde
5 vezel en secundaire bekledingen van een optische vezel heeft. Nylon levert een uitstekende hechting aan de secundaire bekleding van de optische vezel door zijn volledige verenigbaarheid daarmee op het moment van de smelting, terwijl het ionomeer voldoende verenigbaarheid heeft met het nylon, alsmede een lage waterabsorptie bezit. Het karakteristieke ionomeer is
10 een etheencopolymeer met carboxylgroepen, waarvan een deel is betrokken bij de intermoleculaire ketenverknoping met metallische ionen. Voorbeelden van in een dergelijke harssamenstelling bruikbare nylons omvatten nylon-6, nylon-66, nylon-11, nylon-12 en copolymeren van een monomeermengsel daarvan. De voorkeur heeft nylon-12, dat de laagste evenrichtswater-
15 absorptie heeft, die 1,5 gew.% gemeten in 23°C water is. Voorbeelden van in de harssamenstelling bruikbare ionomeren omvatten Sarlin (een handelsnaam van een produkt van Dupont, U.S.A.) en Hi-milan (een handelsnaam van een produkt van Mitsui Polychemicals Co. Ltd. Japan); de evenrichtswaterabsorptie daarvan liggen in een laag gebied van 0,1 tot 0,3 gew.%, gemeten
20 in 23°C water. Bij een harssamenstelling van nylon-12 en Sarlin is het gewenst een zodanige mengverhouding te kiezen dat een evenrichtswaterabsorptie wordt verkregen van 1 gew.% in 23°C water waarbij het waterabsorptieverschil tussen het nylon en het ionomeer in aanmerking wordt genomen.

In de beschermende verpakgingscombinatie volgens de onderhavige
25 uitvinding, die tussen de warmte-krimpbare buis en de hetesmeltkleefstofbuis welke de ruimte leveren waardoor een optische vezel kan worden doorgeleid, het elektrische weerstandverhittingselement omvat van het type dat aan beide uiteinden een lagere elektrische weerstand heeft dan in het centrale deel daarvan waardoor bij stroomdoorgang een grotere hoeveelheid
30 warmte in het centrale deel wordt opgewekt. dan in beide einddelen, wordt de hetesmeltkleefstof bij voorkeur gemaakt van een materiaal met een smeltpunt hoger dan de krimptemperatuur van de warmte-krimpbare buis en een evenrichtswaterabsorptie van 1,0 gew.% of minder in 23°C water uit het oogpunt van het probleem van resterende belletjes die in een door toepassing van
35 de verpakgingscombinatie gevormde versterkte eenheid kunnen achterblijven.

Het heeft bijzondere voorkeur als warmte-krimpbare buis een polyalkeenbuis toe te passen en als hete smeltkleefstof polypropreen of een

gemodificeerd produkt van polypropreen, zoals maleïnezuuranhydride-geënt polypropreen of acrylzuur-geënt polypropreen.

Volgens een ander aspect van de onderhavige uitvinding wordt voorzien in een beschermende verpakkingswerkwijze voor het beschermen van het
5 gelaste deel van optische vezels, omvatten de trappen van

- (1) te voorzien in een beschermende verpakgingscombinatie met een warmte-krimpbare buis die in staat is in radiale richting daarvan te krimpen, een verlengde vorm van een hete smeltkleefstof die aan de binnenkant van de warmte-krimpbare buis is aangebracht, alsmede een elektrische
10 verhittingsweerstandselement dat zodanig aan de binnenkant van de warmte-krimpbare buis verlengd in de axiale richting van de warmte-krimpbare buis is aangebracht dat dit in staat is zowel de warmte-krimpbare buis als het verlengde deel van de hete smeltkleefstof te verhitten, alsmede een ruimte voorzien in de warmte-krimpbare buis om
15 de doorgang van de optische vezel mogelijk te maken;
- (2) het plaatsen van de beschermende verpakgingscombinatie rond het gelaste deel van de optische vezels die door de ruimte zijn geleid; en
- (3) het toevoeren van elektrische stroom door het elektrische weerstand-verhittingselement om de hete smeltkleefstof te doen smelten door ver-
20 hitting en de warmte-krimpbare buis te doen krimpen door warmte onder vorming van een versterkte eenheid, die het gelaste deel van de optische vezel omvat, alsmede het elektrische verhittingweerstandselement met de hete smeltkleefstof, die als afdichtmiddel binnen de warmte-gekrompen buis fungeert.

25 Andere doeleinden, maatregelen en voordelen van deze uitvinding zullen duidelijk worden bij verwijzing naar de hierna te beschrijven illustratieve uitvoeringsvormen, alsmede de bijgaande tekeningen, waarin:

fig. 1 een aanzicht van een dwarsdoorsnede is, die een uitvoeringsvorm van de beschermende verpakgingscombinatie van de uitvinding voorstelt;

30 fig. 2 een aanzicht van een longitudinale doorsnede is, die een versterkingseenheid toont gevormd door toepassing van de beschermende verpakgingscombinatie van fig. 1 volgens de werkwijze van de uitvinding;

fig. 3 een aanzicht van een dwarsdoorsnede is die een andere uitvoeringsvorm van de beschermende verpakgingscombinatie van de uitvinding
35 aangeeft;

fig. 4, 6 en 8 aanzichten in dwarsdoorsnede zijn van verdere uitvoeringsvormen van de beschermende verpakgingscombinatie van de uitvinding;

fig. 5, 7 en 9 aanzichten van longitudinale doorsneden zijn, die versterkte eenheden tonen, gevormd door toepassing van de beschermende verpakingscombinaties van fig. 4, 6 en 8 volgens de werkwijze van de uitvinding;

5 fig. 10A een kenmerkende grafiek is van de weerstandsverdelingen I en II, waarbij de Y-as de soortelijke weerstand van een elektrisch weerstandverhittingselement voorstelt aangebracht op de binnenkant van een warmtekrimpbare buis en voortgezet in de lengterichting van de buis en de X-as de longitudinale positie van het elektrische weerstandverhittings-
10 element weergeeft;

fig. 10B een perspectivisch aanzicht is van een elektrisch weerstandverhittingselement met een bekleding van een geleidende pasta of een in vacuum opgedampte film van een metaal, dat een weerstandsverdeling oplevert, die de kenmerken verdeling II als weergegeven in fig. 10A heeft;

15 fig. 11 een doorsnede-aanzicht in lengterichting is dat nog een verdere uitvoeringsvorm van de beschermende verpakingscombinatie van de uitvinding weergeeft;

fig. 12 een doorsnede-aanzicht in lengterichting is, die een nog verdere uitvoeringsvorm van de beschermende verpakingscombinatie van de
20 uitvinding weergeeft tezamen met een optische vezel dat een te verpakken verbonden deel bezit;

fig. 13 een doorsnede-aanzicht is die nog een andere uitvoeringsvorm van de beschermende verpakingscombinatie van de uitvinding weergeeft;

fig. 14 een doorsnede-aanzicht in lengterichting is die een ver-
25 sterkte eenheid weergeeft van een toepassing van de beschermende verpakingscombinatie van fig. 13 volgens de werkwijze van de uitvinding;

fig. 15, 16 en 17 doorsnede-aanzichten zijn, die de elektrische weerstandverhittingselementen tonen, die elk in resp. voorbeelden XII, XIII en XV worden toegepast, die hierna zullen worden beschreven;

30 fig. 18 een perspectivisch aanzicht is van het elektrische weerstandverhittingselement toegepast in voorbeeld XV;

fig. 19 een grafiek is die de toename van het transmissieverlies (dB/gelast deel) aangeeft bij toenemende temperatuur van de lasplaats verpakt met een stijf elektrisch weerstandverhittingselement vergeleken met
35 dat verpakt met een buigbaar elektrisch verhittingselement als toegepast in de beschermende verpakingscombinaties;

fig. 20 een grafiek is die de temperatuurstijgingen bij de verpak-

kingsgrensvlakken weergeeft, die intern worden verhit door het elektrische weerstandverhittingsselement;

fig. 21A en 21B doorsneden zijn in dwars- en lengterichting, die een opstelling van een beschermende verpakingscombinatie van de uitvin-
5 ding weergeven, alsmede een optische vezel met een gelast deel dat moet worden verpakt;

fig. 22A en 22B doorsnede in dwars- en lengterichting zijn, die een structuur weergeven van een versterkingseenheid, gevormd uit de opstelling van fig. 21A en 21B na weerstandsverhitting;

10 fig. 23 en 24 doorsnede-aanzichten zijn, die resp. nog twee andere uitvoeringsvormen van de uitvinding tezamen met ^{een} optische vezel weergeven;

fig. 25A en 25B resp. doorsnede-aanzichten in dwars- en lengte-
richting zijn, die nog verdere uitvoeringsvormen van de beschermende ver-
pakingscombinatie van de uitvinding weergeven, tezamen met een optische
15 vezel met een gelast deel dat moet worden verpakt; en

fig. 26A en 26B doorsnede-aanzichten in dwars- en lengterichting
zijn, die een versterkte eenheid weergeven verpakt door toepassing van de
beschermende verpakingscombinatie als weergegeven in fig. 25A en 25B.

De volgende voorbeelden waarin naar de bijgaande tekeningen wordt
20 verwezen, illustreren de uitvinding in meer bijzonderheden, maar dienen
niet als beperkend te worden opgevat.

Voorbeeld I

Fig. 1 is een doorsnede van een beschermende verpakingscombinatie
volgens de uitvinding, die in dit voorbeeld wordt toegepast.

25 Fig. 2 is de lengtedoorsnede van een versterkte eenheid, gevormd
door toepassing van de combinatie van fig. 1 volgens de werkwijze van de
uitvinding.

De combinatie bestond uit een warmte-krimpbare buis 1, in staat bij
verhitting in radiale richting te krimpen, een laag 2 van een hete-smelt-
30 kleefstof, die op het inwendige oppervlak van buis 1 was bekleed en een
staaf van een elektrisch weerstandverhittingsselement 4 met daarop een be-
kledingslaag 3 van hetesmeltkleefstof ingebracht in een ruimte 5, open
gelaten door de cilindrische kleeflaag 2. Het verhittingsselement 4 was zo-
ver in de axiale richting van buis 1 uitgestoken, dat het in staat was zo-
35 wel buis 1 als de hete smeltlagen 2 en 3 te verhitten. De combinatie lever-
de de ruimte 5 waardoor een optische vezel kon worden geleid.

De werkwijze voor het beschermend verpakken of versterken volgens

de uitvinding onder toepassing van de voornoemde combinatie was als volgt. De verpakkingcombinatie, door de ruimte 5 waarvan een optische vezel was geleid voordat twee optische vezels met hun einddelen waarvan de kunststofbekledingen waren afgestript voor het blootleggen van de optische
5 vezels 6 door smelten werden gelast, was zodanig om het verbonden deel van de optische vezel geplaatst dat een deel van de kunststofbekledingen 7 grenzend aan beide uiteinden van de blootgelegde vezeldelen 6 werd bedekt. Bij doorleiding van elektrische stroom door het verhittingselement 4 werd de buis 1 door verhitting gekrompen en werden de hete-smeltkleeflagen 2
10 en 3 gesmolten en vloeien samen met het door smelten gelaste deel van de optische vezel. Aldus werd een versterkte eenheid als weergegeven in fig. 2 gevormd, die het gelaste deel van de optische vezel en het elektrische weerstandselement 4 omvatte, waarbij de hete-smeltkleefstof ook enigszins werkte als een afdichtmiddel binnen de warmte-gekrompen buis 1.

15 Aangezien de krimp van de warmte-krimpbare buis in radiale richting waar- door de samenvoeging van de beschermende verpakkingcombinatie met het verbonden deel van de optische vezel mogelijk is, alleen teweeggebracht wordt door een elektrische stroom door het verhittingselement te leiden voor het tot stand brengen van de inwendige verhitting, kan volgens de
20 werkwijze van de uitvinding de versterking van het gelaste deel van een optische vezel gemakkelijk en veilig in een korte tijdsperiode worden uit- gevoerd, zonder dat een uitwendige verhitter, zoals bij de gebruikelijke technieken, nodig is. Door toepassing van het elektrische verhittingsele- ment 4, dat een hoge elasticiteitsmodulus heeft en tevens als versterkings-
25 materiaal kan fungeren, wordt de sterkte van het versterkte, gelaste deel van de optische vezel aanzienlijk vergroot, zodat de gelaste optische vezel vrijwel breukvast is. Door de lage thermische uitzettingscoëfficiënt van het elektrische element 4 worden de uitzetting en krimp door tempera- tuurveranderingen van de warmte-krimpbare buis 1 en de hete smeltkleef-
30 laag 2 zodanig minimaal gemaakt, dat de op de blootgelegde vezel uitge- oefende spanning zodanig kan worden verminderd, dat het transmissiever- lies van de blootgelegde vezellaag wordt gehouden en vrijwel geen breken van de vezel optreedt. Verder wordt door de hete smeltkleeflagen 2 en 3 het versterkte deel van de blootgelegde vezel zo stevig gefixeerd, dat
35 uitstulping van de blootgelegde vezel en de opbouw van torsiespanningen in deze vezel kunnen worden voorkomen, hetgeen tevens bijdraagt tot het vermijden van vezelbreuk.

Voorbeeld II

Fig. 3 is een dwarsdoorsnede van de combinatie volgens de uitvinding die in dit voorbeeld werd toegepast. De beschermende verpakkingcombinatie bestond uit een warmte-krimpbare buis 1, een laag 2 van een hete-smeltkleefstof bekleed op het inwendige oppervlak van buis 1, alsmede een veelvoud van draden van een elektrisch weerstandverhittingselement 8, die in lengterichting van de buis waren aangebracht en op bepaalde afstanden in de cilindrische laag 2 van de hete-smeltkleefstof ingebed. Aldus was het verhittingselement 8 in staat zowel de warmte-krimpbare buis 1 als de hete-smeltkleeflaag 2 die een ruimte openlieten, waardoor de optische vezel kon worden gepasseerd, te verhitten.

Het beschermen van het door smelten gelaste deel van de optische vezel werd onder toepassing van de bovenvermelde combinatie op vrijwel dezelfde wijze als in voorbeeld I uitgevoerd.

Zoals ook gedemonstreerd in voorbeeld I blijkt uit dit voorbeeld duidelijk, dat volgens de uitvinding de beschermende verpakking gemakkelijk en op veilige wijze binnen een korte tijdsperiode, zonder toepassing van een uitwendige verhitter kan worden uitgevoerd. Onder toepassing van een elektrisch weerstandverhittingselement met een hoge elasticiteitsmodulus en een lage thermische uitzettingscoëfficiënt en onder toepassing van een hete-smeltkleefstof met een hoge elasticiteitsmodulus en een goede hechting aan de blootgelegde vezel en de kunststofbekleding daarop, alsmede aan het elektrische weerstand-verhittingselement, kan volgens de uitvinding een bijzonder betrouwbare versterkte eenheid worden gevormd, die het voordeel heeft dat weinig breuk van de blootgelegde vezel optreedt en het transmissieverlies van de optische vezel slechts weinig wordt verhoogd.

Voorbeeld III

Fig. 4 is een dwarsdoorsnede van de combinatie volgens de uitvinding die in dit voorbeeld werd toegepast. Fig. 5 is een aanzicht van een longitudinale doorsnede van een versterkte eenheid, gevormd onder toepassing van de combinatie van fig. 4 volgens de werkwijze van de uitvinding.

De combinatie bestond uit een warmte-krimpbare buis 21, die bij verhitting in staat was tot krimp in radiale richting daarvan, een buis 22 van een hete-smeltkleefstof, aangebracht op de binnenkant van de warmte-krimpbare buis 21, alsmede een staaf van een elektrisch verhittingselement 23 tussen de buizen 21 en 22 opgesteld werd en zich uitstrekkende in de axiale richting van buizen 21 en 22. Aldus opgesteld was het elektrische verhittingselement 23 in staat zowel de warmtekrimpbare buis 21 als

de hete-smeltkleefstofbuis 22 te verhitten, welke een ruimte 24 openlieten waardoor de optische vezel kon worden doorgeleid.

De warmte-krimpbare buis 21 was gemaakt van polyetheen en had een lengte van 6 cm, een binnendiameter van 2,5 mm en een radiale dikte van 5 0,2 mm. De warmte-krimp van de buis 21 was 50%. De buis 22 van hete-smelt-kleefstof was gemaakt van een met acrylzuur geënt produkt van etheen-ethylacrylaatcopolymeer (acrylzuurgehalte 0,3%) en had een lengte van 6 cm, een buitendiameter van 1,6 mm en een dikte van 0,2 mm. Het elektrische verhittingsselement 23 bestond uit een nichroom-draad met een diameter 10 ter van 0,07 mm en een lengte van 10 cm.

De procedure van de beschermende verpakkingswerkwijze volgens de uitvinding onder toepassing van de bovengenoemde beschermende verpakkingscombinatie zal nu onder verwijzing naar fig. 5 worden beschreven.

Eén optische vezel met een diameter van bij benadering 0,9 mm werd 15 door de ruimte 24 van de combinatie van fig. 4 geleid en van het smeltgebied af bewogen. De optische vezel en een andere optische vezel, van de uiteinden waarvan de kunststofbekledingen 26, 27 en 28 waren afgestript om de vezels 25 bloot te leggen, welke vezels een diameter hadden van 125 micrometer, werden door smelten met de uiteinden tegen elkaar gelast. 20 De beschermende verpakkingscombinatie, door de ruimte 24 waarvan de optische vezel was geleid alvorens de voornoemde smeltverbinding als boven beschreven tot stand te brengen, werd zodanig rond het door smelten gelaste deel 25A van de optische vezel geplaatst, dat de delen van de kunststofbekledingen 26, 27 en 28 grenzend aan beide uiteinden van het blootge- 25 legde vezelkerndeel werden bedekt, welke kunststofbekledingen waren gemaakt van een primaire siliconbekleding 26, een siliconbufferbekleding 27 en een secundaire nylonbekleding 28. Bij aanleggen van een gelijkspanning van 10 Volt over het elektrische verhittingsselement 23, werd de warmte-krimpbare buis 22 door de warmte gekrompen in de radiale richting daar- 30 van, terwijl de hete-smeltkleefstofbuis 22 werd gesmolten en een kleefstoflaag 22' vormde. Aldus werd een verpakte of versterkte eenheid als weergegeven in fig. 5 binnen een korte periode van 1-3 minuten gevormd, welke het gelaste deel van de optische vezel alsmede het elektrische weerstandselement 23 omvatte, waarbij de hete-smeltkleefstof 22' enigszins werkte 35 als een afdichtmiddel binnen de warmte-gekrompen buis 21.

Het gelaste deel van de optische vezel, dat aldus volgens de uitvinding was verpakt (versterkte eenheid) had uitstekende eigenschappen als

hierna vermeld.

(1) Wegens de hoge treksterkte van het elektrische verhittingsselement, dat in lengterichting in de beschermende verpakingscombinatie was opgesteld, was de treksterkte van het gelaste deel niet minder dan 2 kg.

5 (2) Het transmissieverlies van de optische vezel veroorzaakt door deze beschermende verpakking was minder dan 0,01 dB per gelast deel.

(3) Wegens de geringe uitzetting en krimp bij temperatuurveranderingen van het elektrische verhittingsselement 23, in lengterichting in de beschermende verpakingscombinatie aanwezig, was de temperatuurafhankelij-
10 kheid van het transmissieverlies van het aldus verpakte gelaste deel van de optische vezel minder dan 0,03 dB per gelast deel binnen het gebied van -20 tot $+60^{\circ}\text{C}$.

(4) Uitstulping van de optische vezelkern 25, dat bij temperatuurveranderingen kan optreden, was nagenoeg afwezig. Zelfs na 30 kringlopen
15 in een warmtecyclusproef (-20°C tot $+60^{\circ}\text{C}$, 6 uren per kringloop) was er weinig breuk van de optische vezel waarneembaar en was de transmissieverliesverandering daarvan minder dan 0,04 dB per gelast deel.

(5) Niet alleen na een houdbaarheidsproef van 30 dagen bij een hoge temperatuur van 80°C maar tevens na eenzelfde proef bij een tempera-
20 tuur van 85°C bij een hoge relatieve vochtigheid van 85% was de verandering van het transmissieverlies van de optische vezel minder dan 0,04 dB per gelast deel.

(6) Wegens de volledige samenvoeging van het gelaste deel van de optische vezel met de hete-smeltkleefstof werd voortplanting van verdraai-
25 ingen en buigingen van de optische vezel door uitwendige krachten vrijwel verhinderd, hetgeen tevens bijdraagt tot weinig breuk van de optische vezel. Wat betreft dit voorbeeld alsmede de volgende voorbeelden IV-IX worden de materialen van de beschermende verpakingscombinatie die daarbij werden toegepast en de eigenschappen van de daarbij gevormde beschermen-
30 de verpakkingseenheid gerangschikt in tabel A, die na voorbeeld IX wordt opgenomen.

Voorbeeld IV

Fig. 6 is een dwarsdoorsnede van de combinatie volgens de uitvinding die in dit voorbeeld werd toegepast. Het enige verschil tussen de
35 combinatie van fig. 4 en die van fig. 6 was, dat de laatste een veelvoud (4 in fig. 6, hoewel dit niet noodzakelijkerwijze 4 behoeft te zijn) van draden van het elektrische verhittingsselement bevatte. Fig. 7 is een

lengtedoorsnede van de verpakkingseenheid, die werd gevormd door toepassing van de combinatie van fig. 6 volgens de werkwijze van de uitvinding.

Het gelaste deel van de optische vezel, dat in dit voorbeeld op dezelfde wijze als in voorbeeld III (verpakte eenheid) is versterkt, heeft uitstekende eigenschappen, zoals blijkt uit tabel A.

Voorbeeld V

Een combinatie met de structuur van voorbeeld III, maar onder toepassing van andere materialen werd in dit voorbeeld onderzocht. 10 cm lengte van Besfight HM-6000 (handelsnaam van een koolstof-draadgaren van 6000 filamenten van Toho Rayon Co. Ltd. Japan) werd in plaats van de Ni-chroomdraad als elektrisch verhittingselement 23 toegepast. Een etheen-propreen-copolymeer werd in plaats van het polyetheen als materiaal van de warmtekrimpbare buis 21 toegepast. Nylon-12 werd als materiaal van de hete smeltkleefstofbuis 21 toegepast in plaats van het met acrylzuur geënte produkt van etheen-ethylacrylaatcopolymeer.

Nagenoeg dezelfde procedure als in voorbeeld III werden uitgevoerd voor het versterken van het gelaste deel van de vezel. De aldus gevormde versterkte eenheid had uitstekende eigenschappen, zoals blijkt uit tabel A.

20. Voorbeeld VI

Fig. 8 is een dwarsdoorsnede van de combinatie volgens de uitvinding die in dit voorbeeld werd toegepast. Fig. 9 is een doorsnede in lengterichting van de versterkte eenheid gevormd met de combinatie van fig. 8 volgens de werkwijze van de uitvinding.

25 De combinatie van fig. 8 was nagenoeg gelijk in structuur aan die van fig. 6 met uitzondering dat de draden van het elektrische element 23, dat tussen de buizen 21 en 22 was opgesteld, lagen 32 van een daarop beklede hete-smeltkleefstof bezaten. De warmte-krimpbare buis 21 was gemaakt van polyetheen en had een lengte van 6 cm, een inwendige diameter van 2,5 mm en een dikte van 0,2 mm. De warmtekrimp van de buis was 50%.

Buis 22 en lagen 32 van de hete-smeltkleefstof waren gemaakt van nylon-12 (gedroogd). Buis 22 had een lengte van 6 cm, een buitendiameter van 1,6 mm en een dikte van 0,2 mm. De lagen 32 hadden een dikte van ongeveer 0,2 mm. 10 cm lengte van Besfight HM-6000 (handelsnaam van een koolstofvezelgaren van 6000 filamenten van Toho Rayon Co. Ltd. Japan) werd als het elektrische weerstandverhittingselement 23 toegepast en werd bekleed met de bovengenoemd hete-smeltkleefstof door middel van een draadbekledingsinrichting.

Nagenoeg dezelfde procedures als in voorbeeld III werden toegepast met uitzondering dat een gelijkspanning van 4 Volt over beide uiteinden van het elektrische verhittingsselement 23 werd aangelegd ter versterking van het gelaste deel van de optische vezel. De versterkte eenheid als
5 weergegeven in fig. 9 werd in een korte periode van 30 tot 60 seconden gevormd.

Het gelaste deel van de aldus verpakte optische vezel (versterkte eenheid) had uitstekende eigenschappen zoals blijkt uit tabel A. In de treksterkteproef vond breuk plaats in een ander deel dan in het versterkte
10 gelaste deel van de optische vezel. Zelfs na de warmtekringloopproef trad geen breuk van de optische vezel op.

Voorbeeld VII

Een combinatie die alleen verschilt van die van fig. 8, doordat de draden (koolstofvezelgaren) van het elektrische weerstandverhittingsselement
15 langs het cilindrische binnenoppervlak van het hete-smeltkleefstofbuis waren gerangschikt in plaats van tussen de warmte-krimpbare buis en de hete-smeltkleefstofbuis te zijn aangebracht, werd in dit voorbeeld toegepast.

Nagenoeg dezelfde procedures als in voorbeeld VI werden herhaald
20 ter versterking van het gelaste deel van de optische vezel. De aldus gevormde versterkte eenheid had uitstekende eigenschappen, zoals blijkt uit tabel A.

Voorbeeld VIII

Een combinatie die alleen verschilde van die van fig. 8 door toepassing van een nylon-6-nylon-12-copolymeer (gedroogd) in plaats van het
25 nylon-12 als materiaal van de hete-smeltkleefstof werd toegepast.

Het gelaste deel van de optische vezel, die volgens dit voorbeeld op dezelfde wijze als in voorbeeld VI was verpakt (versterkte eenheid) had uitstekende eigenschappen, zoals blijkt uit tabel A.

30. Voorbeeld IX

Er werd een combinatie gebruikt die alleen verschilde van die van fig. 8, zoals toegepast in voorbeeld VI, door toepassing van een etheen-vinylacetaat-copolymeer in plaats van nylon-12, als het materiaal van de hete-smeltkleefstof.

35 Het gelaste deel van de optische vezel, die in dit voorbeeld op dezelfde wijze als in voorbeeld VI was verpakt (versterkte eenheid) had uitstekende eigenschappen, zoals blijkt uit tabel A.

T A B E L A

Eigenschappen (per gelast deel)									
Voor- beeld nr.	Warmte- krimp- bare buis	Hete-smelt- kleefstof	Elektrische weerstand- verhittings- element	Struc- tuur van de combi- natie	Trek- sterk- te	Transmissieverlies			
						Ver- ster- king	Tempe- ratuur 3) af- hanke- lijk- heid	Cycli- sche warm- te- proef 4)	Hoge tem- pera- tuur houd- baar- heids- proef 5)
III	Poly- etheen	acrylzuur-ge- ent produkt van etheen- ethylacrylaat- copolymeer	nichroom- draad 1)	Fig. 4	2 kg	min- der dan 0,01 dB	minder dan 0,03 dB	min- der dan 0,04 dB	minder dan 0,04 dB
IV	"	"	"	Fig. 6	2,5 kg	"	"	"	"
V	etheen- propeen- copolymeer	nylon-12	koolstof- vezel 2)	Fig. 4	3,5 kg	"	"	"	"
VI	poly- etheen	"	"	Fig. 8	3,0 kg	"	"	"	"
VII	"	"	"	---	4,0 kg	"	"	"	"
VIII	"	nylon-6- nylon-12 copolymeer	"	Fig. 8	3,5 kg	"	"	"	"
IX	"	etheen-vinyl- acetaatcopo- lymeer	"	Fig. 8	2,5 kg	"	"	"	"

- Opm.: 1) diameter: 0,07 mm
2) Besfight HM-6000 (handelsnaam van een koolstofvezelgaren van 6000 filamenten door Toho Rayon Company, Ltd. Japan)
3) van -20°C tot $+60^{\circ}\text{C}$
5 4) van -20°C tot $+60^{\circ}\text{C}$ 6 uren per cyclus, na 30 cycli
5) 80°C , na 30 dagen
6) 85°C , 85% RH, na 30 dagen

Zoals gedemonstreerd in voorbeeld I, blijkt uit de voorbeelden III-IX tevens dat volgens de uitvinding de beschermende verpakking gemakkelijk en op veilige wijze binnen een korte tijdsperiode kan worden aangebracht zonder toepassing van een uitwendige verhitter. Volgens de uitvinding kan met behulp van een elektrisch weerstandverhittingselement met een hoge Young-modulus en een lage lineaire uitzettingscoëfficiënt een zeer betrouwbare versterkte eenheid worden gevormd, die als gunstige eigenschap 15 heeft dat weinig breuk van de optische vezelkern optreedt en het transmissieverlies van de vezel weinig verandert.

In de voorafgaande voorbeelden blijft echter het gevaar bestaan dat binnen de warmte-krimpbare buis na de verbinding door verhitting belletjes achterblijven, die soms tot een optische vezelbreuk kunnen leiden, omdat nog steeds een geringe mogelijkheid aanwezig is dat de optische 20 vezelkern bij temperatuurveranderingen uitstulpt in het gebied met belletjes.

Met het oog hierop wordt bij voorkeur in de uitvinding een elektrische weerstandverhittingselement toegepast met een karakteristieke weerstandsverdeling I of II als weergegeven in fig. 10A. Meer in het bijzonder 25 heeft het elektrische weerstandsverhittingselement een hogere weerstand in het middendeel daarvan en een lagere weerstand aan beide uiteinden, die overeenkomen met de uiteinden van de warmte-krimpbare buis. Wanneer een elektrische stroom door het element wordt geleid, stijgt de temperatuur 30 in het centrale deel hiervan sneller, waardoor de centrale delen van de warmte-krimpbare buis en de hete-smeltkleefstofbuis sneller worden verhit, en langzamer aan de uiteinden van het verhittingselement waardoor de eindkanten van de buis langzamer worden verhit; aldus beginnen de warmtekrimp van de warmte-krimpbare buis en het smelten van de hete-smeltkleefstofbuis 35 in de centrale delen en schrijden voort naar de eindkanten, waardoor gemakkelijker belletjes, die bij smelten van de hete-smeltkleefstof worden ge-

vormd, uit de versterkte eenheid kunnen worden uitgeperst of verwijderd door de krimpdruk, die zich vanaf het centrum naar de uiteinden ontwikkelt.

Dergelijke karakteristieke weerstandsverdelingen in axiale richting zoals weergegeven in fig. 10A, kunnen bij voorbeeld worden verkregen door
5 alleen of preferentieel de einddelen van een elektrisch basiselement te bekleden met een geleidende pasta met een lagere soortelijke weerstand dan die van de verhittingselementen, zoals een zilverbasta, een aluminiumpasta, een koperpasta of een nikkelpasta, of door vacuumopdamping van een metaal, zoals goud of aluminium, alleen of preferentieel op de eindkanten
10 van het basisverhittingselement. De karakteristieke weerstandsverdeling I, die als een getrokken lijn in fig. 10A wordt weergegeven kan bij voorbeeld worden gevormd door de geleidende pastabekleding of de metaalvacuumopdamping slechts aan de einddelen (bij voorbeeld over het 15 cm lange gebied grenzend aan de uiteinden) van het basis-verhittingselement uit te voeren,
15 waarbij het centrale deel intact blijft. De karakteristieke weerstandsverdeling II als weergegeven door de gebroken lijn in fig. 10A kan bij voorbeeld worden verkregen door de geleidende pastabekleding uit te voeren met een continue vermindering van de bekledingsdikte vanaf de uiteinden naar het centrum. Karakteristieke weerstandsverdelingen gelijk aan de karakteristieke weerstandsverdeling II kunnen elk worden gevormd door de bekleding uit te voeren met een veelvoud van geleidende pasta's die verschillen in gehalte van geleidend materiaal en waarbij de bekleding zodanig wordt uitgevoerd, dat het geleidende materiaalgehalte vanaf de einddelen naar de centrale delen afneemt. of door de geleidende pastabekleding of de
20 metaalvacuumopdamping op zodanige wijze uit te voeren, dat een elektrisch weerstandverhittingselement wordt gevormd, zoals aangegeven in fig. 10B, dat bestaat uit een basis-verhittingselement 36 en een daarop aangebracht geleidend deel.

Fig. 11 toont de lengtedoorsnede van een beschermende verpakingscombinatie, die een elektrisch weerstandverhittingselement omvat met een
30 karakteristieke weerstandsverdeling, analoog aan de verdeling II, als weergegeven in fig. 10A. Meer in het bijzonder omvat de beschermende verpakingscombinatie een warmtekrimpbare buis 41, die bij verhitting in staat is tot krimp in radiale richting daarvan, een buis 42 van een hete-smeltkleefstof, aangebracht aan de binnenkant van de buis 41, alsmede een veel-
35 voud van staven van een elektrisch weerstandverhittingselement 43, opgesteld tussen de buizen 41 en 42, die zich uitstrekken in de axiale richting

van de buizen en langs het cilindrische binnenoppervlak van de warmte-krimpbare buis zijn opgesteld. De staven 13 hebben verschillende gebieden waar de geleidende pasta 44 wordt aangebracht met de verdelingen als weergegeven in fig. 11. De staven van het elektrische weerstandverhittings-
5 element 43 kunnen worden geïmpregneerd of bekleed met hete-smeltkleefstof. Een optische vezel kan door de ruimte 40, voorzien aan de binnenkant van buis 42, worden geleid.

Fig. 12 toont de lengtedoorsnede van een beschermende verpakingscombinatie met inbegrip van een elektrisch weerstandverhittingselement met
10 een karakteristieke weerstandsverdeling, die nagenoeg identiek is aan de verdeling I, weergegeven in fig. 10A. Het element 43 bestaat uit een veelvoud van staven, bekleed met een geleidende pasta 44 als weergegeven in fig. 12. Op de staven van het element zijn hete-smeltkleefstoflagen 45 langs het cilindrische buitenoppervlak bekleed. De staven van het verhittings-
15 element worden aangebracht tussen de buizen 41 en 42 als beschreven onder verwijzing naar fig. 11 en strekken zich uit in de axiale richting van de buizen.

De beschermende verpakingsprocedures volgens de uitvinding, waarbij een beschermende verpakingscombinatie van het type als boven vermeld
20 wordt toegepast, zullen onder verwijzing naar fig. 12 als volgt worden toegelicht.

Er wordt één optische vezel door de ruimte 40 van de combinatie geleid en van het smeltgebied afbewogen. De vezel en een andere optische vezel waarvan de kunststofbekledingen 48 van beide einden zijn afgestript
25 om de vezelkernen 47 bloot te leggen, worden door smelten gelast. De combinatie, door de ruimte 40 waarvan de optische vezel voorafgaande aan de smeltlassing als boven beschreven is gepasseerd, was zodanig rond het door smelten gelaste deel 47A van de optische vezel geplaatst, dat de blootgelegde vezelkern 47 en delen van de kunststofbekledingen 48 grenzend aan
30 beide uiteinden van het blootgelegde vezelkerngedeelte werden bedekt.

Beide uiteinden van het elektrische element 43 worden aangesloten op een constante spanningsbron, zoals een accu of een droge cel, hetgeen niet in fig. 12 is weergegeven. Bij doorleiding van stroom ontwikkelt het elektrische element 43 warmte, waardoor de temperatuur van de warmte-krimp-
35 bare buis 41, alsmede de hete-smeltkleefstoflagen 45 en buis 42 snel in hun centrale delen en langzaam in hun einddelen stijgt. Aldus ontwikkelt zich de warmtekrimp van de buis 41 in radiale richting vanaf het centrale

deel naar de einddelen van de buis 41, terwijl tegelijkertijd het smelten van de hete-smeltkleefstoflagen 45 en de buis 42 vanaf het centrale deel begint en zich ontwikkelt naar de einddelen onder vorming van een kleefstoflaag, die volledig kleeft aan de blootgelegde vezel 47 en deze om-
5 hult. Aldus wordt een versterkte eenheid gevormd, die het gelaste deel van de optische vezel, alsmede het elektrische element omvat, waarbij de hete-smeltkleefstof enigszins fungeert als een afdichtmiddel binnen de wamrte-gekrompen buis. De ontwikkeling van de warmtekrimp van de warmte-krimpbare buis 41 vanaf het centrum naar de uiteinden geeft de mogelijk-
10 heid de rest-belletjes die tussen de blootgelegde optische vezel 47, de hete-smeltkleefstofbuis 42, het elektrische element 43 en de warmte-krimpbare buis 41 zijn gevormd bijna volledig uit de versterkte eenheid te verwijderen.

Indien een flexibel elektrisch element wordt toegepast in een be-
15 schermende verpakkingscombinatie van het type als boven beschreven, vindt gedurende het verloop van het koelen van de verkregen versterkte eenheid een betrekkelijk grote krimp en buiging van de warmte-krimpbare buis en de hete-smeltkleefstoflaag als versterkingsmaterialen plaats, zelfs wanneer men deze bij lage temperatuur beneden 23°C laat staan. Het optreden
20 van een dergelijke krimp en buiging kan soms leiden tot microbuiging van de optische vezel, hetgeen leidt tot een verhoogd transmissieverlies en/of breuk van de vezel. Indien een ander hars dan nylon als materiaal van de hete-smeltkleefstof wordt toegepast, kan geen voldoende hechting aan de secundaire nylon-kunststoflaag van de optische vezel worden bereikt, waar-
25 door de waarschijnlijkheid dat de optische vezel bij trekspanning op de versterkingseenheid breekt toeneemt. Wanneer een hars van het nylon-type wordt toegepast kan een voldoende hechting aan de secundaire nylonlaag van de optische vezel worden verkregen, maar dan ontstaat de mogelijkheid dat in de hars belletjes worden gevormd, afkomstig van het in de nylonhars
30 aanwezige vocht, die gedurende het verloop van de weerstandsverhitting een hoge vochtabsorptie heeft. Een dergelijke mogelijkheid kan tot optische vezeltransmissieverliezen en uitstulpingsbreuk door temperatuurveranderingen leiden.

Met het oog op het bovenstaande heeft het voordelen een stijf weer-
35 standsmateriaal met een hoge buigsterkte, een hoge elasticiteitsbuigmodulus en een lage lineaire uitzettingscoëfficiënt, alsmede een nylon-ionomeerharssamenstelling met een lage waterabsorptie bij verzadiging toe te passen

als resp. elektrisch weerstandverhittingselement en hete-smeltkleefstof van de beschermende verpakingscombinatie, waardoor microbuiging van de optische vezel gedurende het koelen en bij lage temperaturen nagenoeg geheel kan worden verhinderd en optische vezeltransmissieverliezen en breuk
5 door uitstulping wegens temperatuurveranderingen kunnen worden vermeden.

Voorbeeld X

Fig. 13 is een dwarsdoorsnede van een beschermende verpakingscombinatie volgens de uitvinding als toegepast in dit voorbeeld. Fig. 14 is een longitudinale doorsnede van een versterkte eenheid gevormd onder toe-
10 passing van de verpakingscombinatie van fig. 13 volgens de werkwijze van de uitvinding.

De combinatie bestond uit een warmte-krimpbare buis 51, krimpbaar in radiale richting bij verhitting, een buis 52 van een hete-smeltkleefstof aangebracht op de binnenkant van buis 51, alsmede een staaf van een elek-
15 trisch verhittingselement 53 tussen de buizen 51 en 52 opgesteld, in axiale richting van de buizen. Het aldus opgestelde element 53 was in staat zowel de warmte-krimpbare buis 51 als de hete-smeltkleefstofbuis 52 te verhitten, die een ruimte 54 openlieten, waardoor een optische vezel kon worden ge-
leid.

20 De buis 51 was van polyetheen met een lengte van 50 mm, een inwendige diameter van 3,2 mm, een radiale dikte van 0,25 mm en een warmte-krimp van 50%. De buis 52 was gemaakt van een harssamenstelling, bestaande uit 15 gew.% Daicel L 1640 (handelsmerk van nylon-12 van Daicel Ltd. Japan) en 85 gew.% Hi-milan 1652 (handelsnaam van een ionomeer, bereid door
25 Mitsui Polychemicals Co. Ltd; Japan) en had een lengte van 50 mm, een buitendiameter van 1,9 mm en een dikte van 0,2 mm. Het element 53 was gemaakt van een koolstof-koolstofvezelcombinatie met een lineaire uitzettingscoëfficiënt van nagenoeg nul, welke 24.000 filamenten van koolstofvezels omvatte, ingebed in een matrix van koolstof, met een laag 53' van
30 een geleidende Ag-pasta bekleed aan beide zijden van de 10 mm-lange einddelen van de combinatie, waarbij de elektrische weerstand van het element 53 zodanig was verlaagd, dat de warmte-ontwikkeling in de 10 mm lange einddelen bij doorleiding van de stroom laag werd gehouden om de warmte-krimp van de warmte-krimpbare buis zich te laten ontwikkelen van het cen-
35 trum naar de uiteinden ter vergemakkelijking van de verwijdering van belletjes. De koolstof-koolstofvezelcombinatie had een lengte van 60 mm en een diameter van 1,8 mm. De koolstof-koolstofvezelcombinatie was gemaakt

door een bundel garens, gemaakt van koolstofvezelfilamenten, te impregneren met een hars, zoals furfurylalcoholhars of een fenolhars en de bundel te verhitten in een inerte atmosfeer, zoals argongas bij $800-1000^{\circ}\text{C}$ voor het carboniseren van de hars, waarbij de impregnering en carbonisering
5 werden herhaald. De verpakkingsprocedures volgens de uitvinding onder toepassing van de bovengenoemde beschermende verpakkingscombinatie zullen nu aan de hand van fig. 14 worden beschreven.

Er werd een optische vezel door de ruimte 54 van de combinatie van fig. 13 geleid en afbewogen van het smeltgebied. De optische vezel en een
10 andere optische vezel, waarvan de kunststofbekledingen 56, 57 en 58 van de einddelen waren afgestript om de vezelkernen 11 bloot te leggen, werd in een kop-kop-positie door smelten gelast. De verpakkingscombinatie, door de ruimte 54 waarvan de optische vezel was geleid alvorens de smelt-
lassing als bovenbeschreven werd uitgevoerd, was zodanig om het smelt-ge-
15 laste deel 55A van de optische vezel geplaatst dat de blootgelegde vezel 55 en delen van de kunststofbekledingen 56, 57 en 58 grenzend aan beide uiteinden van het blootgelegde vezelkerndeel waren bedekt, waarbij de kunststofbekledingen waren samengesteld uit een primaire siliconbekleding 56, een siliconbufferbekleding 57 en een secundaire nylonbekleding 58.
20 Beide uiteinden van het elektrische verhittingselement 53 werden tussen de twee elektroden van een elektrodesysteem geperst, dat aangesloten was op een constante gelijkstroombron. Bij doorleiding van een gelijkstroom van 4,5 A door het verhittingselement werd de warmte-krimpbare buis 51 door de warmte in radiale richting gekrompen, terwijl de hete-smeltkleefstof-
25 buis 52 werd gesmolten en een kleeflaag 52' vormde. Aldus werd een versterkte eenheid als weergegeven in fig. 14 in een korte periode van 10 tot 30 seconden gevormd; dit omvatte het gelaste deel 55A van de optische vezel en het elektrische element 53, waarbij de hete-smeltkleefstoflaag 52' enigszins werkte als een afdichtmiddel binnen de warmte-gekrompen buis 51.
30 Het gelaste deel van de optische vezel dat aldus volgens de uitvinding was versterkt (versterkte eenheid) had de volgende uitstekende eigenschappen:

(1) door de toepassing van het elektrische weerstandselement 53 met een hoge treksterkte en een hoge Young-modulus en door de toepassing van de hete smeltkleefstof 52' met voldoende kleefkracht aan de secundaire
35 nylonlaag 58 van de optische vezel, was de treksterkte van het versterkte gelaste deel van de optische vezel niet minder dan 2,5 kg tot 3,5 kg.

(2) Wegens de hoge buigsterkte en hoge buigelasticiteitsmodulus van

het elektrische verhittingsselement werd buigen en breuk van het gelaste deel nagenoeg voorkomen en was het transmissieverlies van de optische vezel, toegeschreven aan de versterking, minder dan 0,01 dB per gelast deel.

5 Indien een verhittingsselement van 1-2 mm diameter met een buigsterkte van minder dan 10 kg/mm^2 wordt toegepast, bestaat er de mogelijkheid, dat het element gedurende de hantering daarvan breekt. Het heeft derhalve de voorkeur een verhittingsselement te gebruiken met een buigsterkte van ten minste 10 kg/mm^2 .

10 Indien debuigelasticiteitsmodulus van een verhittingsselement kleiner is dan 1 ton/mm^2 , zal het gelaste deel bij krimp van de kunststofversterkingsmaterialen, d.w.z. de warmte-krimpbare buis en de hete-smeltkleefstof, gedurende koelen daarvan kunnen gaan buigen, hetgeen leidt tot een toename van het transmissieverlies van de optische vezel. Het heeft derhalve de
15 voorkeur een verhittingsselement toe te passen met een buig-elasticiteitsmodulus van ten minste 1 ton/mm^2 .

(3) Wegens de kleinere uitzetting en krimp bij temperatuurveranderingen van het elektrische weerstandverhittingsselement 53 vergeleken met die van de optische vezel, die de blootgelegde vezel is, was de tempera-
20 tuurafhankelijkheid van het transmissieverlies van het gelaste versterkte deel van de optische vezel kleiner dan 0,02 dB per gelast deel binnen het gebied van -40 tot $+70^\circ\text{C}$.

(4) Uitstulping van de optische vezelkern 55 dat bij temperatuurveranderingen kan plaatsvinden werd nagenoeg geheel vermeden. Zelfs na
25 30 kringlopen in een warmtekringloopproef (-20°C tot $+60^\circ\text{C}$, 6 uren/kringloop) was er weinig breuk van de optische vezel en was de transmissieverliesverandering daarvan kleiner dan 0,02 dB per gelast deel.

(5) Niet alleen na een houdbaarheidsproef van 30 dagen bij een hoge temperatuur van 80°C , maar tevens na een 30 dagen durende houdbaar-
30 heidsproef bij een temperatuur van 60°C met een hoge relatieve vochtigheid van 95%, was de transmissieverliesverandering van de optische vezel minder dan 0,02 dB per gelast deel.

(6) Door de volledige integratie van het gelaste deel van de optische vezel met de hete-smeltkleefstof werd de voortplanting van de buigingen en
35 verdraaiingen van de optische vezel door uitwendige krachten nagenoeg geheel voorkomen, hetgeen tevens bijdroeg tot een geringe breuk van de optische vezel.

Voorbeeld XI

Een beschermende verpakingscombinatie, die slechts verschilde van die van fig. 13 als toegepast in voorbeeld X in het type elektrische weerstandverhittingselement werd toegepast. In plaats van de staaf van de koolstof-koolstofvezelcombinatie werd een staaf van gesinterd koolstofmateriaal (grafietverhittingselement met een buigsterkte van 18 kg/mm^2 van Toyo Carbon K.K. Japan) als het elektrische weerstandverhittingselement toegepast. De gesinterde koolstofmateriaalstaaf had een lengte van 60 mm en een diameter van 1,5 mm, waarbij lagen van een geleidende Ag-pasta waren bekleed aan beide 10 mm lange einddelen van de staaf, zoals in voorbeeld X.

Nagenoeg dezelfde procedures als in voorbeeld X werden herhaald om de vezel te versterken met uitzondering dat de vormingstijd van de versterkte eenheid 10-30 seconden bedroeg. De aldus gevormde versterkte eenheid had nagenoeg dezelfde uitstekende eigenschappen behalve de gegevens van de treksterkte van het versterkte gelaste deel van de optische vezel en de temperatuurafhankelijkheid van het transmissieverlies hiervan.

Wat betreft dit voorbeeld, alsmede de volgende voorbeelden XII-XVIII, worden de toegepaste materialen van de beschermende verpakingscombinatie en de eigenschappen van gevormde versterkte eenheid samengevat in tabel B na voorbeeld XVIII.

Voorbeelden XII-XIII

Beschermende verpakingscombinaties, die alleen van de combinatie van fig. 13 toegepast in voorbeeld X verschilden in het type elektrische weerstandverhittingselement werden toegepast.

Fig. 15 en 16 zijn dwarsdoorsneden van de structuren van elektrische weerstandverhittingsbasiselementen, toegepast in resp. voorbeelden XII en XIII. Het verhittingselement 61, in fig. 15 werd vervaardigd door een acrylzuur-geënt produkt van etheen-ethylacrylaatcopolymeer om een SUS-stalen staaf 62 met een diameter van 1 mm en een lengte van 60 mm te bekleden onder vorming van een isolerende laag 63 en in lengterichting 18.000 filamenten van koolstofvezel 64 geïmpregneerd met het bovengenoemde geënte produkt rond de isolerende laag 63 vast te maken. Het basisverhittingselement 71 als weergegeven in fig. 16 werd vervaardigd door in lengterichting 18.000 filamenten van koolstofvezel, geïmpregneerd met het bovengenoemde geënte produkt, om een versterkte kwartsglasstaaf 72 versterkt door een HF-behandeling en een silaan-koppelingsmiddelbehandeling, die een

diameter heeft van 1 mm en een lengte van 60 mm, vast te maken. Aldus had elk verhittingsselement 61 en 71 toegepast in resp. voorbeelden XII en XIII een structuur waarbij elektrisch weerstandsmateriaal was vastgemaakt om een stijf isolatiemateriaal. Lagen van een geleidende Ag-pasta werden
5 op elk van de basis verhittingsselementen 61 en 71 gevormd op dezelfde wijze als beschreven in voorbeeld X en leverde de gewenste elektrische weerstandverhittingsselementen.

De gelaste delen van de optische vezels, die in deze voorbeelden op dezelfde wijze als in voorbeeld XI zijn verpakt (versterkte eenheden) hadden
10 den uitstekende eigenschappen, zoals blijkt uit tabel B.

Voorbeeld XIV

Er werd een beschermende verpakingscombinatie toegepast die alleen verschilde van de van fig. 13 toegepast in voorbeeld X door de toepassing van een staaf (lengte: 60 cm, diameter: 2,0 mm) van een BN-samengestelde
15 EC (handelsnaam van een geleidend keramisch materiaal van Denki Kahaku Kogyo K.K. Japan) als het verhittingsselement in plaats van de koolstof-koolstofvezelcombinatiestaaf.

Het gelaste deel van een optische vezel, in dit voorbeeld verpakt op dezelfde wijze als in voorbeeld XI (versterkte eenheid), had uitsteken-
20 de eigenschappen, zoals blijkt uit tabel B.

Voorbeeld XV

Er werd een beschermende verpakingscombinatie toegepast, die alleen verschilde van die van voorbeeld XIII als toegepast in voorbeeld X wat betreft het type elektrische verhittingsselement. Fig. 17 en 18 zijn
25 een dwarsdoorsnede en perspectivisch aanzicht van het in dit voorbeeld toegepaste elektrisch verhittingsselement 81. Meer in het bijzonder werd het verhittingsselement 81 vervaardigd door voorgeïmpregneerde koolstofvezels 83 te wikkelen om een kernmateriaal 82, gemaakt van een bundel van 3 koolstofvezelgarens van 6.000 filamenten, gevolgd door verharding door verhitting
30 en aansluitende Af-pastabkleding, die aan de beide uiteindeden 84 werd uitgevoerd op nagenoeg dezelfde wijze als beschreven in voorbeeld X. Het verhittingsselement 81 had een lengte van 60 mm en een diameter van 2,0 mm. Aldus bestonden de koolstofvezels 83 uit een film van koolstofvezels, die alle in één richting waren gerangschikt en geïmpregneerd met een
35 uit te harden thermohardende hars.

Het gelaste deel van een optische vezel in dit voorbeeld verpakt op de wijze van voorbeeld XI (versterkte eenheid) had uitstekende eigen-

schappen, zoals blijkt uit tabel B.

Voorbeeld XVI

- Er werd een beschermende verpakingscombinatie toegepast, die alleen verschilde van de combinatie van fig. 13 als toegepast in voorbeeld X, doordat een staaf (lengte 60 mm, diameter 1,0 mm) van een samengestelde koolstofvezelgaren (12.000 filamenten) alle ingebed in één richting in een matrix van een thermohardend polyamidehars het basis-elektrische weerstandverhittingselement vormde in plaats van de koolstof-koolstofvezelcombinatiestaaf.
- 10 Het gelaste deel van een optische vezel volgens dit voorbeeld op dezelfde wijze als in voorbeeld XI (versterkte eenheid) verpakt had uitstekende eigenschappen, zoals blijkt uit tabel B.

Voorbeeld XVII

- Er werd een verpakingscombinatie toegepast, die alleen verschilde van de combinatie van fig. 13 als toegepast in voorbeeld X, doordat een staaf (lengte: 60 mm, diameter: 1,0 mm) van koolstofvezelgaren (12.000 filamenten) geïmpregneerd met een silaan-koppelingsmiddel A-172 (handelsnaam van een produkt bereid door Nippon Unicar, Ltd. Japan) en onder verhitting geperst, het basiselektrische weerstandverhittingselement vormde in plaats van de koolstof-koolstofvezelcombinatiestaaf.
- 15 20

Het gelaste deel van een optische vezel volgens dit voorbeeld op dezelfde wijze als in voorbeeld XI (versterkte eenheid) verpakt had uitstekende eigenschappen, zoals blijkt in tabel B.

Voorbeeld XVIII

- Er werd een verpakingscombinatie toegepast, die alleen verschilde van de combinatie van fig. 13, als toegepast in voorbeeld X, doordat een staaf (lengte: 60 mm, diameter: 1,0 mm) van koolstofvezelgaren (12.000 filamenten) tezamen gehouden met sumiceram (handelsnaam van een anorganische kleefstof van Sumitomo Chemical Co. Ltd. Japan) het basis-verhittingselement vormde in plaats van de koolstof-koolstofvezelcombinatiestaaf.
- 25 30

Het gelaste deel van een optische vezel volgens dit voorbeeld op dezelfde wijze als in voorbeeld XI (versterkte eenheid) verpakt had uitstekende eigenschappen, zoals blijkt uit tabel B.

Zoals gedemonstreerd in voorbeeld I is het uit voorbeelden X-XVIII duidelijk, dat volgens de uitvinding de beschermende verpakking gemakkelijk en op veilige wijze in een korte tijdsperiode zonder toepassing van een uitwendige verhitter kan worden uitgevoerd door een elektrische stroom door

door de elektrische weerstandverhittingselement te leiden. In elk van de voorbeelden X-XVIII kon door toepassing van het stijve elektrische weerstandverhittingselement met een hoge buigsterkte, een hoge elasticiteitsbui modulus en een lage lineaire uitzettingscoëfficiënt en door toepassing
5 van een hete-smeltkleefstof met een voldoende kleefkracht aan de secundaire nylonbekleding van de optische vezel een zeer betrouwbare versterkte eenheid worden gevormd, welke eenheid als voordelen had dat vrijwel geen breuk van de optische vezel optrad en het transmissieverlies van de optische vezel slechts in geringe mate was verlaagd.

10

T A B E L B

Eigenschappen (per gelast deel)										
Voor- beeld nr.	Warmte- krimp- bare buis	Hete-smelt- kleefstof	Elektri- sche weer- standsver- hittings- element	Struc- tuur van de combi- natie	Trek- sterkte kg	Transmissieverlies				
						Ver- ster- king	Tempe- ratuur afhan- kelijk- heid 3)	Cycli- sche warmte- proef 4)	Hoge tem- peratuur houdbaar- heids- proef 5)	Hoge tempe- ratuur en hoge voch- tigheid houdbaar- heidsproef 6)
XI	poly- etheen	mengsel van nylon-12 (15 gew.%) en ionomeer (85 gew.%)	gesinterd materiaal	---	2,0-2,5 kg	min- der dan 0,01 dB	minder dan 0,04 dB	minder dan 0,02 dB	minder dan 0,02 dB	minder dan 0,02 dB
XII	"	"	SUS/geënt produkt 1)/ koolstof- vezel	Fig. 15	2,0-3,0 kg	"	"	"	"	"
XIII	"	"	versterkt kwarts- glas/geënt produkt/ koolstof- vezel	Fig. 16	"	"	"	"	"	"
XIV	"	"	geleidend keramisch materiaal	---	"	"	"	"	"	"
XV	"	"	samenstel van kool- stofvezel/ voor geïm- pregneerde koolstof- vezels	Fig. 17	"	"	"	"	"	"

T A B E L B (vervolg)

Eigenschappen (per gelast deel)										
Transmissieverlies										
Voorbeeld nr.	Warmte-krimp-bare buis	Hete-smelt-kleefstof	Elektrische weerstandsverhittings-element	Struc-tuur van de combi-natie	Treksterkte	Versterking	Temperatuur afhanke-lijkheid 3)	Cyclische warmteproef 4)	Hoge temperatuur houdbaarheidsproef 5)	Hoge temperatuur en hoge vochtigheid houdbaarheidsproef 6)
XVI	poly-etheen	mengsel van nylon-12 (15 gew.%) en ionomeer (85 gew.%)	samenstel van koolstofvezel/polyamidehars	---	2,0-3,0 kg	minder dan 0,01 dB	minder dan 0,04 dB	minder dan 0,02 dB	minder dan 0,02 dB	minder dan 0,02 dB
XVII	"	"	koolstof-vezel geimpreg-neerd en ge-fixeerd met silaankop-pelings-middel	---	"	"	"	"	"	"
XVIII	"	"	koolstof-vezel ge-fixeerd met anorganisch kleefmiddel	---	"	"	"	"	"	"

Opm. 1) acrylzuur-geënt produkt van etheen-ethylacrylaatcopolymeer
 2) van -40°C tot +70°C
 3) van -20°C tot +60°C, 6 uren per cyclus, na 120 cycli
 4) 80°C, na 30 dagen
 5) 60°C, 95% RH, na 30 dagen

Indien een niet-stijf of flexibel elektrisch weerstandverhittings-
element in een verpakingscombinatie als weergegeven in fig. 13 wordt
toegepast, kan eventueel buigen van het gelaste deel van een optische ve-
zel, verpakt door de combinatie, plaatsvinden door samentrekking van een
5 warmte-krimpbare buis en een hete-smeltkleefstof gedurende het verloop van
de koeling, hetgeen leidt tot microbuiging van een optische vezel, dat
weer resulteert in een toegenomen transmissieverlies van de optische vezel
als weergegeven in fig. 19 en/of breuk van de vezel.

In fig. 19 geven de symbolen 0 en de temperatuurafhankelijke trans-
10 missieverliestoenames, van optische vezels aan, verpakt volgens verpakings-
combinaties, die resp. een stijf en een flexibel verhittingselement omvat-
ten.

In de beschermende verpakingscombinatie van fig. 13, variëren de
temperaturen T_1 , T_2 en T_3 van resp. het elektrische weerstandverhittings-
15 element 53, de ruimte aan de binnenkant van de hete-smeltkleefstofbuis 52
en de warmtekrimpbare buis 51 gedurende het verloop van de verpakking af-
hankelijk van de verhittingstijdsperiode als is aangegeven in fig. 20.
Het is gewenst, dat de temperatuur T_1 van het verhittingselement 53 wordt
opgevoerd tot ten minste 300°C voor het doen smelten van de hete-smelt-
20 kleefstofbuis 52 om de verpakingscombinatie te laten integreren met het
gelaste deel van een optische vezel. Bij temperaturen van 300°C of meer
kunnen wat betreft het verhittingselement, gassen worden gevormd door ont-
leding van onzuiverheden daarvan, terwijl lucht in de ruimte eromheen door
warmte kan gaan uitzetten, hetgeen bijdraagt tot een eventuele vorming en
25 vasthouding van belletjes in de versterkte eenheid naast de belletjes, die
door eventueel geabsorbeerd water in het verhittingselement kunnen zijn
gevormd. Wat betreft de hete-smeltkleefstofbuis kan eventueel geabsorbeerd
water daarin leiden tot de vorming en retentie van belletjes in de ver-
sterkte eenheid. Dergelijke resterende belletjes geven de mogelijkheid
30 van optische vezelbreuk en transmissieverliesveranderingen bij verlaagde
temperatuur.

Een uitvoeringsvorm van de uitvinding waarbij wordt voorzien in een
versterkte eenheid met weinig mogelijkheid tot belletjesvorming en reten-
tie zal nu worden toegelicht.

35 Een beschermende verpakingscombinatie volgens deze uitvoeringsvorm
heeft vóór de weerstandsverhitting een structuur als weergegeven (tezamen
met een optische vezel die een gelast deel heeft dat moet worden versterkt)

in de dwarsdoorsnede van fig. 21A en de doorsnede in lengterichting van fig. 21B. De beschermende verpakingscombinatie bestaat uit een warmte-krimpbare buis 91, een hete-smeltkleefstofbuis 92 met een evenwichtswater-absorptie van 1,0 gew.% of minder in 23°C water, een elektrisch weerstand-
5 verhittingselement 93 gemaakt van een koolstofvezelcombinatie met een buigsterkte van 10 kg/mm² of meer, een buigelasticiteitsmodulus van 1 ton/m² of meer, een evenwichts-waterabsorptie van 1,0% of minder in 23°C 100% RH, een gewichtsverliesverandering van 0,01%/minuut gemeten in 500°C lucht na droging en een dichtheid van 1,8 g/cm³ of meer in een matrix van koolstof.
10 De hete smeltkleefstofbuis 92 laat een ruimte open, waardoor de optische vezel kan worden geleid.

Zoals blijkt uit fig. 21A en 21B wordt de beschermende verpakingscombinatie, waarbij de optische vezel is geleid door de ruimte van de hete-smeltkleefstofbuis 92, rondom het gelaste deel 95 van de optische vezel 94
15 geplaatst. Wanneer door het verhittingselement 93 stroom wordt gevoerd ter inwendige verhitting van de verpakingscombinatie, wordt de hete-smeltkleefstofbuis 92 gesmolten, terwijl de warmte-krimpbare buis 91 krimpt, waardoor het gelaste deel 95 van de optische vezel wordt gecombineerd met het verhittingselement 93, de gekrompen buis 91 en de kleefstofbuis 92 als
20 weergegeven in de doorsnede van fig. 22A en de lengtedoorsnede van fig. 22B.

Als materiaal van de warmte-krimpbare buis in de uitvinding kan men noemen: polyalkenen, zoals polyetheen, polypropeen, etheen-propeencopolymeren, polyvinylchloride, fluorpolymeren, zoals polyvinylideenfluoride en siliconharsen, waartoe het bruikbare materiaal niet toe is beperkt.

25 Als materiaal van de toe te passen hete-smeltkleefstof kan men noemen: polyalkenen, polyamiden, polyvinylchloriden, polyesters, polyvinylacetalen, polyurethanen, polystyrenen, acrylzuurharsen, polyvinylesters, fluorkoolstofharsen, polyethers, polyacetalen, polycarbonaten, polysulfonen, dieenpolymeren, natuurlijke rubber, chloropreenrubbers, polysulfiden en ge-
30 modificeerde produkten daarvan. Deze kunnen afzonderlijk of in mengsel worden toegepast. Het hete-smeltkleefstofmateriaal met een evenwichtswaterabsorptie van 1,0 gew.% of kleiner vormt indien in de combinatie toegepast, nagenoeg geen belletjes van eventueel uit de lucht afkomstige vocht.

De koolstof-koolstofvezelcombinatie die als het elektrische verhit-
35 tingsselement in deze uitvoeringsvorm kan worden toegepast, wordt vervaardigd door een bundel van koolstofvezelgarens te impregneren met een hars, zoals een furfurylalcoholhars of een fenolhars en te verhitten in een in-

erte atmosfeer, zoals argongas bij 800-1000°C om de hars te carboniseren., welke impregnatie en carbonisering worden herhaald.

Indien een koolstof-koolstofvezelcombinatie met een buigsterkte van minder dan 10 kg/mm² in de beschermende verpakingscombinatie wordt 5 toegepast, wordt de combinatie soms bij hantering daarvan gebroken. Aldus wordt een koolstof-koolstofvezelcombinatie toegepast met een buigsterkte van ten minste 10 kg/mm². Indien een koolstof-koolstofvezelcombinatie met een buigelasticiteitsmodulus van minder dan 1 ton/m² in de verpakingscombinatie wordt toegepast, kan door het stollen van de hete- 10 smeltkleefstof en het koelen van de warmte-krimpbare buis gedurende de verpakking als weergegeven in fig. 21A, 21B, 22A en 22B een buiging van de optische vezel in het versterkte gelaste deel daarvan optreden, hetgeen kan leiden tot een verhoogd transmissieverlies van de optische vezel.

Dit wordt weergegeven in tabel C bij vergelijking van voorbeeld XXII 15 met voorbeelden XIX-XXI. Aldus werd een koolstof-koolstofvezelcombinatie met een buigsterkte van ten minste 1 ton/mm² toegepast.

Voorbeelden XIX-XXII

Beschermende verpakingscombinaties als weergegeven in de fig. 21A, en 21B, waarin koolstof-koolstofvezelcombinaties met een gevarieerde buig- 20 elasticiteitsmodulus werden toegepast, werden in deze voorbeelden onderzocht.

De materialen van de verpakingscombinaties en de resultaten van de daarbij gevormde versterkte eenheden, op de wijze als weergegeven in de fig. 22A en 22Bm worden samengevat in tabel C.

T A B E L C

		Voorbeeld XIX	Voorbeeld XX	Voorbeeld XXI	Voorbeeld XXII
Versterkende combinatie	Warmte-krimpbare buis	Verknoopt lage dichtheid polyetheen (binnendiameter: 3,2 mm, dikte: 0,25 mm, lengte: 50 mm)			
	Hete-smeltkleefstofbuis	ionomeer (binnendiameter: 1,5 mm, dikte 0,2 mm, lengte: 50 mm)			
	Elektrische weerstandverhittingsselement	koolstof-koolstofvezelsamenstel (diameter: 1,3 mm, lengte: 70 mm, beide 15 mm-lange einddelen bekleed met Ag-pasta.)			
	Doorsneden	Fig. 21A en 21B, en fig. 22A en 22B			
Weerstandverhittingsomstandigheden gedurende versterking		bij benadering 2V x 3A x 40 seconden			
Buigelasticiteitsmodulus van samenstel		14 ton/mm ²	3 ton/mm ²	1,5 ton/mm ²	0,7 ton/mm ²
Buiging van versterkt deel		geen	geen	geen	gebogen
Toename transmissieverlies bij afnemende temperatuur (+20°C → -20°C)		0,03dB/gelast deel	0,03dB/gelast deel	0,05dB/gelast deel	0,5dB/gelast deel

Voorbeelden XIX en XXIII-XXVI

Beschermende verpakkingscombinaties als weergegeven in de fig. 21A en 21B, waarin koolstof-koolstofvezelcombinaties met een verschillende evenwichtswaterabsorptie in 23°C 100% RH werden toegepast, werden in deze 5 voorbeelden onderzocht.

De materialen van de beschermende verpakkingscombinaties en de resultaten wat betreft de daarvan verkregen versterkte eenheden op dezelfde wijze gevormd als in de fig. 22A en 22B weergegeven, worden gerangschikt in tabel D, waarin "voorbeeld XIX" dezelfde verpakkingscombinatie aangeeft 10 als vermeld in tabel C.

Aangezien in elk van de voorbeelden XIX, XXIII en XXIV, een combinatie met een evenwichtswaterabsorptie lager dan 1,0 gew.% in 23°C 100% RH was toegepast, werden gedurende het verloop van de verpakking nagenoeg geen belletjes gevormd, zodat de transmissieverliestoename van een optische 15 vezel bij het verlagen van de temperatuur van $+20^{\circ}\text{C}$ naar -20°C niet meer was dan 0,03 dB per gelast deel. Daarentegen werden in elk van de voorbeelden XXV en XXVI gedurende het verloop van de verpakking belletjes gevormd, die waarschijnlijk waren ontstaan uit het water dat in een combinatie met een evenwichtswaterabsorptie van meer dan 1 gew.% in 23°C 100% 20 RH was geabsorbeerd, waardoor een transmissieverliestoename van de optische vezel bij verlaging van de temperatuur van $+20^{\circ}\text{C}$ naar -20°C van 0,12 dB of meer per gelast deel optrad.

Het is aldus duidelijk dat het de voorkeur heeft een koolstof-koolstofvezelcombinatie toe te passen met een evenwichtswaterabsorptie van 25 1,0 gew.% of minder in 23°C 100% RH.

T A B E L D

		Voorbeeld XIX	Voorbeeld XXIII	Voorbeeld XXIV	Voorbeeld XXV	Voorbeeld XXVI
Versterkende combinatie	Warmte krimpbare buis	Verknoopt lage dichtheid polyetheen (binnendiameter: 3,2 mm, dikte: 0,25 mm, lengte: 50 mm)				
	Hete-smeltkleefstofbuis	ionomeer (binnendiameter: 1,5 mm, dikte: 0,2 mm, lengte: 50 mm)				
	Elektrische weerstandverhittings-element	koolstof-koolstofvezelsamenstel (diameter: 1,3 mm, lengte: 70 mm, beide 15 mm-lange einddelen bekleed met Ag-pasta)				
	Doorsneden	Fig. 21A en 21B, en Fig. 22A en 22B				
Weerstandverhittingsomstandigheden gedurende versterking		bij benadering 2V x 3A x 40 seconden				
Evenwichtswaterabsorptie van samenstel in 23°C 100% RH		0,2 gew. %	0,3 gew. %	0,6 gew. %	1,3 gew. %	5 gew. %
Belletjesvorming		geen	geen	geen	wel	wel
Transmissieverlies-toename bij afnemende temperatuur (+20°C → -20°C)		0,03 dB/gelast deel	0,03 dB/gelast deel	0,03 dB/gelast deel	0,12 dB/gelast deel	0,15 dB/gelast deel

Opm.

* na gedurende één maand staan in een kamer

Voorbeelden XIX, XXVII en XXVIII

Beschermende verpakingscombinaties als weergegeven in fig. 21A en 21B, waarin koolstof-koolstofvezelcombinaties met verschillende gewichtsverliesverhoudingen als gemeten in 500°C lucht na droging werden toege-
5 past, werden in deze voorbeelden onderzocht.

De meting van de gewichtsverlieshoeveelheden werd uitgevoerd door toepassing van een thermogravimetrische analyse (TGA)-inrichting.

De materialen van de beschermende verpakingscombinaties en de resultaten van wat betreft daaruit, op dezelfde wijze als weergegeven in de
10 fig. 22A en 22B, gevormde versterkte eenheden worden gerangschikt in tabel E, waarin voorbeeld XIX dezelfde verpakingscombinatie aangeeft als vermeld in tabel C.

Bij elk van de beschermende verpakingscombinaties van de voorbeelden XXVII en XXVIII, waarin gebruik werd gemaakt van een combinatie met
15 een gewichtsverlieshoeveelheid van meer dan 0,01%/minuut, gemeten in 500°C na droging, werd een kleine hoeveelheid witte rook waargenomen, waarvan wordt aangenomen dat dit ontledingsgas is, afkomstig uit de onzuiverheden van de combinatie gedurende het verloop van de verpakking, waarbij enige belletjes in de versterkte eenheid achterbleven. In elk van de voorbeelden
20 den XXVII en XXVIII was de transmissieverliestoename van de optische vezel bij verlaging van de temperatuur van +20°C tot -20°C boven 0,1 dB per gelast deel. Het heeft derhalve de voorkeur koolstof-koolstofvezelcombinaties toe te passen met een gewichtsverlieshoeveelheid van 0,01%/minuut of minder, gemeten bij 500°C lucht na drogen.

T A B E L E

		Voorbeeld XIX	Voorbeeld XXVII	Voorbeeld XXVIII
Versterkende combinatie	Warmte-krimpbare buis	verknoopt lage dichtheid polyetheen (binnendiameter: 3,2 mm, dikte: 0,25 mm, lengte: 50 mm)		
	Hete-smeltkleefstofbuis	ionomeer (binnendiameter: 1,5 mm, dikte: 0,2 mm, lengte: 50 mm)		
	Elektrische weerstandsverhittingsselement	koolstof-koolstofvezelsamenstel (diameter: 1,3 mm, lengte: 70 mm, beide 15 mm-lange einden bekleed met Ag-pasta)		
Doorsneden		Fig. 21A en 21B, en Fig. 22A en 22B		
Weerstandsverhittingsomstandigheden gedurende versterking		bij benadering 2V x 3A x 40 seconden		
Gewichtsverlies in 500°C lucht		minder dan 0,01%/min.	0,02%/min.	0,08%/min.
Belletjesvorming		geen	wel	wel
Transmissieverliestoename bij afnemende temperatuur (+20°C → -20°C)		0,03 dB/gelast deel	0,13 dB/gelast deel	0,13 dB/gelast deel

Opm.

* na droging onder vacuüm

Voorbeelden XIX en XXIX-XXXIII

In deze voorbeelden werd gebruik gemaakt van beschermende verpak-
kingscombinaties, weergegeven in de fig. 21A en 21B, waarin hete-smelt-
kleefstoffen met een gevarieerde evenwichtswaterabsorptie in 23°C water
5 werden toegepast.

De materialen van de verpakingscombinaties en de resultaten van de,
op dezelfde wijze als in de fig. 22A en 22B weergegeven gevormde versterk-
te eenheden daarvan, worden aangegeven in tabel F, waarin voorbeeld XIX
dezelfde verpakingscombinatie als vermeld in tabel C aangeeft.

10 Bij elk van de verpakingscombinaties van voorbeelden XIX en
XXIX-XXXI werden bij toepassing van een hete smeltkleefstof met een even-
wichtswaterabsorptie van minder dan 1,0 gew.% in water van 23°C, gedurende
het verloop van de verpakking nagenoeg geen belletjes gevormd. Bij de ver-
pakingscombinaties van voorbeelden XXXII en XXXIII daarentegen waarbij
15 gebruik werd gemaakt van een hete-smeltkleefstof met een evenwichtswater-
absorptie boven 1,0 gew.% in water van 23°C, werden enige belletjes ge-
vormd, waardoor de transmissieverliestoename van een optische vezel bij
een temperatuur afnemend van +20°C tot -20°C 0,1 dB per gelast deel was.
Het heeft derhalve de voorkeur gebruik te maken van een hete-smeltkleef-
20 stof met een waterabsorptie onder verzadiging van 1,0 gew.% of lager in
water van 23°C.

T A B E L F

Versterkende combinatie	T A B E L F			
	Voor- beeld XIX	Voor- beeld XXIX	Voor- beeld XXX	Voor- beeld XXXI
Warmte-krimpbare buis	verknoopt lage dichtheid polyetheen	(binnendiameter: 3,2 mm, dikte: 0,25 mm, lengte: 50 mm)		
Hete-smeltdieelstofbuis	ionomeer	EVA ^{***}	ionomeer/ nylon 12 = 85/15 in gewicht	ionomeer/ nylon 12 = 30/30 in gewicht
Elektrische weerstandverhittingsselement	koolstof-koolstofvezelsamenstel	(diameter: 1,3 mm, lengte: 70 mm, beide 15 mm-lange einddelen bekleed met Ag-pasta)		
Doorsnede	Fig. 21A en 21B, en Fig. 22A en 22B			
Weerstandverhittingsomstandigheden gedurende versterking	bij benadering 2V x 3A x 40 seconden			
Evenwichtswaterabsorptie in 23°C	0,09 gew. %	0,10 gew. %	0,3 gew. %	0,8 gew. %
Belletjesvorming	geen	geen	geen	wel
Transmissieverliestoename bij afnemende temperatuur (+20°C → -20°C)	0,03 dB/ gelast deel	0,03 dB/ gelast deel	0,03 dB/ gelast deel	0,1 dB/ gelast deel
				0,15 dB/ gelast deel

Opm.

* binnendiameter: 1,5 mm, dikte: 0,2 mm, lengte: 50 mm, na gedurende één maand staan in een kamer

*** etheen-vinylcopolymeer

Voorbeelden XIX, XXXIV en XXXV

Beschermende verpakgingscombinaties als weergegeven in fig. 23 en 24 werden, tezamen met dezelfde combinatie als toegepast in het voorafgaande voorbeeld XIX en als weergegeven in de fig. 21A en 21B, in deze 5 voorbeelden toegepast. De combinatie van fig. 23 als toegepast in voorbeeld XXXIV bestond uit een warmte-krimpbare buis 91 en een laag van een hete-smeltkleefstof 92', gehecht aan het binnenoppervlak van de buis 91, alsmede een elektrisch verhittingselement 93, waaromheen de laag van de hete-smeltkleefstof 92' aanwezig was en opgesteld in de ruimte omringd door 10 de hete-smeltkleefstof, aanwezig op het inwendige oppervlak van de warmte-krimpbare buis 91, door welke ruimte een optische vezel was geleid, zoals weergegeven in fig. 23. De combinatie van fig. 24 als toegepast in voorbeeld XXXV bestond uit een warmte-krimpbare buis 91, alsmede een staaf van een hete-smeltkleefstof 92'' en een elektrisch verhittingselement 93, die 15 aan de binnenzijde van de buis 91 als weergegeven in fig. 24 waren opgesteld.

De materialen van de combinaties en de resultaten wat betreft de daarvan op nagenoeg dezelfde wijze als weergegeven in de fig. 22A en 22B gevormde versterkingseenheden worden weergegeven in tabel G.

20 Elke versterkingseenheid vertoonde uitstekende eigenschappen: treksterkte: 2,5-3,5 kg; transmissieverliestoename door versterking: kleiner dan 0,01 dB per gelast deel; temperatuurafhankelijkheid van transmissieverliesverandering (-60°C tot $+70^{\circ}\text{C}$): 0,06-0,10 dB per gelast deel, transmissieverliestoename na een warmte-kringloopprouf, een hoge tempera- 25 tuurhoudbaarheidsproef en een hoge temperatuur- en hoge vochtigheidshoudbaarheidsproef: alle kleiner dan 0,02 dB per gelast deel.

T A B E L G

		Voorbeeld XIX	Voorbeeld XXXIV	Voorbeeld XXXV
Versterkende combinatie	Warmte-krimpbare buis [‡]	verknoopt lage dichtheid polyetheen		verknoopt hoge dichtheid polyetheen
	Hete-smeltkleefstofbuis [‡]		ionomeer	
	Elektrische weerstandsverhittingsselement		samenstel	
	Doorsnede	Fig. 21A en 21B, en Fig. 22A en 22B	Fig. 23	Fig. 24
Weerstandverhittingsomstandigheden gedurende versterking				
bij benadering 2V x 3A x 40 sec.				
Eigenschappen versterkte eenheid (per gelast deel)	Treksterkte	2,5-3,5 kg	2,5-3,5 kg	2,5-3,5 kg
	Versterking	minder dan 0,01 dB	minder dan 0,01 dB	minder dan 0,01 dB
	Temperatuurafhankelijkheid (-60°C -- +70°C)	0,06 dB	0,10 dB	0,09 dB
	Warmtekringloop proef (-20°C -- +60°C, 6 uren per cyclus, na 30 dagen)	minder dan 0,02 dB	minder dan 0,02 dB	minder dan 0,02 dB
	Hoge temperatuurproef 80°C, na 30 dagen	minder dan 0,02 dB	minder dan 0,02 dB	minder dan 0,02 dB
Transmissieverlies	Hoge temperatuur en hoge vochtigheidsproef (60°C, 95% RH, na 30 dagen)	minder dan 0,02 dB	minder dan 0,02 dB	minder dan 0,02 dB

Opm,

[‡] vorm en afmetingen: dezelfde als in tabel F

Wanneer een weerstandverhittingselement van een koolstof-koolstof-vezelcombinatie met een buigsterkte van 10 kg/mm^2 of meer, een buigelasticiteitsmodulus van 1 ton/mm^2 of meer, een evenichtswaterabsorptie van 1,0 gew.% of minder in 23°C 100% RH en een gewichtsverliessnelheid van 0,01%/minuut of minder als gemeten in 500°C na droging, alsmede een hete-smeltkleefstof met een evenichtswaterabsorptie van 0,1 gew.% of minder in 23°C in de beschermende verpakingscombinatie volgens de uitvinding worden toegepast, blijkt uit de voorbeelden XIX-XXXV dat een bijzonder betrouwbare versterkte eenheid wordt gevormd, die op voordelige wijze nagenoeg geen rest-belletjes bevat en aldus weinig breuk van de optische vezel vertoont, alsmede een verlaagde transmissieverliesverandering van de vezel afhankelijk van de temperatuurverandering heeft.

Wanneer het smeltpunt van de hete-smeltkleefstof lager is dan de krimptemperatuur van de warmte-krimpbare buis wordt de hete-smeltkleefstof gesmolten vóórdat de warmte-krimpbare buis tijdens het verloop van de integratie met het gelaste deel van een optische vezel krimpt door verhitting van de verpakingscombinatie, waardoor daarin lucht wordt opgesloten die naderhand in sommige gevallen niet kan worden uitgeperst waardoor rest-belletjes in de verkregen versterkte eenheid ontstaan, zelfs wanneer het elektrische verhittingselement een karakteristieke weerstandsverdeling heeft, zoals de verdeling I of II van fig. 10A. In het algemeen hebben echter hete-smeltkleefstofharsen met een uitstekende hechting aan nylon, dat in het algemeen als materiaal van de kunststofbekleding op een blootgelegde optische vezel wordt toegepast, een grote polariteit en derhalve een hoge waterabsorptie. Aldus kan toepassing van dergelijke hars dikwijls leiden tot de vorming van belletjes die ontstaan uit het gedurende de verhitting geabsorbeerde water. Eventuele rest-belletjes die in de verkregen versterkte eenheid achterblijven kunnen aanleiding geven tot uitstulpingen en aldus breuk van een optische vezel in het belletjesgebied van de eenheid bij temperatuurveranderingen terwijl zij tevens een transmissieverliesverandering van de vezel bij temperatuurverandering geven.

Een uitvoeringsvorm volgens de uitvinding waarin rekening wordt gehouden met bovengenoemde verschijnselen zal nu onder verwijzing naar fig. 25A en 25B en naar fig. 26A en 26B worden toegelicht.

Fig. 25A en 25B zijn doorsneden in resp. dwarsrichting en lengterichting van een beschermende verpakingscombinatie volgens de uitvinding waarin een optische vezel is ingestoken. De combinatie bestaat uit een

warmte-krimpbare buis 101, die in radiale richting bij verhitting kan krimpen, een buis 102 van een hete-smeltkleefstof die is aangebracht op de binnenzijde van de buis 101 en een smeltpunt heeft dat hoger ligt dan de krimp temperatuur van buis 101 en met een evenwichtswaterabsorptie van 5 1,0 gew.% of minder in water van 23°C, een staaf van een elektrisch weerstandverhittingselement 103, aangebracht tussen de buis 101 en 102 en zich uitstekende in de axiale richting van de buizen. Beide uiteinden van het verhittingselement 103 zijn bekleed met een geleidende pasta om een karakteristieke weerstandsverdeling I als weergegeven in fig. 10A te bereiken.

10 De buis 102 laat een ruimte 109 open waardoor de optische vezel wordt geleid.

De verpakkingsprocedures waarbij gebruik wordt gemaakt van de bovengenoemde beschermende verpakkingscombinatie zullen onder verwijzing naar fig. 25A en 25B en fig. 26A en 26B worden toegelicht.

15 Een optische vezel werd door de ruimte 109 van de verpakkingscombinatie gestoken en wegbewogen van het smeltgebied. De optische vezel en een andere optische vezel, waarvan de kunststofbekledingen 108 van hun einddelen waren afgestript om de kernen 107 bloot te leggen, werden met de einddelen tegen elkaar door smelten gelast. De beschermende verpakkings-

20 combinatie, door de ruimte waarvan de optische vezel was geleid vóórdat de boven beschreven smeltlassing werd uitgevoerd, werd zodanig rond het smelt-gelaste deel 107a van de optische vezel geplaatst, dat de vezelkern 107 en de delen van de kunststofbekledingen 108 grenzend aan de beide uiteinden van de vezelkern waren bedekt. Beide uiteinden van het elektri-

25 sche weerstandverhittingselement 103 werden aangesloten op een constante spanningsbron 111, zoals een opslagaccu of een droge cel via een schakelaar 112. Bij doorleiden van elektrische stroom leverde het verhittingselement 103 warmte, waardoor de temperatuur van de warmte-krimpbare buis 101, alsmede de hete smeltkleefstofbuis 102 snel in hun centrale delen

30 en langzaam in hun einddelen werd verhoogd. Aldus ontwikkelde de warmte-krimp van de warmte-krimpbare buis 101 zich in radiale richting vanaf het centrale deel naar de einddelen van buis 101, terwijl het smelten van de hete-smeltkleefstofbuis 102 zich ontwikkelde van het centrale deel naar de einddelen met een geringe vertragingstijd achter de overeenkomstige ont-

35 wikkeling van de krimp van de buis 101, onder vorming van een kleeflaag die volledig om de optische vezelkern 107 hechtte en deze vastlegde.

Aldus werd een versterkte eenheid gevormd, die het gelaste deel van de

optische vezel en het elektrische weerstandverhittingselement omvatte, waarbij de hete-smeltkleefstof enigszins werkte als een afdichtmiddel binnen de warmte-gekrompen buis.

Aangezien het smelten van de hete-smeltkleefstofbuis 102 ontstaat door de weerstandsverhitting en verloopt vanaf het centrale deel naar beide einddelen met een kleine vertragingstijd achter het overeenkomstige verloop van de krimp van de warmte-krimpbare buis 101 van het centrale deel en beide einddelen daarvan, zal als boven beschreven volgens deze uitvoeringsvorm lucht die tussen de optische vezelkernen 107 en de gesmolten kleefstofbuis 102 en tussen het verhittingselement 103 en de warmte-krimpbare buis 101 achterblijft, gemakkelijk worden uitgeperst en volledig uit de verkregen versterkte eenheid worden verwijderd.

Voorbeelden XXXVI en XXXVII.

In de beschermende verpakgingscombinatie als weergegeven in de fig. 25A en 25B werd een lage dichtheidpolyetheenbuis met een krimptemperatuur van 115°C , een lengte van 6 cm, een inwendige diameter van 3,2 mm, een dikte van 0,2 mm, als de warmte-krimpbare buis 101 toegepast, waarbij een gemodificeerde polypropeenbuis met een smeltpunt van 160°C , een lengte van 6 cm, een inwendige diameter van 1,2 mm en een dikte van 0,2 mm als de hete-smeltkleefstofbuis 102, en een koolstofvezel-versterkte koolstofcombinatie met een lengte van 7 cm en een diameter van 1,4 mm en aan beide 3 cm lange einddelen daarvan bekleed met een Ag-pasta 104 als het elektrische weerstandverhittingselement 103 werd toegepast. Deze verpakgingscombinatie wordt in voorbeeld XXXVI toegepast.

De beschermende verpakgingscombinatie, door de ruimte 109 van de hete-smeltkleefstofbuis 102 waarvan een optische vezel was geleid, was zodanig om het gelaste deel 107A van de vezel geplaatst, dat de kale vezelkern 107 en delen van de kunststofbekleding 108 grenzend aan beide uiteinden van de vezelkern werden bedekt. Bij aanleggen van een gelijkspanning van 2 V over de einden van het verhittingselement 103, werd ontwikkeling van de krimp van de warmtekrimpbare buis 101 vanaf het centrale deel naar de einddelen binnen een periode van 30 seconden voltooid, gevolgd door de overeenkomstige ontwikkeling met een geringe vertragingstijd, van het smelten van de hete smeltkleefstofbuis 102 vanaf het centrale deel naar beide einddelen daarvan-onder vorming van een hete-smeltkleefstoflaag 105, waarbij de lucht uit de verkregen versterkte eenheid geheel was verwijderd. De door de verpakking veroorzaakte transmissieverliesverandering van de

optische vezel lag beneden 0,01 dB per gelast deel. Na 100 kringlopen in een warmte-kringloopprouf (+20°C - +60°C, 6 uren/kringloop) werd geen breuk van de optische vezel waargenomen en lag de transmissieverliesverandering van de vezel beneden 0,02 dB per gelast deel. De transmissieverliesverandering van de optische vezel na een hoge temperatuur en hoge vochtigheids-
5 prouf (85°C, 95% RH) gedurende 30 dagen lag beneden 0,02 dB per gelast deel.

Voorts werd een beschermende verpakkingscombinatie, die slechts van de combinatie van voorbeeld XXXVI verschilde doordat een etheen-vinylacetaatcopolymeerbuis met een smeltpunt van 69°C, een lengte van 6 cm, een
10 inwendige diameter van 1,5 mm en een dikte van 0,2 mm als de hete-smeltkleefstofbuis werd toegepast in plaats van de gemodificeerde polypropreenbuis in voorbeeld XXVII, toegepast voor het verpakken van een optische vezel op nagenoeg dezelfde wijze als beschreven voor de combinatie van voorbeeld XXXVI. Het smelten van de etheen-vinylacetaatcopolymeer-hete-smelt-
15 kleefstofbuis 102 verliep bij weerstandsverhitting van het centrale deel naar beide uiteinden, voordat het overeenkomstig verloop van de krimp van de warmte-krimpbare buis 101 vanaf het centrale deel naar beide uiteinden daarvan plaatsvond, waardoor lucht in de kleeflaag 105 werd opgesloten. Eventueel opgesloten lucht werd niet volledig uit de verkregen
20 versterkte eenheid uitgeperst of verwijderd en bleef daardoor als resterende belletjes achter. De transmissieverliesverandering van de optische vezel in de versterkte eenheid die de rest-belletjes bevatte, na dezelfde warmtekringloopprouf als aangegeven in voorbeeld XXXVI, was 0,1 dB per gelast deel.

25 Het is uit het bovenstaande duidelijk, dat de toepassing van een hete-smeltkleefstofbuis met een smeltpunt hoger dan de krimptemperatuur van de warmte-krimpbare buis de voorkeur heeft en voordelen biedt in de uitvinding.

Voorbeelden XXXVIII-XLVI

30 Beschermende verpakkingscombinaties, waarbij dezelfde elektrische weerstandverhittingselementen als toegepast in de voorbeelden XXXVI en XXXVII en de materialen opgegeven in tabel H werden toegepast, werden in deze voorbeelden voor het verpakken van optische vezels op nagenoeg dezelfde wijze als beschreven in voorbeelden XXXVI en XXXVII onderzocht.
35 De resultaten worden tezamen met de resultaten van voorbeeld XXXVII in tabel I weergegeven.

In elk van de voorbeelden XXXVII en XLI-XLIV waarin een hete-smeltkleefstof met een smeltpunt hoger dan de krimptemperatuur van de warmte-

krimpbare buis werd toegepast, verliep het smelten van de hete-smeltkleefstofbuis van het centrale deel naar beide uiteindeden bij weerstandsverhitting, vóórdát het overeenkomstige verloop van de krimp van de warmtekrimpbare buis uit het centrale deel naar beide uiteindeden daarvan

5 plaatsvond, waardoor lucht in de kleeflaag werd opgesloten. Eventueel opgesloten lucht kon niet volledig worden uitgeperst of verwijderd en bleef aldus als rest-belletjes in de verkregen versterkte eenheid achter. In elk van de voorbeelden XLV en XLVI waarin een hete-smeltkleefstof met een evenwichtswaterabsorptie van meer dan 1,0 gew.% in water van 23°C werd toege-

10 past, werden sommige belletjes afkomstig van de in de kleefstof geabsorbeerd water gevormd welke in de resulterende versterkte eenheid achterbleven. In elk van de voorbeelden XXXVIII-XL, waarbij een hete-smeltkleefstof met een smeltpunt hoger dan de krimptemperatuur van de warmtekrimpbare buis en een evenwichtswaterabsorptie van minder dan 1,0 gew.% in 23°C

15 water werd toegepast, werden geen rest-belletjes in de verkregen versterkte eenheid waargenomen.

T A B E L H

Hete-smeltkleefstof			Warmte-krimpbare buis	
Materiaal	Smelt-punt(°C)	Water-absorptie 1) (gew.%)	Lage dichtheid polyetheen (115°C) 2)	Hoge dichtheid polyetheen (125°C) 2)
5 etheen-vinyl-acetaatcopoly-meer	69	0,05	Voorbeeld XXXVII	Voorbeeld XLI
ionomeer A 3)	99	0,089	Voorbeeld XLII	---
10 ionomeer B 4)	99	0,16	Voorbeeld XLIII	---
mengsel van nylon 12 en ionomeer B 5)	---	0,80	Voorbeeld XLIV	---
" 6)	---	1,1	Voorbeeld XLV	---
15 nylon 12	185	1,5	Voorbeeld XLVI	---
gemodificeerd polypropeen 7)				
20 polypropeen	160	minder dan 0,02	Voorbeeld LX	---

Opm.

- 1) evenwichtswaterabsorptie in 23°C water
- 2) krimptemperatuur
- 3) Hi-milan 6004 (handelsnaam van een produkt van Mitsui Polychemicals Company Ltd., Japan)
- 4) Hi-milan 1652 (handelsnaam van een produkt van Mitsui Polychemicals Company, Ltd., Japan)
- 5) nylon 12/ionomeer B = 50/50
- 6) nylon 12/ionomeer B = 70/30
- 7) maleïnezuuranhydride-geënt polypropeen

T A B E L I

Voorbeeld nr.	Restbelletjes tussen mate- rialen in versterkte eenheid	Belletjes afkomstig van in kleefstof geabsorbeerd wa- ter *
XXXVII	gevormd	niet gevormd
5 LXI	"	"
LXII	"	"
LXIII	"	"
LXIV	"	"
LXV	niet gevormd	gevormd
10 LXVI	"	"
XXXVIII	"	niet gevormd
XXXIX	"	"
LX	"	"

Opm.

- 15 * In de versterkte combinaties werden kleefstofbuizen gebruikt die men één maand in een kamer had laten staan.

Aangezien de uitvoeringsvorm van de uitvinding, waarbij een hete-smeltkleefstof met een smeltpunt hoger dan de krimptemperatuur van een warmte-krimpbare buis en een evenwichtsabsorptie van 1,0 gew.% of minder

20 in water van 23°C wordt toegepast in de verpakingscombinatie die een elektrisch weerstandverhittingselement, dat in staat is vanuit het centrale deel naar beide uiteindeden te worden verhit omvat, het smelten van de hete-smeltkleefstofbuis bij weerstandsverhitting van het centrale deel naar beide uiteindeden verloopt met een geringe tijdsvertraging achter het

25 overeenkomstige verloop van de krimp van de warmte-krimpbare buis van het centrale deel naar beide uiteindeden, ontstaan vrijwel geen belletjes, die afkomstig zijn van in de gevormde hete-smeltkleefstof geabsorbeerd water, terwijl verder lucht, die tussen de kale optische vezels en de gesmolten kleefstofbuis en tussen het verhittingselement en de warmte-krimp-

30 bare buis achterblijft gemakkelijk wordt uitgeperst en volledig uit de verkregen versterkte eenheid wordt verwijderd. Aldus kan een zeer betrouwbare versterkte eenheid die langdurige uitstekende temperatureigenschappen vertoont op eenvoudige en snelle wijze worden gevormd, welke als gunstige eigenschap in een eventueel belletjesgebied bij temperatuurveranderingen

nagenoeg geen optische vezeluitstulping geeft, waardoor aldus de optische vezelbreuk en transmissieverliesveranderingen door temperatuurveranderingen minimaal worden gemaakt.

C O N C L U S I E S

1. Beschermende verpakkingscombinatie voor het gelaste deel van een optische vezel, omvattende:
een warmte-krimpbare buis die in staat is tot krimp in de radiale richting daarvan;
- 5 een verlengde vorm van een hete-smeltkleefstof, die is aangebracht aan de binnenzijde van genoemde warmte-krimpbare buis;
een elektrisch weerstandverhittingselement, dat zodanig aan de binnenzijde van genoemde warmte-krimpbare buis is aangebracht en zich in axiale richting van genoemde warmte-krimpbare buis uitstrekt dat deze in
10 staat is genoemde warmte-krimpbare buis en genoemde verlengde vorm van de hete-smeltkleefstof te verhitten;
alsmede een ruimte voorzien in genoemde warmte-krimpbare buis voor het doorlaten van genoemde optische vezel.
2. Combinatie volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de verlengde
15 vorm van de hete-smeltkleefstof een laag is gevormd op het binnenoppervlak van genoemde warmte-krimpbare buis.
3. Combinatie volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat genoemde verlengde vorm van hete-smeltkleefstof een buis is, die genoemde ruimte levert.
4. Combinatie volgens conclusie 3, met het kenmerk, dat het elektri-
20 sche weerstandverhittingselement uit ten minste één lineair deel bestaat dat is ingestoken en opgenomen tussen genoemde warmte-krimpbare buis en genoemde buis van de hete-smeltkleefstof.
5. Combinatie volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat ten minste één lineair deel is bekleed met genoemde hete-smeltkleefstof.
- 25 6. Combinatie volgens conclusie 1 of 4, met het kenmerk, dat genoemd elektrisch weerstandselement een verdeelde elektrische weerstand heeft, die aan beide uiteinden daarvan lager is dan in het centrale deel daarvan ter levering van een grotere hoeveelheid warmte in het centrale deel vergeleken met die geleverd in elk van de genoemde einddelen.
- 30 7. Combinatie volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat het elektrische verhittingselement een staaf is met een elektrische weerstandsverdeling in axiale richting daarvan, waarop een geleidende pasta is bekleed.
8. Combinatie volgens conclusie 1 of 4, met het kenmerk, dat genoemde elektrische weerstandverhittingselement is gemaakt van een stijf materi-
35 aal met een buigsterkte van 10 kg/mm^2 of meer, een buigelasticiteitsmodulus

van 1 ton/mm² of meer en een lineaire uitzettingscoëfficiënt van 10⁻⁶/°C of minder.

9. Combinatie volgens conclusie 1 of 8, met het kenmerk, dat genoemd elektrisch weerstandverhittingsselement ten minste één deel bezit dat ver-
5 lengd in de axiale richting van genoemde warmte-krimpbare buis is opgesteld en een lineaire, een netachtige of buisvorm heeft.

10. Combinatie volgens conclusie 1 of 3, met het kenmerk, dat de elektrische weerstandselement een Young-modulus en een lineaire uitzettingscoëfficiënt heeft, die nagenoeg gelijk is aan die van de genoemde optische
10 vezel en gemaakt is van een materiaal, omvattende een nichroomlegeringsdraad, een ijzer-chloor-aluminiumlegeringsdraad, een wolfraamdraad, een molybdeendraad, een platinadraad, alsmede een materiaal, omvattende alleen of in hoofdzaak een siliciumcarbidevezel en/of een koolstofvezel, afzonderlijk of in mengsels.

15 11. Combinatie volgens conclusie 1 of 2, met het kenmerk, dat de hete-smeltkleefstof is gekozen uit polyalkenen, polyamiden, polyvinylchloriden, polyesters, polyvinylacetalen, polyurethanen, polystyrenen, acrylzuurharsen, polyvinylesters, fluorkoolstofharsen, polyethers, polyacetalen, polycarbonaten, polysulfonen, dieenpolymeren, natuurlijke rubberm chloropreen-
20 rubbers, polysulfiden en gemodificeerde produkten daarvan.

12. Combinatie volgens conclusie 1 of 8, met het kenmerk, dat het elektrische verhittingsselement is gemaakt van een gesinterd koolstofmateriaal.

15. Combinatie volgens conclusie 1 of 8, met het kenmerk, dat het elektrische verhittingsselement is gemaakt van een stijf isolerend materiaal,
25 waaromheen een elektrisch weerstandsmateriaal is bevestigd.

14. Combinatie volgens conclusie 1 of 8, met het kenmerk, dat het elektrische verhittingsmateriaal is gemaakt van een geleidend keramische materiaal.

15. Combinatie volgens conclusie 1 of 8, met het kenmerk, dat het elektrische weerstandsmateriaal is gemaakt van een samenstel van koolstofvezelgarens, die alle in een richting zijn ingebed in een matrix van een thermogeharde hars.
30

16. Combinatie volgens conclusie 1 of 8, met het kenmerk, dat het elektrische verhittingsselement een staaf is van koolstofvezelgarens geïmpregneerd en gefixeerd met een silaan-koppelingsmiddel.
35

17. Combinatie volgens conclusie 1 of 8, met het kenmerk, dat het elektrische verhittingsselement een staaf is van koolstofvezelgarens, gefixeerd

met een anorganisch materiaal.

18. Combinatie volgens conclusie 1 of 8, met het kenmerk, dat het elektrische verhittingselement is gemaakt van een kernmateriaal van koolstofvezelgaren omwikkeld door een voorgeïmpregneerde koolstofvezel, die is gehard door verhitting.

19. Combinatie volgens conclusie 1 of 8, met het kenmerk, dat het elektrische verhittingselement is gemaakt van een combinatie van koolstofvezels ingebed in een matrix van koolstof.

20. Combinatie volgens conclusie 1, 8 of 19, met het kenmerk, dat de hete-smeltkleefstof is gemaakt van een harscombinatie, die een nylon en een ionomeer omvat en een evenwichtswaterabsorptie van 1,0 gew.% of minder in water van 23°C heeft.

21. Combinatie volgens conclusie 19, met het kenmerk, dat genoemd hars-samenstel een evenwichtswaterabsorptie van 1,0 gew.% of minder in 23°C 100% RH heeft en een gewichtsverliessnelheid van 0,01%/minuut of minder gemeten in 500°C lucht na droging.

22. Combinatie volgens conclusie 6, met het kenmerk, dat de hete-smeltkleefstof een smeltpunt heeft dat hoger ligt dan de krimptemperatuur van genoemde warmte-krimpbare buis en een evenwichtswaterabsorptie van 1,0 gew.% of minder in water van 23°C.

23. Combinatie volgens conclusie 22, met het kenmerk, dat de genoemde hete-smeltkleefstof is gemaakt van ten minste polypropreen en gemodificeerde produkten daarvan.

24. Combinatie volgens conclusie 23, met het kenmerk, dat de genoemde gemodificeerde produkten van polypropreen maleïnezuuranhydride-geënt polypropreen en acrylzuur-geënt polypropreen omvatten.

25. Werkwijze voor het beschermen van het gelaste deel van optische vezels, met het kenmerk, dat deze de volgende trappen omvat:

(1) men gaat uit van een beschermende verpakkingscombinatie met een warmte-krimpbare buis, die in staat is tot krimp in de radiale richting daarvan, een verlengde vorm van een hete-smeltkleefstof, die is aangebracht aan de binnenzijde van de genoemde warmte-krimpbare buis, een elektrisch weerstandverhittingselement dat zodanig aan de binnenzijde van genoemde warmte-krimpbare buis is opgesteld en verlengd in de axiale richting van genoemde buis daarvan, dat deze in staat is genoemde warmte-krimpbare buis en genoemde verlengde vorm van de hete-smeltkleefstof te verhitten, alsmede een ruimte voorzien in genoemde warmte-krimpbare buis voor het kunnen doorlaten

van genoemde optische vezel en

(2) men brengt genoemde beschermende verpakkingcombinatie rond het gelaste deel van genoemde optische weefsel die door genoemde ruimte zijn geleid; en

- 5 (3) men voert een elektrische stroom door genoemde elektrische weerstandverhittingselement om genoemde hete-smeltkleefstof door verhitting te doen smelten en voor het door verhitting doen krimpen van de warmte-krimpbare buis ter vorming van een versterkte eenheid, die het gelaste deel van genoemde optische vezel en genoemde elektrische weerstandverhittingselement
10 omvat, waarbij genoemde hete-smeltkleefstof als een afdichtmiddel binnen de warmte-gekrompen buis fungeert.

26. Werkwijze volgens conclusie 25, met het kenmerk, dat de genoemde verlengde vorm van de hete-smeltkleefstof een laag is die is gevormd op het binnenoppervlak van genoemde warmte-krimpbare buis.

- 15 27. Werkwijze volgens conclusie 25, met het kenmerk, dat genoemde verlengde vorm van de hete-smeltkleefstof een buis is die genoemde ruimte levert.

28. Werkwijze volgens conclusie 25, met het kenmerk, dat het elektrische verhittingselement een verdeelde elektrische weerstand heeft, die la-
20 ger is in beide uiteindedelen daarvan dan in het centrale deel, waardoor in genoemd centrale deel een grotere hoeveelheid warmte wordt geproduceerd vergeleken met die geproduceerd in elk van genoemde einddelen, waarbij genoemde verlengde vorm van de hete-smeltkleefstof een buis is die genoemde ruimte levert en waarin het elektrische weerstandverhittingselement tussen
25 genoemde warmte-krimpbare buis en genoemde hete-smeltkleefstofbuis is opgesteld.

29. Werkwijze volgens conclusie 25, met het kenmerk, dat de verlengde vorm van de hete-smeltkleefstof een buis is, die genoemde ruimte levert en waarin het genoemde elektrische weerstandverhittingselement is gemaakt van
30 een stijf materiaal met een buigsterkte van 10 kg/mm^2 of meer, een buigelasticiteitsmodulus van 1 ton/mm^2 of meer en een lineaire uitzettingscoëfficiënt van $10^{-6}/^\circ\text{C}$ of minder.

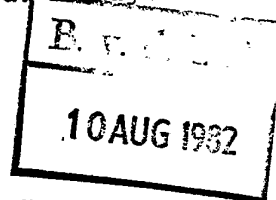
30. Werkwijze volgens conclusie 29, met het kenmerk, dat genoemde elektrische verhittingselement is gemaakt van een combinatie van koolstofvezels,
35 ingebed in een matrix van koolstof.

31. Werkwijze volgens conclusie 30, met het kenmerk, dat genoemd samenstel een evenwichtswaterabsorptie van 1,0 gew.% of minder in 23°C 100% RH

en een gewichtsverlies van 0,01%/minuut of minder als gemeten in 500°C lucht na droging, heeft.

32. Werkwijze volgens conclusie 28, met het kenmerk, dat de hete-smelt-kleefstof een smeltpunt heeft dat hoger is dan de krimptemperatuur van de
5 warmte-krimpbare buis en een evenichtswaterabsorptie van 1,0 gew.% of minder in water van 23°C.

Ln/AH



Verbeteringen van errata in de beschrijving
behorende bij octrooiaanvraag nr.82.01863
voorgesteld door aanvrager onder datum
10 augustus 1982.

- Boz. 4, regel 1: "beide gelijk" wordt "beide ongeveer gelijk";
- blz. 6, regel 22: "1 gew.% in" wordt "1gew.% of minder in";
- blz. 12, regel 29: "buis 22" wordt "buis 21";
- blz. 13, regel 10: "verpakte" wordt "verpakte of versterkte";
- 5 blz. 14, regel 14: "kleefstofbuis 21" wordt "kleefstofbuis 22";
- blz. 19, regel 27: "was" wordt "wordt";
- blz. 28 (Tabel B): in het tabelhoofd dienen de verwijzingen
3), 4), 5 en 6) te worden gewijzigd in respectievelijk
2), 3), 4) en 5);
- 10 Blz. 41 (Tabel G): "Warmtekringloopproef (-20°C - +60°C, 6 uren per cyclus,
na 30 dagen)" wordt "Warmtekringloop proef (-20°C -
+60°C, 6 uren per cyclus, na 120 cycli)";

FIG. 1

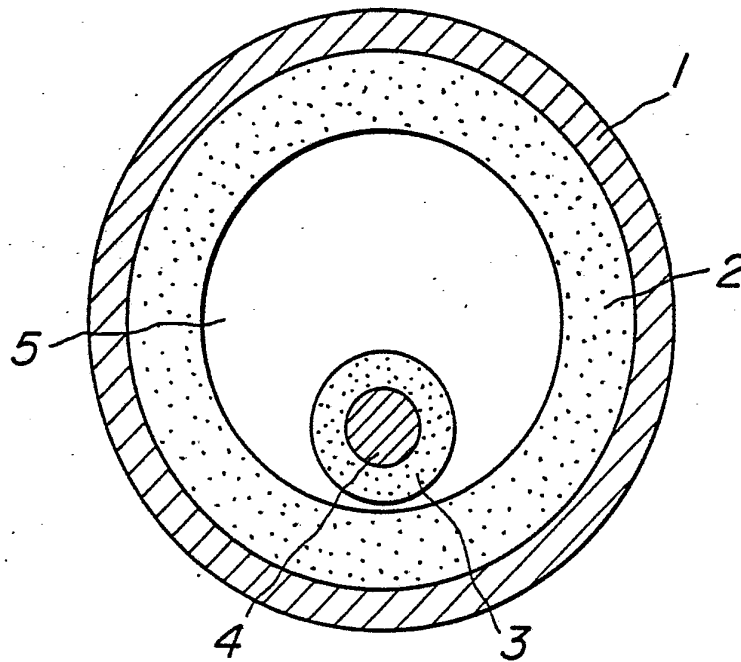


FIG. 2

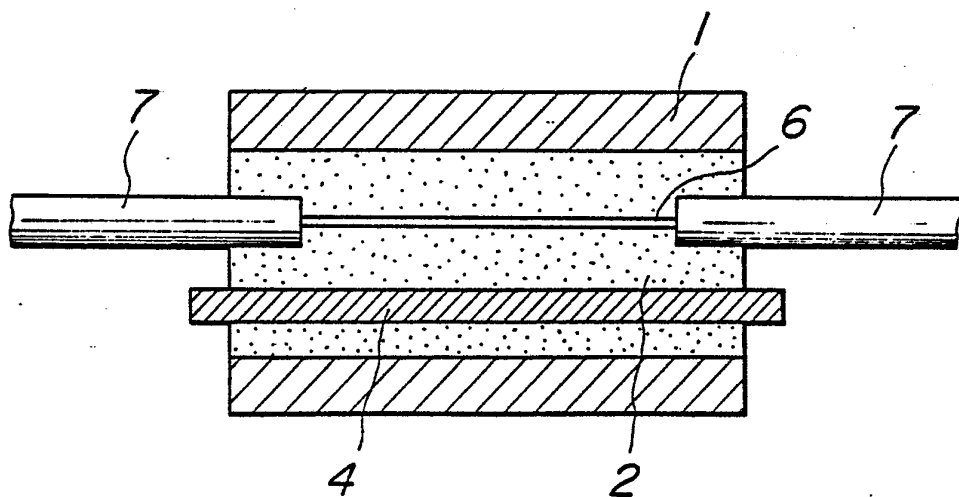


FIG. 3

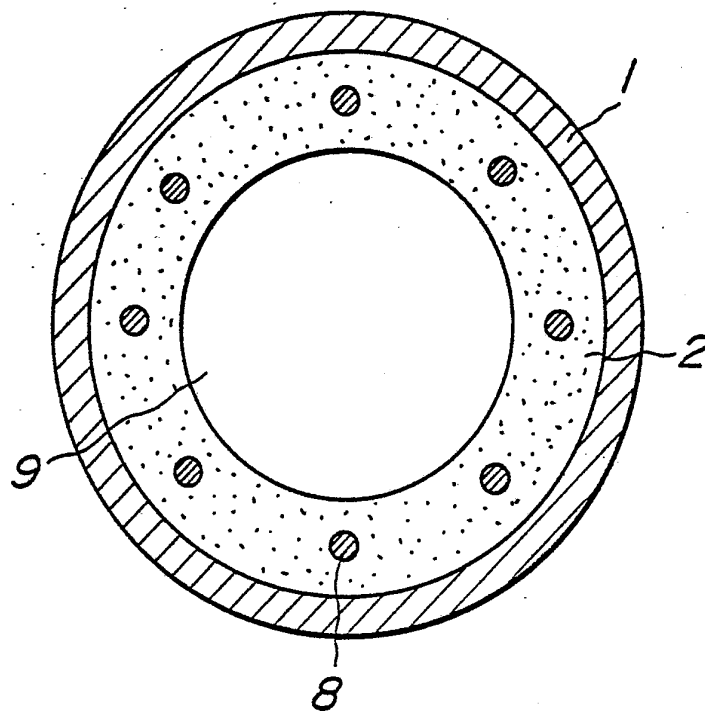


FIG. 4

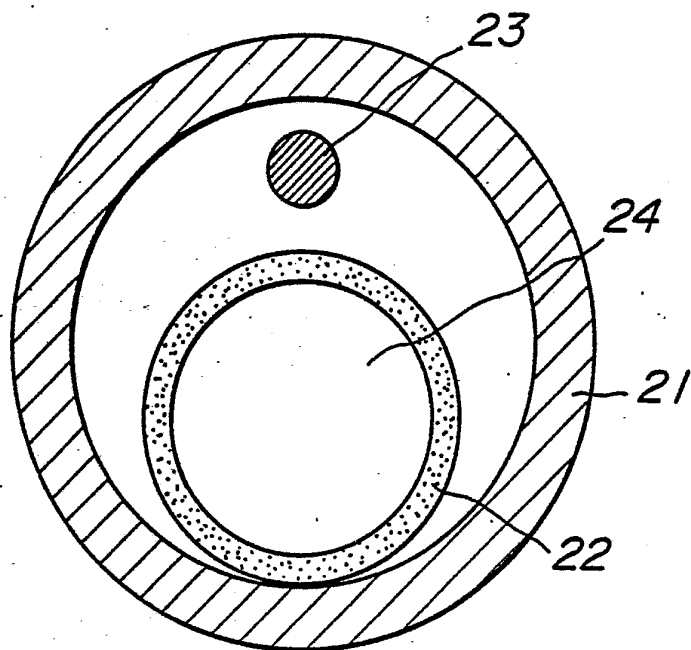


FIG. 5

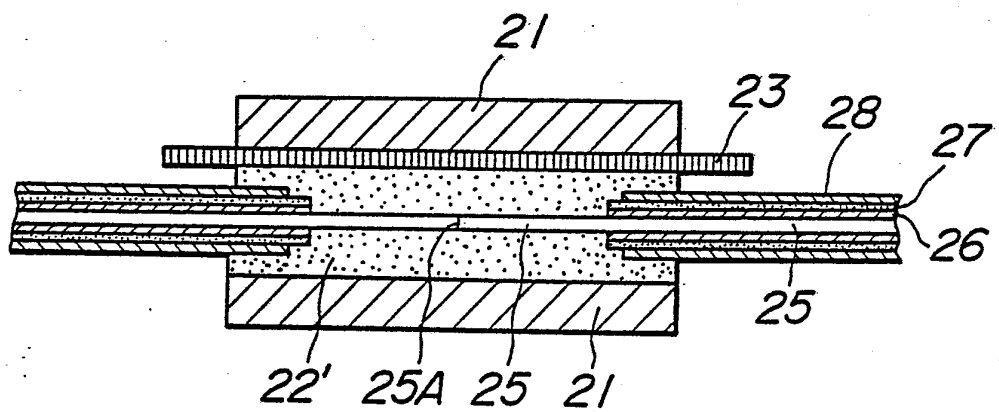


FIG. 6

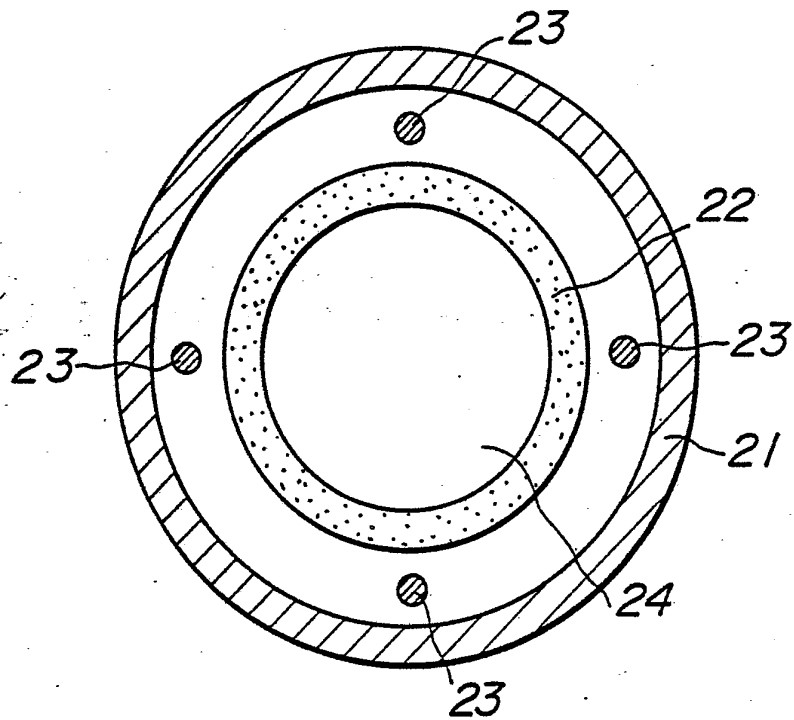


FIG. 7

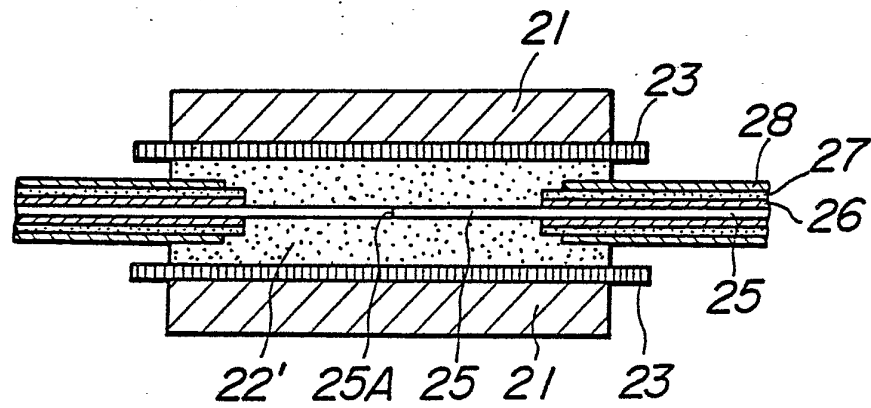


FIG. 8

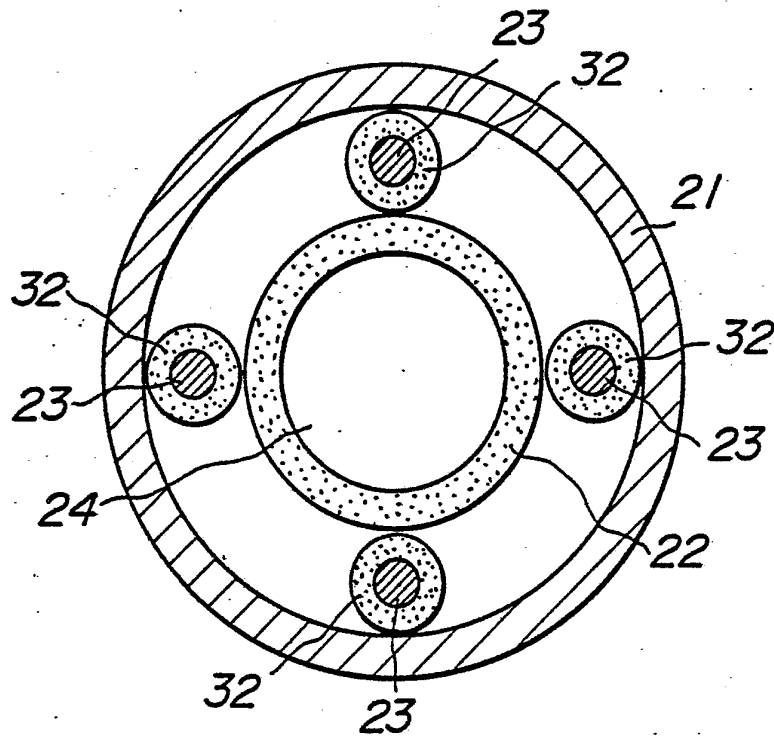


FIG. 9

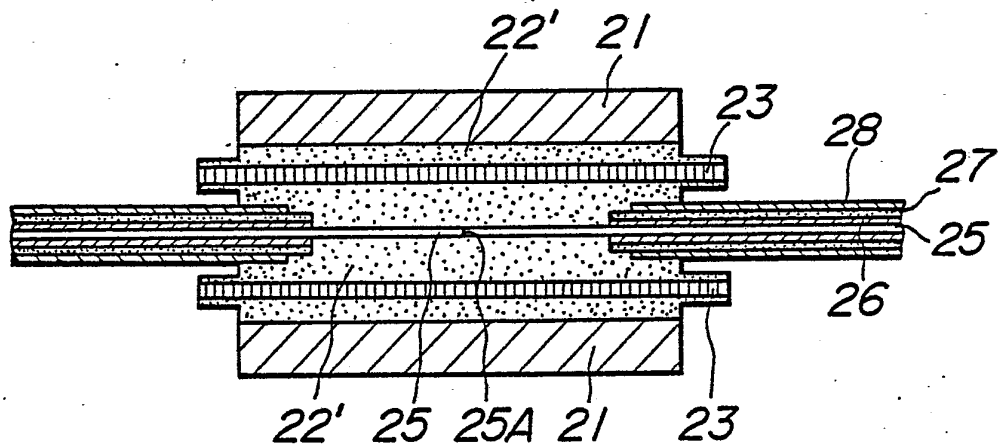


FIG.10A

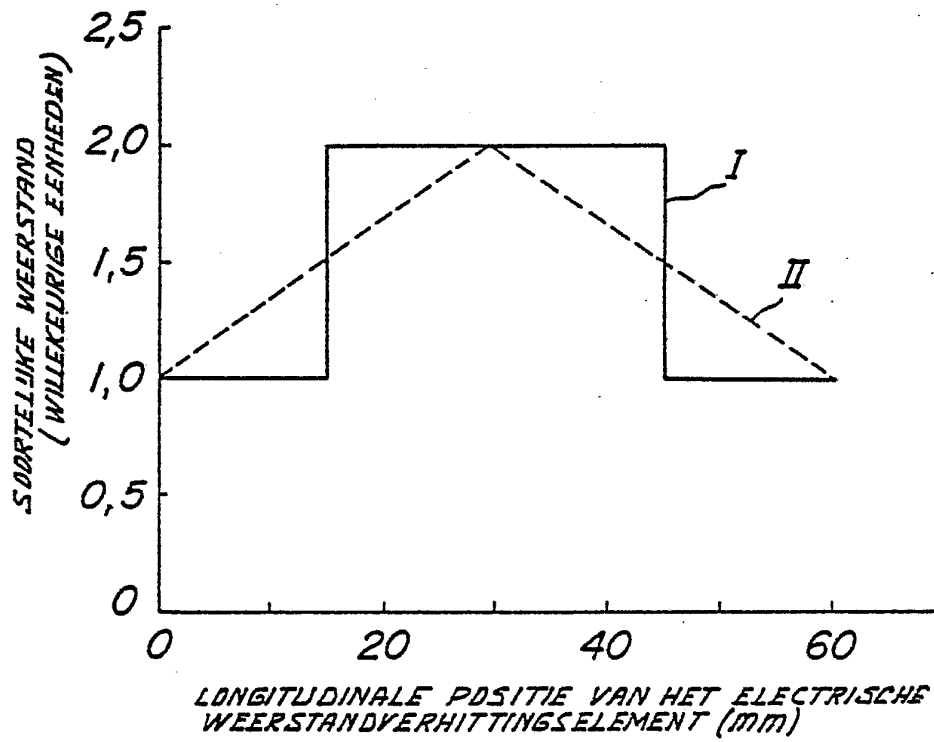


FIG.10B

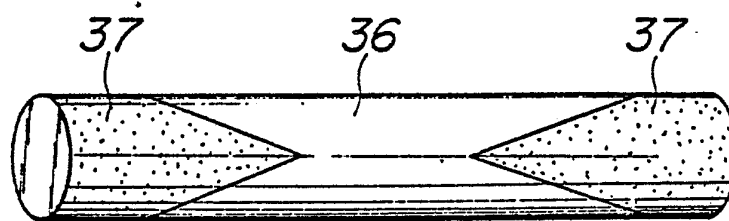


FIG. 11

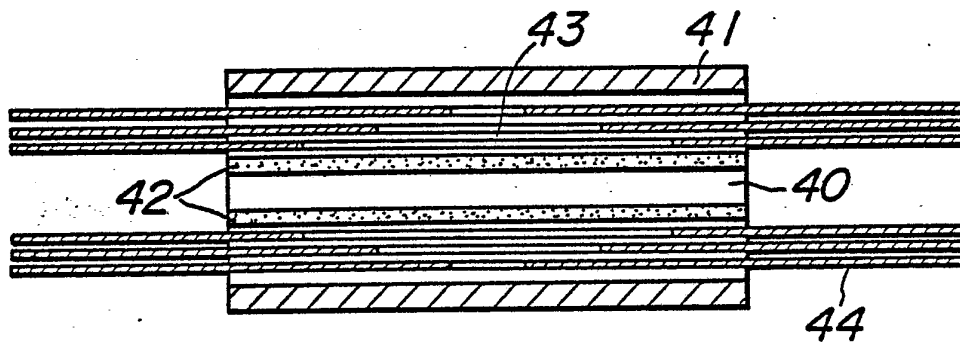


FIG. 12

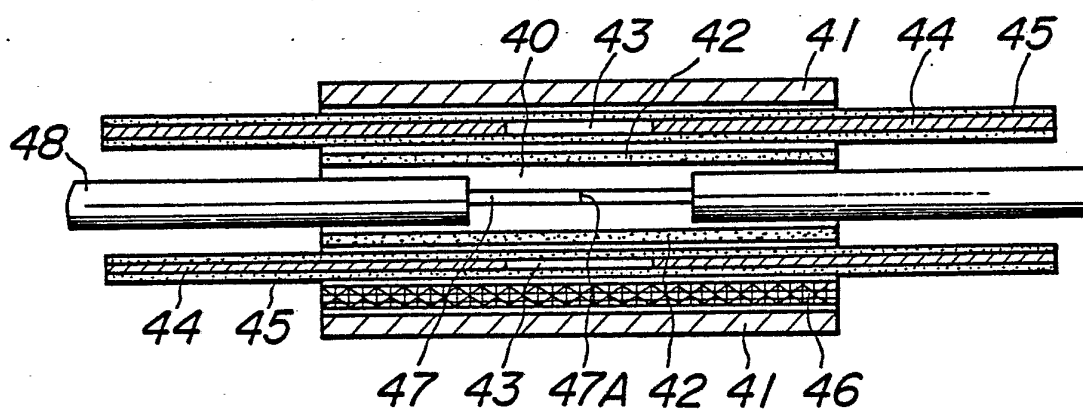


FIG.13

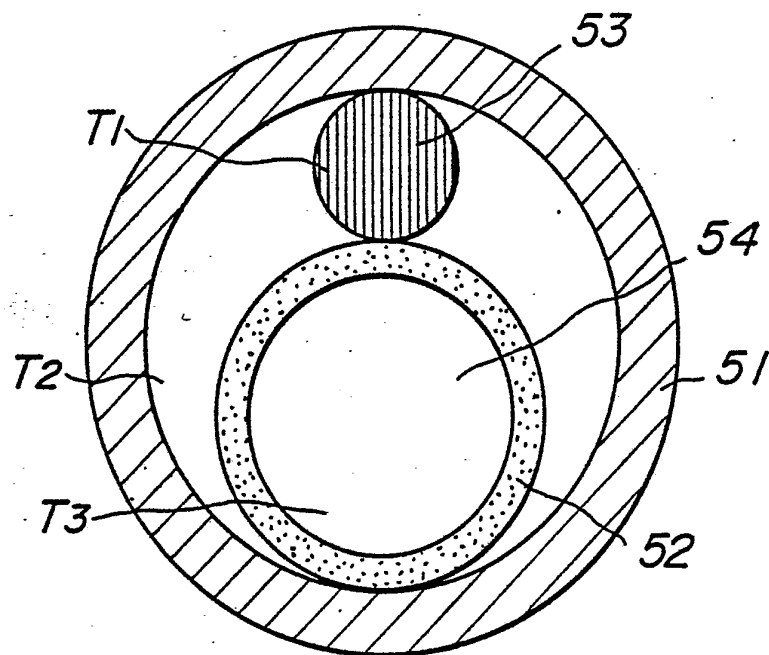


FIG.14

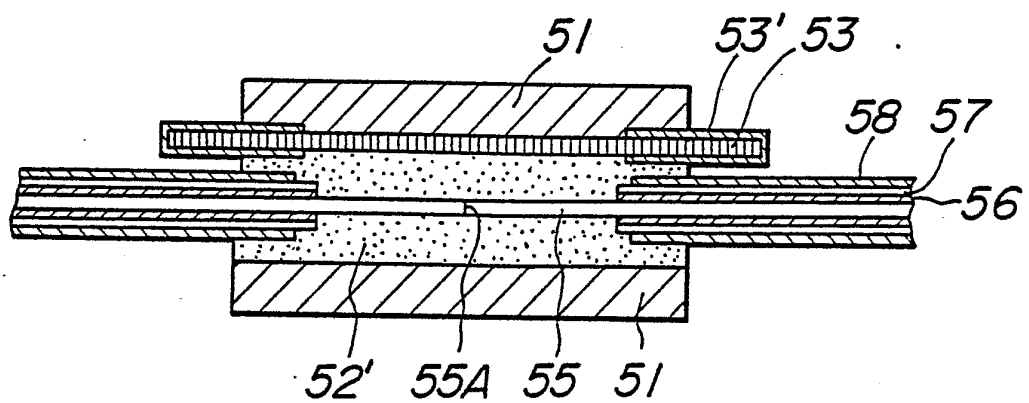


FIG.15

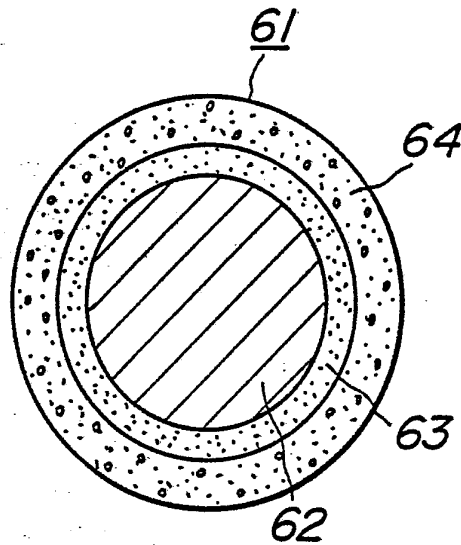


FIG.16

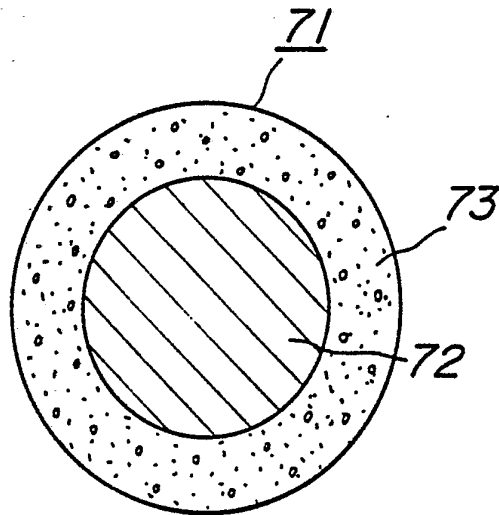


FIG.17

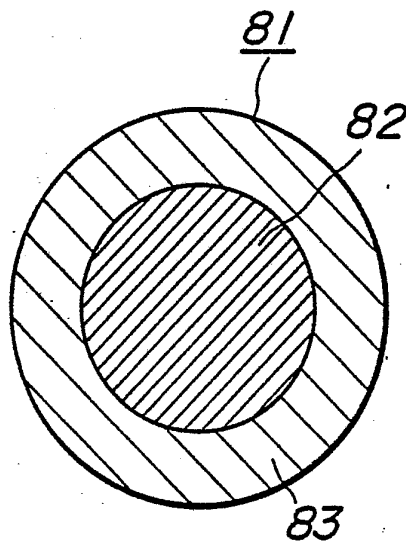


FIG.18

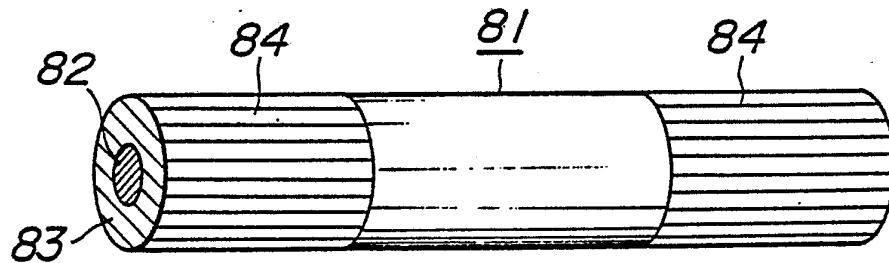


FIG.19

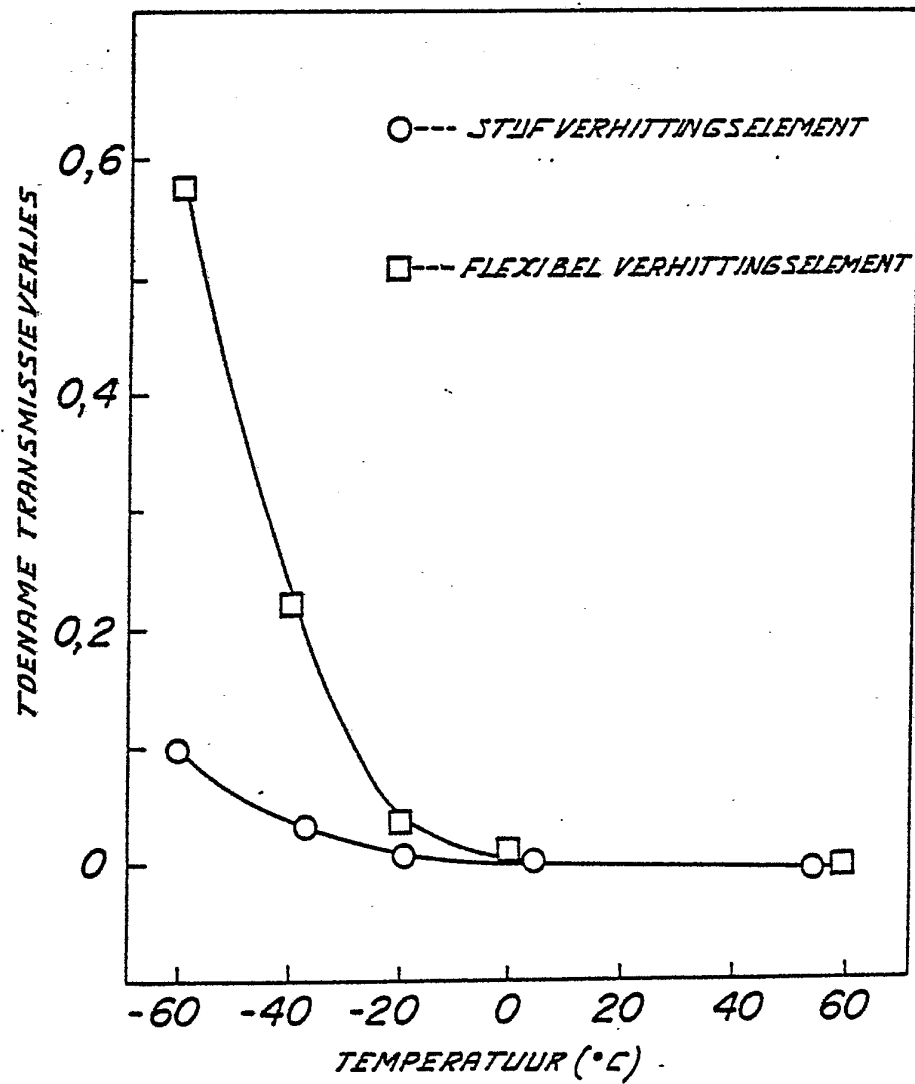
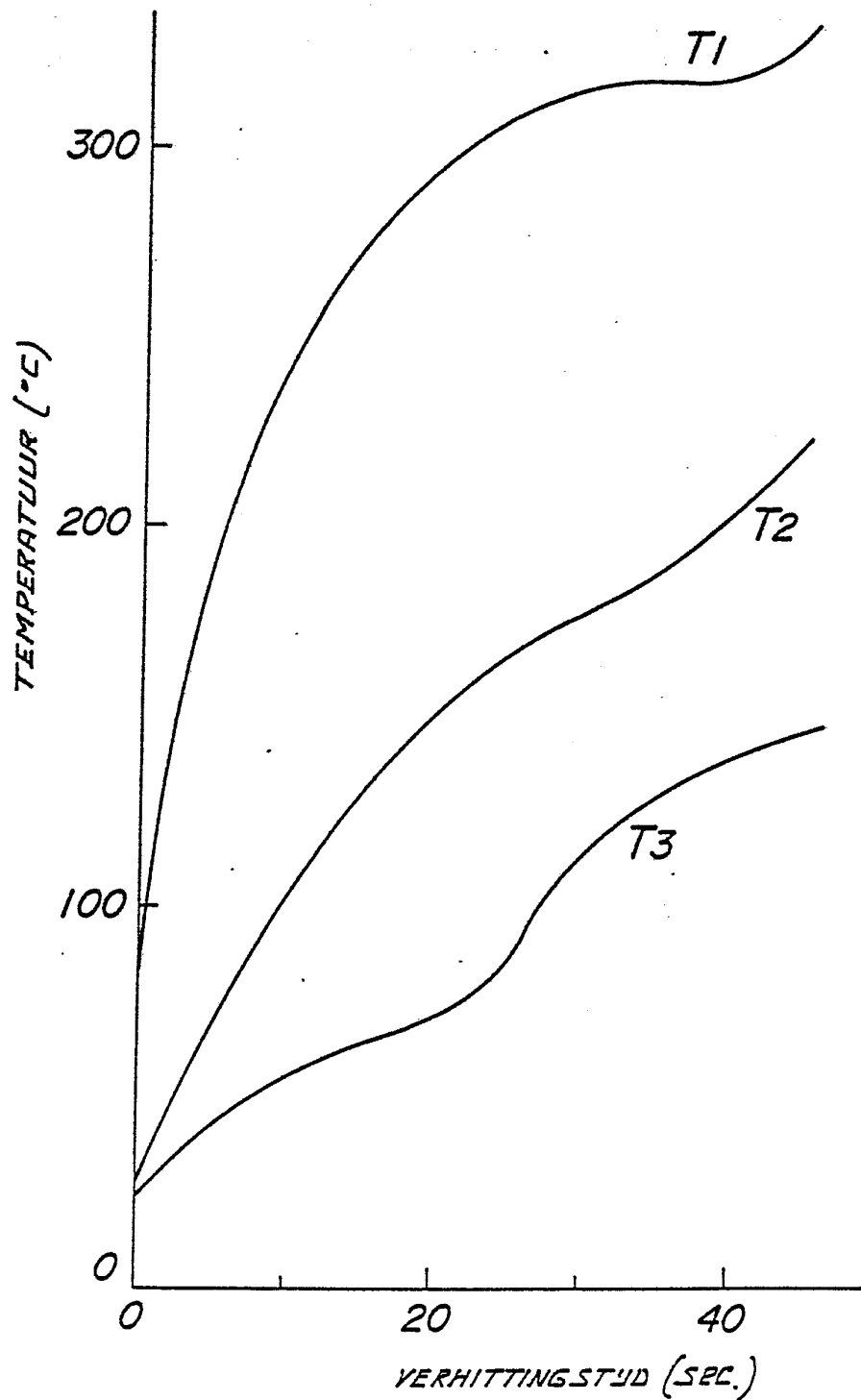


FIG.20



NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE PUBLIC CORPORATION

8201863

FIG.21B

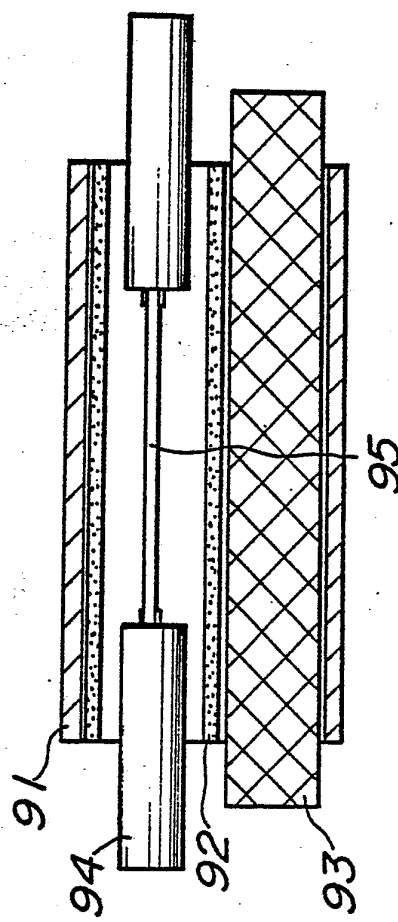


FIG.21A

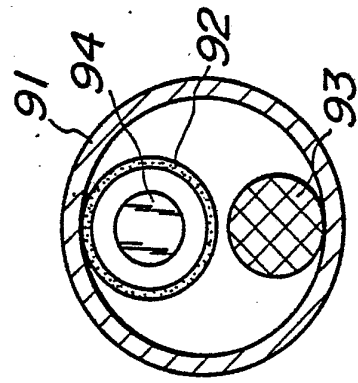


FIG.22A

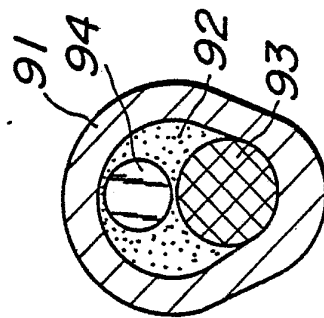


FIG.22B

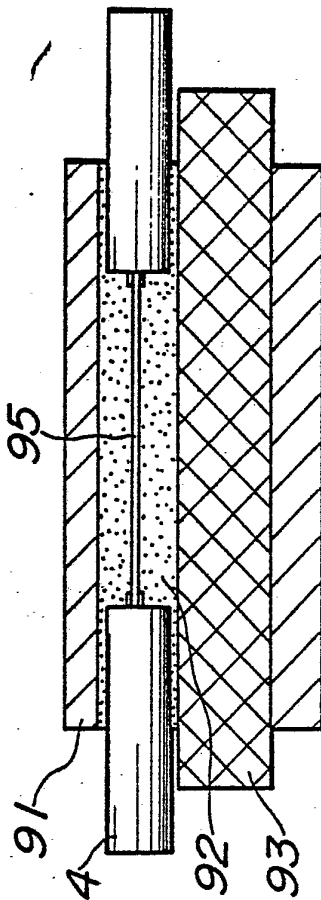


FIG.23

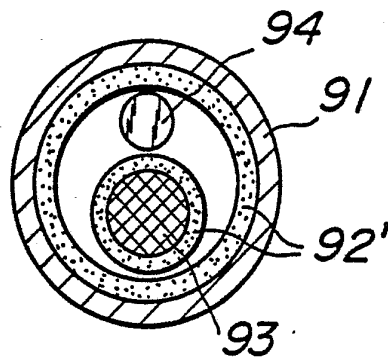


FIG.24

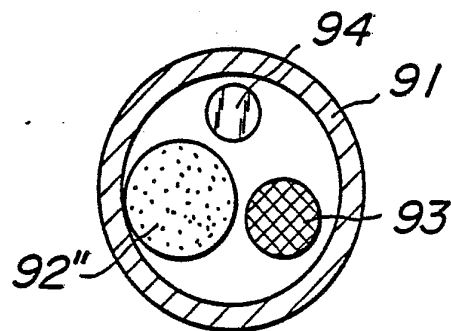


FIG. 25A

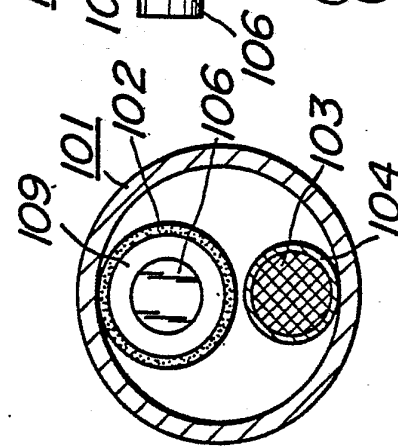


FIG. 25B

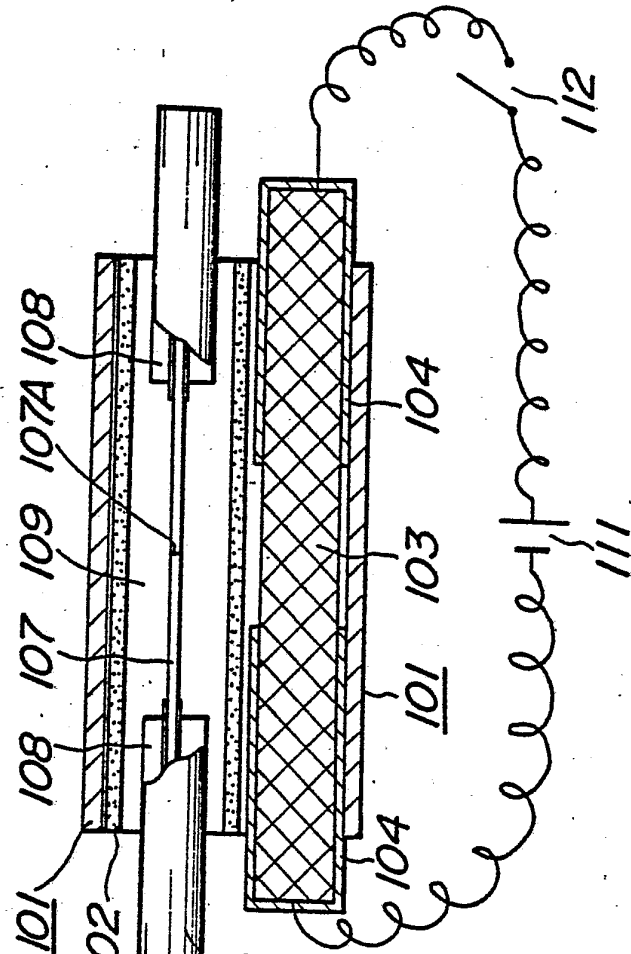


FIG. 26A

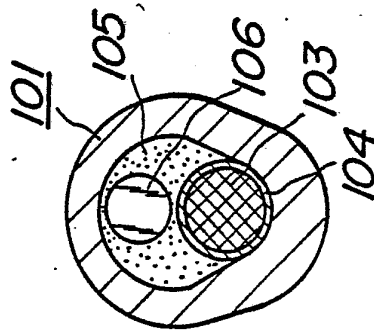


FIG. 26B

