(19) DANMARK

(12) PATENTSKRIFT (11) 169294 B1

Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 1769/88 (51) Int.Cl.5 G 02 B 6/44

(22) Indleveringsdag: 30 mar 1988

(41) Alm. tilgængelig: 06 feb 1989

(45) Patentets meddelelse bkg. den: 03 okt 1994

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 31 mar 1987 US 032889

(73) Patenthaver: *American Telephone & Telegraph Company; 550 Madison Avenue; New York; New York 10022, US

(72) Opfinder: Candido John *Arroyo; US

(74) Fuldmægtig: Hofman-Bang & Boutard A/S

(54) **Fiberoptisk kabel**

(56) Fremdragne publikationer

GB offentl.skr. nr. 2138168
US pat. nr. 4605818

(57) Sammendrag:

1769-88

Et flamme- og røgresistent fiberoptisk kabel (20) med en relativ lille diameter omfatter en kerne med et båndarray eller et antal individuelle fibre og et beskyttelsessystem. Beskyttelsessystemet omfatter et imprægneret glasfiberbånd (35), der er viklet omkring kernen. Båndet er imprægneret med en opløsning, der omfatter en glimmerholdig bestanddel, en fluorpolymer bestanddel og et smøremiddel som f.eks. silicone. Det imprægnerede system bibringer båndet, og dermed kablet, med overraskende gode brand- og røgmodstandsegenskaber, således at kablet er velegnet for brug i luftkonditioneringsanlæg og til stigekabler. Tykkelsen af båndet imprægneret med denne opløsning er meget lille, hvilket hjælper til at opnå en relativt lille diameter på det færdige kabel. Et dielektrisk forstærkningssystem er placeret imellem båndet og en plastkappe (37).

DK 169294 B1

fortsættes

1769-88

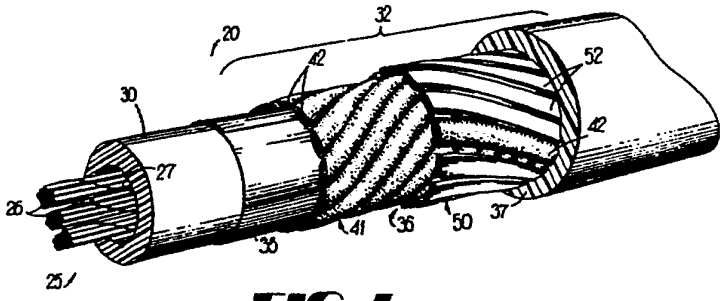


FIG 1

Opfindelsen angår fiberoptiske kabler, der er beregnede for brug i og ved bygninger som f.eks. i stigekabler og luftkonditioneringsanlæg.

Et kendt kabel af den art (GB-A-2138168) har adskillige optiske fibre, der er indesluttet i siliconefedt og et plastrør. En mica-tape på et bæreelement af glas er vundet omkring hvert rør, og en glas-tape er tilvejebragt omkring rørene. Ved brand udsættes materialet for en sintringsproces, så at et nyt rør dannes som en erstatning for hvert organisk rør. Kablet er desuden udformet med en fyldkappe og en ydre kappe. Dette er ensbetydende med en stor kabelkonstruktion sammenlignet med tværsnittet af de optiske fibre.

Telefondistribuering til bygninger foretages ved hjælp af dropkabler, mens distribuering inden i bygninger foretages ved hjælp af stigekabler. Kabler trækkes typisk i et ledningsrør fra et mandehul til en bygning, hvilket kan være en relativt lang afstand. Stigekablerne udbreder sig opad fra kælderetagen til de øvre etager og er forbundet til ledningsskabe. Den vertikale afstand, som et stigekabel trækkes, kan være betragtelig. Stigekablerne må derfor have passende styrkekarakteristika. Kablerne må ligeledes kontrolleres med hensyn til størrelse.

Et andet kriterium er, at stigekablerne ikke må bidrage betragteligt til brændstofindholdet i en konfiguration. De skal ligeledes opfylde NEC-standarderne (NEC: National Electrical Code) for flammeresistens og røgudvikling med henblik på at minimere spredningen af flammer og røg fra etage til etage.

Modstandsdygtigheden over for flammespredning og røgudvikling er også en nødvendig egenskab for kabler i luftkonditioneringsanlæg. I mange bygninger findes der et luftkonditioneringsanlæg imellem et færdigt loft og et

gulvpanel. Luftkonditioneringsanlægget tjener som et bekvemt sted for installationen af kommunikationskabler, inklusiv kabler til computere og alarmsystemer. Sådanne kabler udbreder sig til ledningsskabet på en etage, hvor de er forbundet til et stigekabel.

Det er ikke ualmindeligt, at disse luftkonditioneringsanlæg er sammenhængende over hele længden og bredden af hver etage. Når en brand forekommer på et areal imellem et gulv og et sænket loft, kan den begrænses af væggene og andre bygningselementer, der afgrænser arealet. Hvis og når branden når luftkonditioneringsanlægget, kan ild og røg spredes hurtigt i hele bygningen, hvis der er brandbart materiale i luftkonditioneringsanlægget.

Et kabels beskyttelsessystem, der omslutter kernen, og som kun omfatter en konventionel plastkappe, udviser ikke acceptable flammespredningss- og røgudviklingsegenskaber for brug i stigekabler eller luftkonditioneringsanlæg. Når temperaturen i et sådant kabel stiger, begynder kappematerialet at forkulle. Den forkullede kappe begynder eventuelt at spalte. Hvis den forkullede kappe bibeholder en samlet form, fungerer det som isolering af kernen; hvis ikke, vil det indre af kappen inklusiv kernen og andre beskyttelseskapper inden for den ydre kappe blive udsat for forhøjede temperaturer. Kappen og komponenterne inden i denne, begynder at forbrænde og afgive brandbare gasser. Disse gasser tænder og, på grund af luftstrømmene inden i luftkonditioneringsanlægget, brænder over det område, hvor flammerne rammer, hvorved de udbreder flammer og udvikler røg.

Som en generel regel kræver National Electrical Code, at effekt-begrænsede kabler i luftkonditioneringsanlæg og stigekabler er indesluttede i metalledningsrør. Omkostningerne i forbindelse med metalledningsrør for kommunikationskabler er relativt høje. Endvidere er ledningsrø-

rene ikke særlig fleksible, og de er svære at manøvrere i luftkonditioneringsanlæggene. NEC tillader dog visse afvigelser fra dette krav, forudsat, at sådanne kabler testes og godkendes af en myndighed, som f.eks. et brandprøvningslaboratorie i USA.

Problemet med acceptable udformninger på kabler til luftkonditioneringsanlæg og stigekabler gøres yderligere kompliceret på grund af tendensen til mere udstrakt brug af optiske fibertransmissionsmedier fra en løkke til bygningsdistributionssystemer. De optiske fibre skal ikke blot beskyttes imod transmissionsdegradering, men de har også egenskaber, der afviger signifikant fra egenskaberne for kobberledere, hvorfor de kræver en speciel behandling. Lystransmitterende optiske fibre er mekanisk skrøbelige, udviser lav trækstyrke under belastning og degraderer lystransmissionen ved bøjning. Transmissionsdegraderingen som følge af bøjning er kendt som mikrobøjningstab. Tabet kan forekomme på grund af krympning ved køling af kappen, og på grund af forskellige termiske kontraktioner, når de termiske egenskaber af kappematerialet afviger signifikant fra egenskaberne for de optiske fibre.

Det er kendt, at problemet med kabelkapper, der bidrager til flammespredning og røgudvikling, løses ved brug af f.eks. fluorpolymerer. I et kendt kabel med små dimensioner (US-4605818) og beregnet forbrug i luftkonditioneringsanlæg, omfatter kappesystemet et lag af vævet materiale, der er imprægneret med en fluorcarbonharpiks, og som omslutter kernen. Det vævede lag har en luftgennemtrængelighed, der er tilstrækkelig lav til at minimere gasstrømning igennem det vævede lag og til at forsinke varmetransmission til kernen. En ydre af kappe af et ekstruderbart fluorpolymert materiale omslutter laget af vævet materiale.

Formålet med opfindelsen er at angive et kabel, hvor almindelige coatede optiske fibre er indesluttet i et relativt ukompliceret kappesystem, der bibringer passende modstandsdygtighed over for flammespredning og røgudvikling for den optiske fiberkerne. Et sådant kappesystem skal ikke forøge kablet diameter betydeligt, og det skal have passende styrkeegenskaber. Formålet med opfindelsen er således at angive et kabel, der ikke er behæftet med de kendte kablers ulemper.

Dette opnås ifølge opfindelsen ved, at kablet omfatter en kerne med mindst én optisk fiber indesluttet i et kappesystem, der omfatter et glasfiberbånd, som er imprægneret med et passende varmebestandigt materiale, der omfatter en glimmerholdig bestanddel, og som ifølge en foretrukken udførelsesform er vævet. Ifølge en foretrukken udførelsesform er det varmeresistente materiale en stofsammensætning omfattende en glimmerholdig bestanddel, et siliconemateriale og et fluorcarbonmateriale, som f.eks. polytetrafluorethylen. Det imprægnerede glasfiberbånd er omgivet af en plastkappe, der ifølge en foretrukken udførelsesform omfatter et fluorpolymert plastmateriale. Dette kabel kan benyttes som stigekabel eller kabel i en bygnings luftkonditioneringsanlæg.

I visse kabler til bygninger, omfattende kabler, der bibringer service til bygninger, er kablets kerne omsluttet af et rørformet plastelement. Det rørformede element er indesluttet i et ikke-metallisk kappesystem, der omfatter det imprægnerede, vævede glasfiberbånd og en plastkappe. Imellem det vævede glasfiberbånd og kappen er der indskudt et lag af forstærkningselementer. Et første antal af disse forstærkningselementer er relativt fleksibel, og et andet af forstærkningselementerne har en passende tryk-stivhed og er koblet til kappen med henblik på at tilvejebringe et kompositarrangement, der effektivt forhindrer kontraktion af kablet. Det første og det andet

antal forstærkningselementer samarbejder og tilvejebringer en ønsket belastningsbæreevne for kablet ved en belastning, der ikke overstiger en forudbestemt værdi.

I en foretrukken udførelsesform er forstærkningselementerne fordelt i to lag, hvor et indre lag er i indgreb med glasfiberbåndet, og hvor det ydre lag er i indgreb med det indre lag. Forstærkningselementer, der er i stand til at modstå forventede bøjningskræfter, er placeret i det yderste lag, mens forstærkningselementer, der er relativt fleksible og primært modstår trækpåvirkning, i det mindste er placeret i det inderste lag. Det fortrækkes, at forstærkningselementerne, der er i stand til at modstå bøjning, er stavformede og omfatter og består af glasfiberfilamenter, mens de andre forstærkningselementer er relativt fleksible og også består af glasfilamenter.

Opfindelsen beskrives i det efterfølgende under henvisning til tegningen, hvor

fig. 1 viser en perspektivisk afbildning af et fiberoptisk kabel ifølge opfindelsen;

fig. 2 et tværsnit igennem kablet på fig. 1;

fig. 3 en perspektivisk afbildning af en bygning, hvor kabler ifølge opfindelsen er placeret inden i bygningen;

fig. 4 en perspektivisk afbildning af et andet kabel ifølge opfindelsen;

fig. 5 et tværsnit igennem kablet på fig. 4;

fig. 6 et diagram, der viser kurver over kraft som funktion af deformation for et kendt kabel og for et kabel ifølge opfindelsen;

fig. 7 og 8 et tværsnit igennem andre udførelsesformer af et kabel ifølge opfindelsen;

fig. 9 en perspektivisk afbildning af et fiberoptisk stigekabel ifølge opfindelsen;

fig. 10 et tværsnit igennem det fiberoptiske kabel på fig. 9; og

fig. 11 et tværsnit igennem et fiberoptisk kabel med kanaler, beregnet for brug i forbindelse med luftkonditioneringsanlæg.

Fig. 1 og 2 viser et kabel, der generelt er designeret henvisningstallet 20. Kablet 20 er velegnet til brug som stigekablet i en bygning 21 (se fig. 3), hvor det forbindes imellem et optisk forbindelsesskab 22 i et indgangsrum 23 og et tilslutningsskab 24 på en højereliggende etage.

Kablet 20 omfatter en kerne 25, der omfatter et antal fiberoptiske enheder 26-26, der holdes sammen af en bindetråd 27. Hver enhed omfatter slåede eller ikke-slåede optiske fibre, der hver typisk omfatter en coated optisk fiber, der f.eks. kan have et beskyttelseslag af polyvinylchlorid (PVC). Kernen 25 kunne ligeså vel omfatte et antal fiberoptiske bånd 29-29 (se fig. 4 og 5). Kablet 20 vil generelt have en yderdiameter på ca. 1,27 cm eller mindre. Selv om opfindelsen ikke er begrænset til en sådan størrelse kabel, overstiger diameteren af fiberoptiske kabler på nuværende tidspunkt ikke denne størrelse.

Kernen 22 er omsluttet af et rørformet element 30. Generelt er det rørformede element 30 fremstillet af et brand-forsinkende plastisk materiale, som f.eks. PVC.

Det rørformede element 30 er omsluttet af et kappesystem, der generelt er angivet med henvisningstallet 32. Som det kan ses på fig. 1-2 og 4-5, omfatter kappesystemet 32 et kernesvøb 35, i form af et bånd, et forstærkningssystem 36 og en ydre plastkappe 37.

Kernesvøbet 35 er ikke-metallisk og omfatter et glasfiberbånd, der er imprægneret med et materiale, der signifikant forbedrer modstandsdygtigheden over for flammespredning og røgudvikling. Sådanne kabler må være i besiddelse af passende modstandsdygtighed over for ledning og konvektion af varmestrømme.

Ifølge en foretrukken udførelsesform er båndet et vævet glasfibermateriale, der også er med til at give styrke til kablet 20. Ikke-vævet materiale kunne anvendes til kernesvøbsbåndet, men det er løsere end det vævede bånd, og denne løshed er ikke nødvendig for at holde på imprægneringsmaterialet. Det har vist sig, at det vævede bånd er lettere at imprægnere. Båndet 35 er kommercielt tilgængeligt i form af f.eks. et TEMP-R-GLAS® bånd fra T & F divisionen i CHR Industries, Inc. Når det vævede glasbånd imprægneres med et materiale med en relativ lav termisk ledningsevne, udviser det overraskende gode flamme- og røghæmmende egenskaber og en relativ høj dielektrisk styrke.

Det har vist sig, at båndet 35's modstandsdygtighed over for ledning og konvektion af varmestrømme bestemmes af imprægneringsmaterialet. Ifølge en foretrukken udførelsesform er båndet 35, der er et vævet glasfiberbånd, imprægneret med en stofsammensætning, der omfatter en glimmerholdig bestanddel. Mere specifikt omfatter imprægneringsstofsammensætningen mica, silicone og et fluorpolymert materiale, som f.eks. polytetrafluorethylen (PTFE). Mere præcist omfatter stofsammensætningen ca. 12-25 vægt-% PTFE, ca. 50-62% mica og ca. 25-37% silicone. Ifølge en

foretrukken udførelsesform omfatter den glimmerholdige bestanddel flogopit.

Fluorpolymeren og mica-bestanddelen bibringer varmemodstandsegenskaber til sammensætningen, mens siliconen fungerer som et smøremiddel for glasfiberen. Siliconen danner også en cement, hvilken anvendes til at imprægnere det vævede glasfiberbånd, således at det bliver mere vandholdigt. Det har vist sig, at et imprægneringsmateriale, der omfatter en glimmerholdig bestanddel, alene sammen med silicone resulterer i et noget pladeformigt materiale, der på overfladen af det vævede glasfiber kan brydes til kugleformede flager, og bliver meget skørt. Den fluorpolymere bestanddel hjælper til at blande imprægneringsmaterialet til en opløsning, således at det ikke tørrer eller hærder på en pladeformet måde.

Imprægneringsmaterialet bibringer overraskende god modstand over for ledning og konvektion af varmestrømning i kablet 20. K-værdien for det imprægnerede bånd er så lav som ca. 0,000013 kal. cm/cm² sek. °C (0,000054 Jcm/cm^2 s °C). Dette er en signifikant forbedring i forhold til K-værdierne på 0,00024 til 0,0004 kal. cm/cm² sek. °C (0,0010-0,0017 Jcm/cm^2 s °C) for båndene beskrevet i US patentskrift 4 595 793.

Det har vist sig, at båndet 35 bør vikles omkring det rørformede element 30, således at der er en aksial revne. En overlappende revne forbedrer brandmodstandsdygtigheden for kablet yderligere.

Den foretrukne udførelsesform ifølge opfindelsen er også fordelagtig ud fra et størrelsesmæssigt synspunkt. Et vævet glasfiberbånd, der er imprægneret med silicone alene, har sædvanligvis en tykkelse på ca. 0,018 cm. På den anden side har et glasfiberbånd, der er imprægneret med en stofsammensætning omfattende en glimmerholdig bestanddel,

silicone og PTFE, en tykkelse så lav som 0,008 cm. Som det klart fremgår, er denne tykkelse en betydelig forbedring i forhold til kendte flammehæmmende bånd, som f.eks. det tidligere nævnte NOMEX®-KEVLAR® aramidbånd, der har en tykkelse på ca. 0,127 cm. Båndet 35 bibringer et beskyttelsessystem med lavere termisk lednings- og konvektionsværdier såvel som en lavere termisk ledningsevne, i forhold til andre beskyttelsessystemer, der er kommercielt tilgængelige.

Kappen 37 omslutter kernesvøbsbåndet 35. Ifølge en foretrukken udførelsesform omfatter kappen 37 et polyvinylchloridplastisk materiale eller et polyvinylidenfluoridt materiale. Kappen 37 har typisk en tykkelse på ca. 0,10 cm.

I stigekabler til bygninger er kablets styrke fortrinsvis tilvejebragt ved hjælp af dielektriske forstærkningselementer omfattende KEVLAR® aramid eller glasfiberelementer, der f.eks. kan være indskudt imellem kernesvøbet 35 og plastkappen 37.

Forstærkningssystemet 36 skal opfylde adskillige kriterier. For det første skal det have en tilstrækkelig kompressionsstyrke, med henblik på at modstå påvirkninger induceret ved termisk cykling såvel som ved bøjning, og trækstyrke, med henblik på at modstå påvirkninger induceret ved bøjning og ved træk. I det mindste dele af forstærkningssystemet må være koblet tilstrækkeligt til kappen, således at disse dele af forstærkningssystemet og kappen tilvejebringer et komposit arrangement, der modstår udknækning. Kablet skal yderligere være relativt fleksibelt, og forstærkningssystemets tværsnitsareal må ikke være for stort.

Forstærkningssystemet 36 omfatter et første indre lag 41 (se fig. 1-2 og 4-5) med relativt fleksible forstærk-

ningselementer 42-42, der er i forbindelse med kernesvøbet 35. Hvert af forstærkningselementerne 42-42 omfatter et glasfiberelement, som f.eks. glasrågarn eller- tråd, der f.eks. markedsføres af PPG Industries, imprægneret med f.eks. et harpiksagtigt materiale. Ifølge en foretrukken udførelsesform er hvert af forstærkningselementerne 42-42 en glastråd, og denne er viklet skrueformet omkring kernesvøbsbåndet 35. Hver tråd er karakteriseret ved en belastningsbæreevne ved træk på 88 lbs. (400 N) pr. 1% forlængelse. Belastningen pr. enhed forlængelse er defineret som stivheden.

En anden del af forstærkningssystemet 36 er et ydre andet lag 50 med forstærkningselementer, der er i indgreb med forstærkningselementerne 42-42 i det indre lag 40. Som det ses på figurerne, er størstedelen af forstærkningselementerne i det ydre lag anført med henvisningstallet 52, og disse er relativt ufleksible, stavformede elementer, der er fremstillet af glasfiber i form af tråd eller rågarn. Sådanne glasstave er kommercielt tilgængelige fra Air Logistics Corp. under betegnelsen E-glastape. I udførelsesformen vist på fig. 1-2 og 4-5 omfatter det ydre lag 50 også et antal forstærkningselementer 42-42. Ifølge en foretrukken udførelsesform er forstærkningselementerne 52-52 og 42-42 i det ydre lag viklet skrueformet omkring forstærkningselementerne i det indre lag, men med en modsat skrueformet retning i forhold til det indre lag.

Selv om forstærkningssystemet ifølge en foretrukken udførelsesform omfatter to lag af skrueviklede forstærkningselementer, kan der tænkes andre arrangementer ifølge opfindelsen. F.eks. kan forstærkningselementerne i kablet 20 være samlet omkring kablet, uden at det er tilstræbt, at de er slået omkring dette.

Forstærkningselementerne kan ligeledes være arrangeret i et enkelt lag. Dette er i særlig grad tilfældet ved kab-

ler med bånd-kerne, i hvilke den ydre diameter af det cylinderformede element 30 er større end for kablerne på fig. 1 og 2, hvilket tillader, at et større antal af forstærkningselementer kan placeres omkring elementets omkreds.

Det bør bemærkes, at hvert af de stavformede elementer 52-52 og de relativt fleksible forstærkningselementer 42-42 ifølge den foretrukne udførelsesform omfatter et substrat, der er fremstillet af E-glasfiberfilamenter. Hvert substrat kan omfatte så mange som 4 000 glasfiberfilamenter. I forstærkningselementerne 52-52 er substratet ifølge en foretrukken udførelsesform imprægneret med et epoxymateriale. Dette medfører, at substratet bliver relativt stift, og bliver i stand til at modstå forventede tryk- såvel som trækpåvirkninger. De forventede trykpåvirkninger omfatter påvirkninger induceret ved termisk cykling, inklusiv påkrympning af kappematerialet f.eks. Ifølge en foretrukken udførelsesform er hvert af forstærkningselementerne 52 karakteriseret ved en trækstivhed på ca. 78 lbs. (354 N) pr. procent forlængelse.

For forstærkningselementerne i det indre lag 41 og for nogle af forstærkningselementerne i det ydre lag 50 er glasfibersubstratet ifølge en foretrukken udførelsesform en tråd, og må behandles yderligere for at opnå passende styrkeegenskaber. Selv om glasfibrene er dimensionerede, er dette ikke tilstrækkeligt til at forhindre slid imellem fibre, når de forskydes i forhold til hinanden under trækbelastning af kablet 20. Derfor imprægneres trådene med et polyurethanmateriale for at forhindre forringelse af trækstyrkeegenskaberne. I modsætning til epoxymaterialet forårsager polyurethanmaterialet ikke, at trådene bliver relativt ubøjelige. Det bevarer derimod fleksibiliteten og trækstyrken for glastrådene, samtidig med at det forhindrer slid imellem fibre, når de gnider imod hinanden. Forstærkningselementerne 42-42 er tilstrække-

ligt fleksible og til stede i et tilstrækkeligt antal til at forårsage, at kablet 20 bliver relativt fleksibelt.

Momentbalancering af kablet på fig. 1-2 og 4-5 gøres lettere ved udeblivelsen af en indre kappe imellem forstærkningselementlagene, idet det tillader brug af samme slåningslængde for forstærkningselementerne i begge lag. Der kan yderligere anvendes en slåningslængde, der er længere end i de kendte kabler. Dette tillader brug af højere hastigheder ved fremstilling af kablet.

For at kablet skal få passende styrkeegenskaber, må forstærkningssystemet 36 være koblet til kappen 37. Det bør derfor bemærkes, at plasten i den ydre kappe omslutter dele af forstærkningselementerne og kobles til disse. Hvis koblingen imellem forstærkningselementerne og kappen er meget stor, vil bøjning af kablet kunne resultere i udbøjning af forstærkningselementerne i forhold til kappen 37. Der må derfor træffes forholdsregler for kontrol af koblingen imellem forstærkningselementerne og kappen 37.

Arrangementet på fig. 1-2 og 4-5 er også effektivt til at kontrollere koblingen imellem forstærkningselementerne og kappen 37. Dele af forstærkningselementerne er tilstrækkeligt utilgængelige til at kunne kobles med plastkappen 37. Dele af forstærkningselementerne i det indre lag, der kobler med kernerøret 30, og de dele af forstærkningselementerne i hvert lag, der kobler indbyrdes, indesluttes ikke i plastisk materiale, hvorfor de ikke er koblet til kappen. Arrangementet resulterer derfor i, at der tilvejebringes et glideplan for antallet af aksialt forløbende forstærkningselementer, der er fordelt langs det rørformede element 30.

Under fremstillingsprocessen fordeles forstærkningselementerne omkring båndet 35 under påvirkning af træk, så-

ledes at dele af forstærkningselementernes overflader får tæt overfladekontakt med kernesvøbet og med hinanden indbyrdes. Kappen 37 tryk-ekstruderes derefter over forstærkningselementerne. Kontakten imellem det indre lag 41 af forstærkningselementer og kernesvøbet og imellem det indre og det ydre lag af forstærkningselementer forhindrer således strømning af kappeplastikekstrudat til delene af overfladerne, således at indkapsling af disse overflader forhindres. Dette reducerer kappe-forstærkningselementkoblingen tilstrækkeligt til forstærkningselementerne kan glide i forhold til kappen under lokal kabelbøjning.

Forhindring af indkapsling af disse overflader har kun lille indflydelse på forstærkningen af forstærkningselementernes trækstyrke. Når det ekstruderede plastmateriale i kappen 37 afkøles ved fremstillingen, former det sig tæt omkring i det mindste nogle af forstærkningselementerne. Ved trækbelastning af kablet vil de skrueviklede forstærkningselementer tilstræbe en radial bevægelse, hvilket forhindres af det underliggende rørformede element 30. For forstærkningselementer i et enkeltlagssystem, der berører båndet 35, eller for elementer i det ydre lag, der berører det indre lag, vil kappen generelt fungere som en spaltering. Dette arrangement eliminerer tilnærmelsesvis den relative circumperiferere bevægelse af forstærkningselementerne i forhold til kappen og tillader lettere en relativ bevægelse af forstærkningselementerne i aksial retning i forhold til kappen ved lokal bøjning. Der er tilstrækkelig kobling imellem forstærkningselementerne i kablet ifølge opfindelsen og kappen 37 til at sikre kompositstrukturfunktion imellem forstærkningselementerne og kappen i aksial retning over den totale længde af kablet. En sådan kobling tilvejebringes, når forstærkningselementerne ligger umiddelbart op ad kappen 37. Derfor er det vigtigt, med henblik på at give kablet ifølge den foretrukne udførelsesform en passende

trykstyrke, at de relativt stive forstærkningselementer 52-52 er placeret i det ydre lag 50 og tilstødende med kappen 37. Dette arrangement tillader, at forstærkningselementerne 52-52 kobles tilstrækkeligt til kappen 37, således at disse forstærkningselementer og kappen tilvejebringer et kompositarrangement, der effektivt forhindrer kontraktion af kablet. Kontraktion af kablet kan forekomme ved påkrympningen af plastkappematerialet og under påvirkning af temperaturer, der kan være så lave som -40 °C. Hvis kun de relativt fleksible forstærkningselementer 42-42 var beliggende tilstødende til kappen 37, ville kompositarrangementet imellem disse og kappen ikke være så effektive til at modstå forventede bøjningskræfter.

Kablet ifølge denne opfindelse kan modstå et træk på 2 670 Newton med en forlængelse, der ikke overstiger 0,33%. Et kendt kabel omfatter to lag af forstærkningselementer, hvilke lag er indbyrdes adskilt af en indre kappe, hvor alle forstærkningselementer består af relativt stive glasstænger. Da kablet 20 ifølge opfindelsen omfatter et antal relativt fleksible glasfiberelementer i et indre lag, hvilke glasfiberelementer er konfigureret på en noget bølgeformet aksial måde omkring kablet, vil trækbelastninger ikke umiddelbart optages af disse, men først når elementerne er spændt. Derfor vil sammenhængen imellem belastning og forlængelse ikke være lineær. Som det ses på fig. 6 vil en kurve 53, der angiver forholdet imellem belastning og forlængelse for kablet ifølge opfindelsen, omfatte en del 54 med en hældning, der er mindre end en kurve 55 for et kendt kabel. For at forhindre forlængelsen ved en 2 670 Newtons belastning i at overstige 0,33%, har den resterende del af kurven 53, dvs. delen 56, en større hældning end delen 54, og større end kurven 55 for det kendte kabel.

Det bør bemærkes, at belastning-forlængelse karakteristikken for kablerne ifølge opfindelsen ikke behøver at omfattet et knæk som vist på fig. 6. Det relative antal af de to slags forstærkningselementer kan optimeres med hensyn til passende styrkekarakteristik såvel som fleksibilitet. F.eks. kan antallet af relativt stive forstærkningselementer 52-52 forøges, hvilket forårsager en belastning-forlængelse karakteristik svarende til kurven 55. Et sådant kabel vil naturligvis omfatte et antal forstærkningselementer 42-42 for at forbedre kablets fleksibilitet, men ikke så mange som vist på fig. 1-2 og 4-5.

Ifølge en foretrukken udførelsesform er kernerørets indre og ydre diameter ca. 0,43 cm og 0,61 cm, respektive, mens den ydre kappes indre og ydre diametre er ca. 0,32 cm og 1,07 cm, respektive. Det indre lag 40 omfatter tolv tråde 42-42, og det ydre lag 50 omfatter to tråde 42-42 og ti stavformede glasfiberelementer 52-52, hvor alle elementer er jævnt fordelt omkring kablets periferi. Ifølge den foretrukne udførelsesform er de to tråde 42-42 i det ydre lag 50 endvidere placeret indbyrdes diametralt modsat.

Selv om kernesvøbet 35 for større stigekabler anvendes i kabelstruktur, der alle har dielektriske forstærkningssystemer, kan indpakningen anvendes i andre arrangementer. Sådanne arrangementer er vist på fig. 7 og 8. Beskyttelsessystemerne på fig. 7 og 8 er identiske. Kernen i fig. 8 svarer til kernen på fig. 4 og 5 og omfatter bånd af optiske fibre, mens kernen på fig. 7 omfatter et antal enheder med optiske fibre. Derfor anvendes der de samme henvisningstal til elementerne i kablerne på fig. 7 og 8.

Hvert af kablerne på fig. 7 og 8 omfatter et rørformet element 57, der omslutter kernen. Det rørformede element 57 kan være fremstillet af et plastikmateriale, som f.eks. PVC. Omkring det rørformede element er der anbragt

et kernesvøb 58, der omfatter et imprægneret glasfiberbånd svarende til kernesvøbsbåndet 35 på fig. 1-2 og 4-5.

Omkring båndet 58 er der anbragt et første lag af metalliske forstærkningselementer 60-60, som f.eks. trukne ståltråde, og en indre kappe 62. Et andet lag af metalliske forstærkningselementer 64-64 er viklet omkring den indre kappe 62 og er omsluttet af en ydre plastkappe 66. Den indre og den ydre plastkappe 62 og 66, respektive, kan være fremstillet af PVC eller et fluorpolymert materiale. Viklingen af de metalliske forstærkningselementer er kendt, f.eks. fra US patentskrift nr. 4 241 979.

Normalt udbreder en transmissionslængde sig med et eksternt kabel med fibre uden puffer fra et mandehul til en bygnings kælderrum, hvor det forbindes til bygningens stigekabel i et tilslutningsskab 22. På overliggende etager forbindes stigekablet til kablerne i luftkonditioneringsanlægget. Med et kabel ifølge opfindelsen kan transmissionsbanen etableres direkte fra mandehullet til et ledningsskab på en øvre etage, hvilket overflødiggør tilslutningsskabet 22 og eliminerer samlingerne i dette. Kernesvøbet 35 bibringer den nødvendige modstand over for flammespredning og røgudvikling i bygningen.

Fig. 9 og 10 viser et kabel 70, der omfatter en kerne 72, og som er en anden udførelsesform af et stigekabel, omfattende et antal coatede optiske fibre 74-74, der er viklet skrueformet omkring et centralt forstærkningselement 75, der kan være fremstillet af glas eller KEVLAR® aramid fibergarn. Kernen 72 kan være fyldt med forstærkningselementtråde, som f.eks. KEVLAR® garn 76, og er omsluttet med et kernesvøb 77, der omfatter et imprægneret bånd svarende til båndet 35. Kernesvøbet er omsluttet af en plastkappe 78, som f.eks. kan være fremstillet af et fluorpolymert materiale. Yderligere forstærkningselementtråde er indskudt imellem kernesvøbet 77 og plastkappen

78.

Som tidligere nævnt er et kabel, der omfatter et kernesvøb ifølge opfindelsen, også ideel til brug som luftkonditioneringskabel. Fig. 11 viser et kanaleret luftkonditioneringskabel 80. Kablet 80 omfatter en kerne 82 med en pibe 84, der har radiale ribber 86-86 fra en centerdel 88, der kan omfatte et centralt forstærkningselement 89. Piben 84 kan være fremstillet af et flammeretarderende materiale som f.eks. PVC, mens det centrale forstærkningselement f.eks. kan være fremstillet af glas eller KEVLAR® garn. Imellem alle tilstødende ribber 86-86 er der tilvirket en udsparing 90, beregnet for modtagelse af coatede optiske fibre, med eller uden puffer. Rundt om den kannelerede kerne 82 er der anbragt et kernesvøb 92, der omfatter et imprægneret glasfiberbånd, svarende til båndet 35. Kernesvøbet 92 er omgivet af en plastkappe 94.

Piben 84 er fremstillet af et plastisk materiale som f.eks. polyvinylchlorid eller en fluorpolymer. Piben 84 kan være drejet, således at de optiske fibre, der er anbragt i rillerne, har en slåning.

Det bør bemærkes, at der imellem kernesvøbet 92 og plastkappen 94 er anbragt et lag 96 af forstærkningselementgarn, som f.eks. KEVLAR® aramid garn. Dette garn, eller tråde, anvendes til at fastholde kablet 80, efter at kappen er fjernet.

Da luftkonditioneringskablet 80, ud over modstandsdygtighed over for flammespredning og røgudvikling, er i besiddelse af styrkeegenskaber, kan det ud over anvendelsen i en bygnings luftkonditioneringsanlæg anvendes som stigekabel. Dette overflødiggør behovet for forbindelser i et ledningsskab på en specifik etage, hvor et stigekabel typisk er forbundet til et luftkonditioneringskabel.

P a t e n t k r a v :

1. Fiberoptisk kabel omfattende en kerne (25; 72; 82); med en eller flere optiske fibre (26; 29; 74) og et kernesvøb (35; 58; 77; 92) fremstillet af et glasbæreelement og et brandhæmmende materiale, der inkluderer glimmer, og en plastkappe (37; 62; 66; 78; 94), k e n d e t e g n e t ved, at glasbæreelementet er en fiberglastape, og at det brandhæmmende materiale er en imprægneret stofsammensætning, der omfatter en glimmerholdig bestanddel, en fluoropolymerbestanddel og silicone.

2. Fiberoptisk kabel ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at fiberglastapen er vævet.

3. Fiberoptisk kabel ifølge krav 1 eller 2, k e n d e - t e g n e t ved, at stofsammensætningen omfatter mellem ca. 12 og 25 vægt-% polytetrafluorethylen, ca. 50-62 vægt-% glimmer og ca. 25-37 vægt-% silicone.

4. Fiberoptisk kabel ifølge krav 1-3, k e n d e t e g - n e t ved, at den glimmerholdige bestanddel er flogopit.

5. Fiberoptisk kabel ifølge et vilkårligt af kravene 1-4, k e n d e t e g n e t ved, at det yderligere omfatter et rørformet element (30), der er anbragt mellem nævnte kerne (25) og kernesvøbet (35), og som er fremstillet af et plastmateriale, og desuden omfatter et forstærkningssystem (36), der er indskudt mellem kernesvøbet og kappen (37), og hvilket omfatter styrkeelementer fremstillet af et dielektrisk materiale med et første flertal af styrkeelementer (42), der er relativt fleksible, og med et andet flertal af styrkeelementer (52), der har tilstrækkelig trykstivhed, og som er koblet tilstrækkeligt til kappen (37) til at tilvejebringe en komposit, som effektivt foregriber kontraktioner af kablet, hvilket første og an-

det flertal af styrkeelementer (42, 52) samvirker til at tilvejebringe kablet med en forudbestemt trækstivhed.

6. Fiberoptisk kabel ifølge krav 5, k e n d e t e g n e t ved, at hvert af de relativt fleksible forstærkningselementer (42) omfatter en glastråd med en trækstivhed på omkring 88 lbs. (400 N) pr. 1% forlængelse.

7. Fiberoptisk kabel ifølge krav 5 eller 6, k e n d e - t e g n e t ved, at nævnte forstærkningssystem (36) er anbragt i et indre lag (41) og i et ydre lag (50), hvor hvert af styrkeelementerne i det indre lag (41) omfatter glasfibertråde (42), der er imprægneret med et polyurethanmateriale, mens et flertal af styrkeelementer (52) i det ydre lag (50) er relativt ufleksible og stangformede, og er fremstillet af et glasmateriale, der er imprægneret med et epoxymateriale.

8. Fiberoptisk kabel ifølge krav 7, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte styrkeelementer (42) i nævnte indre lag (41) er viklet skrueformet omkring nævnte rørformede element (30).

9. Fiberoptisk kabel ifølge krav 7 eller 8, k e n d e - t e g n e t ved, at nævnte styrkeelementer (52) i det ydre lag (50) er viklet skrueformet omkring nævnte styrkeelementer (42) i det indre lag (41).

10. Fiberoptisk kabel ifølge et vilkårligt af kravene 7-9, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte indre og ydre lag (41, 50) er viklet i skrueform omkring nævnte rørformede element (30) i modsatte retninger.

11. Fiberoptisk kabel ifølge krav 7, k e n d e t e g - n e t ved, at nævnte styrkeelementer er anbragt omkring kernen uden tilsigtet slåning.

12. Fiberoptisk kabel ifølge et vilkårligt af kravene 1-4, k e n d e t e g n e t ved, at det desuden omfatter et rørelement (57) af plast og anbragt mellem kernen (25) og nævnte kernesvøb (58), samt et forstærkningssystem (60, 64) fremstillet af metalliske tråde og indeholdt i nævnte plastkappe (62, 66).

13. Fiberoptisk kabel ifølge et vilkårligt af kravene 1-4, k e n d e t e g n e t ved, at nævnte optiske fibre (74) er buffer-coated, og at nævnte kerne (72) inkluderer et forstærkningssystem, der omfatter et centralt element (75) og fyldgarn (76).

14. Fiberoptisk kabel ifølge krav 13, k e n d e t e g - n e t ved, at det yderligere fyldgarn (76) i styrkeelementet er anbragt mellem nævnte kernesvøb (77) og plastkappen (78).

15. Fiberoptisk kabel ifølge et vilkårligt af kravene 1-4, k e n d e t e g n e t ved, at kernen (82) indeholder et kanaleret styrkeelement (84) med furer (90) til at modtage nævnte optiske fibre.

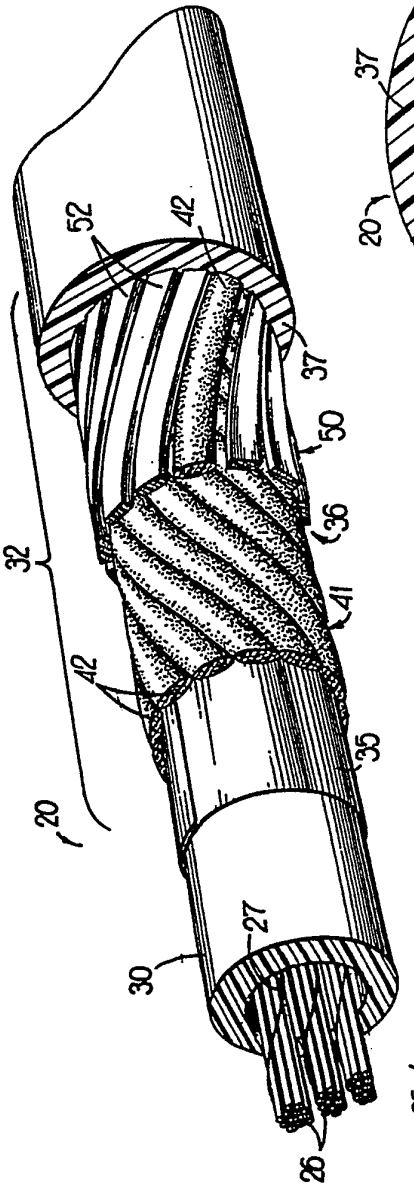


FIG 1

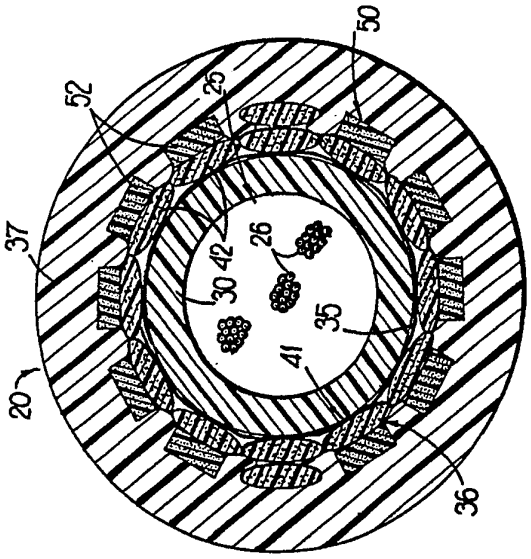


FIG 2

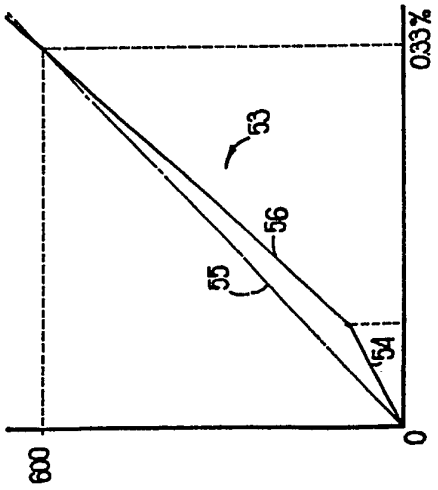


FIG 6

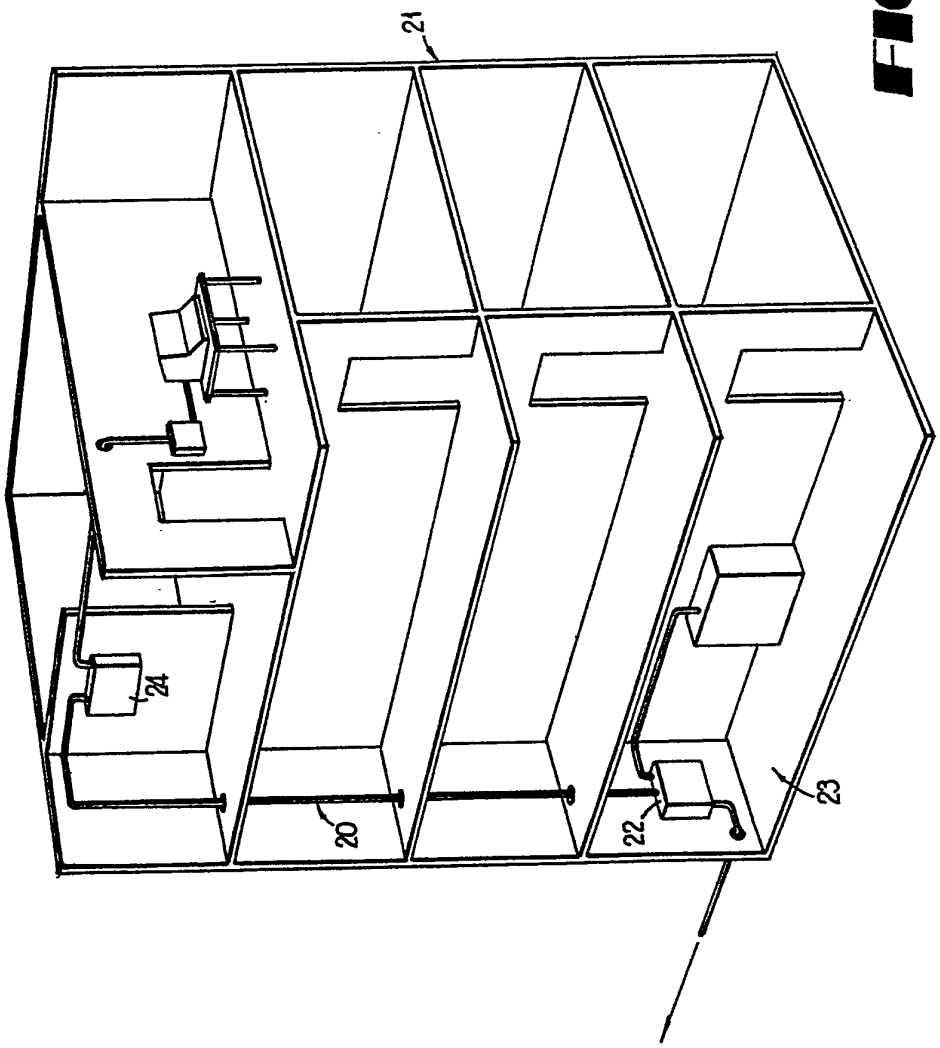


FIG 3

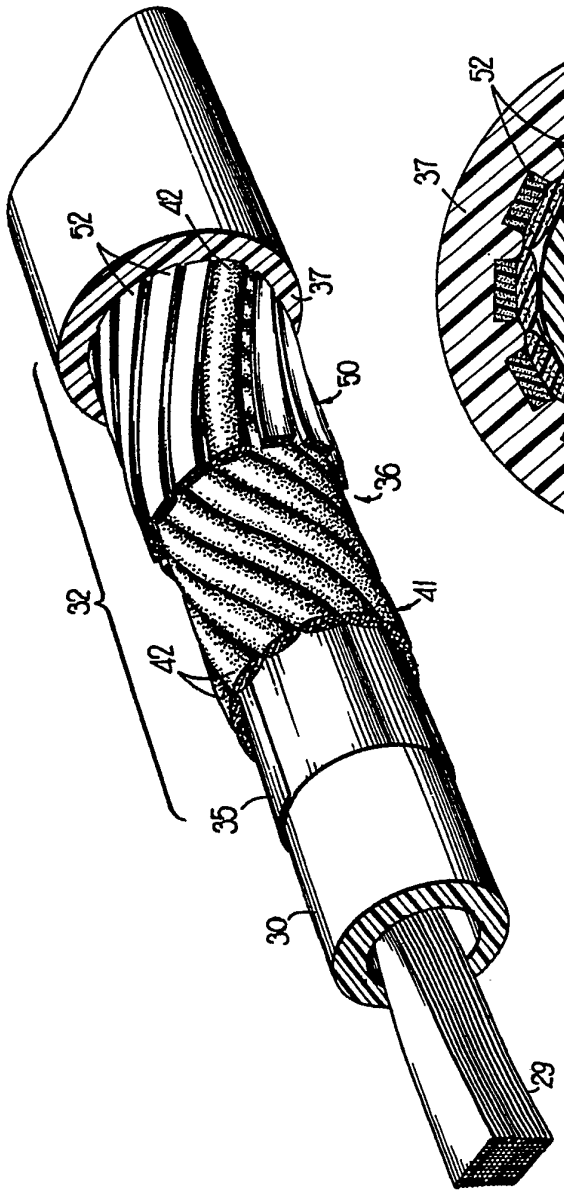


FIG 4

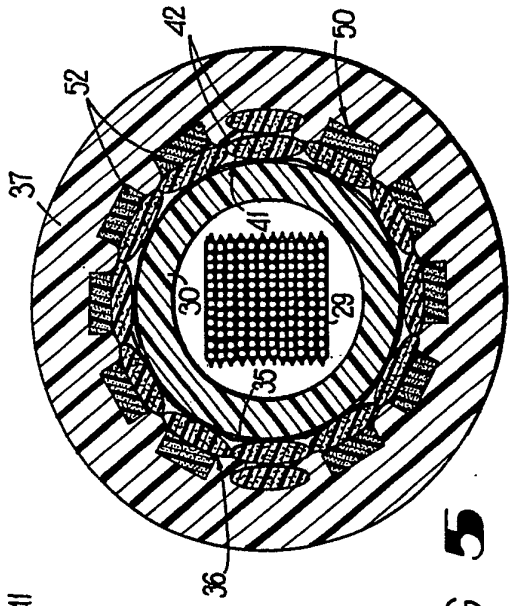


FIG 5

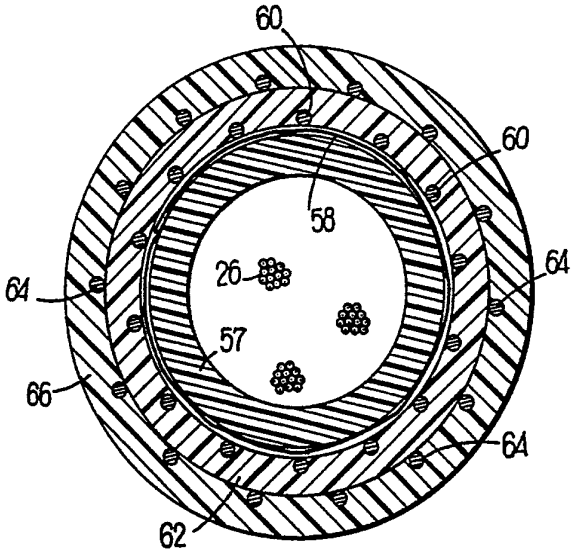


FIG 7

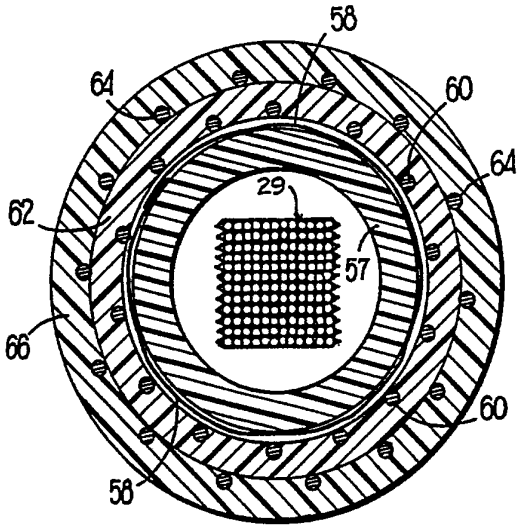


FIG 8

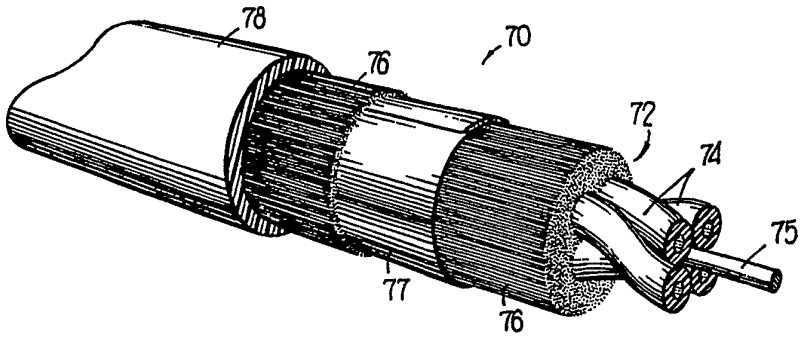


FIG 9

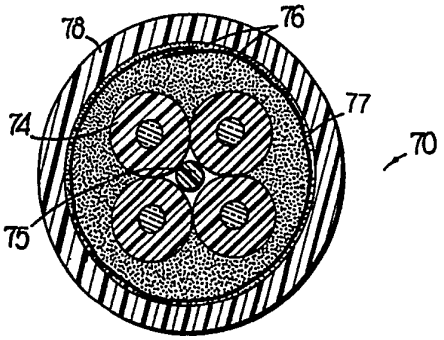


FIG 10

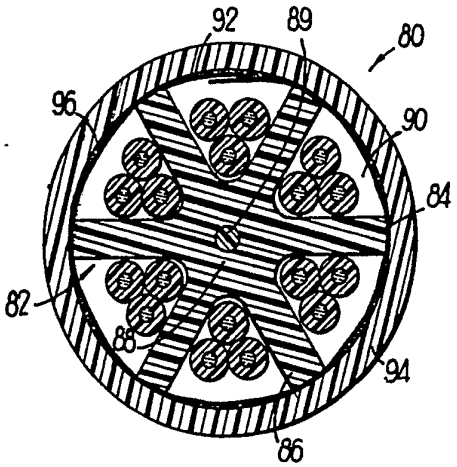


FIG 11