



Patentdirektoratet
TAASTRUP

(21) Patentansøgning nr.: 0890/86

(51) Int.Cl.6

G 02 B 6/44

(22) Indleveringsdag: 26 feb 1986

(41) Alm. tilgængelig: 27 aug 1986

(45) Patentets meddelelse bkg. den: 13 feb 1995

(86) International ansøgning nr.: -

(30) Prioritet: 26 feb 1985 IT 19654/85

(73) Patenthaver: SOCIETA' *CAVI PIRELLI SOCIETA PER AZIONI; Piazzale Cadorna 5; 20123 Milano, IT

(72) Opfinder: Paolo Gazzana *Priaroggia; IT

(74) Fuldmægtig: Lehmann & Ree A/S

(54) Undersøisk optisk fiberkabel til telekommunikation

890-86

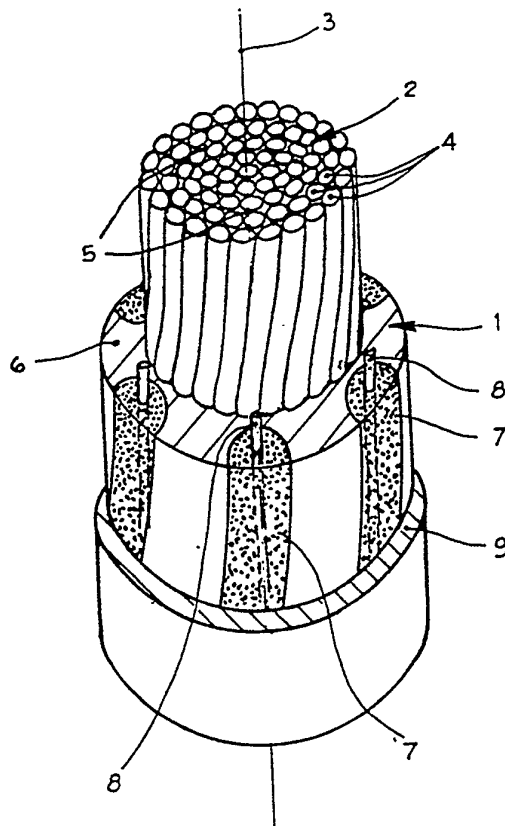
(56) Fremdragne publikationer

GB offentl.skr. nr. 2064811

(57) Sammendrag:

890-86

Det undersøiske fiberoptiske telekommunikationskabel er forsynet med en plastkappe (9), som omslutter en plastkerne (1), der på sin ydre overflade er forsynet med riller (7), som er fyldt med et usammentrykkeligt fluid, og hvori de optiske fibre (8) er løst beliggende. Den eneste mekanisk modstandsdygtige armering, som kablet har, udgøres af et tov (20), som indtager den radialt inderste position af kablet.



Den foreliggende opfindelse angår et undersøisk fiberoptisk telekommunikationskabel, som er egnet til at lægges og drives selv på store havdybder.

Undersøiske fiberoptiske telekommunikationskabler er udsat for meget store mekaniske spændinger, men de optiske fibre beliggende inden i dem er yderst sarte og kan ikke tåle selv et minimum af mekaniske spændinger. Optiske fibre er nemlig skøre og knækker derfor let. Endvidere kan tilstedeværelsen af eventuelle mekaniske spændinger i dem, selv spændinger af lille størrelse, forårsage en dæmpning af de overførte signaler. Eventuelt brud på de optiske fibre og dæmpninger af de overførte signaler vil betyde, at kablet sættes ud af drift.

Hovedfaktorerne, som giver anledning til mekaniske spændinger i undersøiske optiske fiberkabler, er følgende:

undervandmilieuet, hvori kablet er fremstillet til at fungere, udøver et hydrostatisk tryk, som vokser, hvis havdybden vokser,

læggeoperationen frembringer mekaniske spændinger i kablet, som vokser, når læggedybden bliver større på grund af den forøgede vægt af den pågældende kabellængde under operationen,

temperaturvariationerne, som kablet kan udsættes for under dets transport fra fremstillingsstedet til læggezonen, giver anledning til mekaniske spændinger i kappen hidrørende fra den termiske udvidelse af kernen i forhold til den termiske udvidelse af kappen på grund af forskellene i materialerne, hvoraf disse elementer i de kendte kabler består.

De kendte undersøiske kabler er forsynet med et metallisk mekanisk modstandsdygtigt styrkeorgan og en kontinuerlig metalkappe, som er anbragt omkring kabelkernen for at beskytte de deri anbragte optiske fibre.

Eksempler på de kendte undersøiske fiberoptiske kabler til telekommunikation er dem, der er beskrevet i GB patentskrift nr. 2.021.282 og 2.064.811 og i australsk patentansøgning nr. 74.368 A/81.

I de kendte kabler medfører tilstedeværelsen af en metalkappe og af et mekanisk modstandsdygtigt styrkeorgan omkring kernen, hvori de optiske fibre er beliggende, en betydelig bøjningsstivhed.

Dette skyldes både, at styrkeorganet og metalkappen i sig selv er bøjningsstive elementer, og tillige at de er anbragt i afstand fra kablets længdeakse, som danner den neutrale bøjningsakse for

dem.

I praksis kan denne bøjningsstivhed endvidere vise sig at være helt uakceptabel i det tilfælde, hvor de kendte undersøiske optiske fiberkabler anvendes på store dybder, f.eks. på over 1000 meter. Når
5 læggedybden forøges, kan det mekanisk modstandsdygtige styrkeorgan, hvis dimensioner skal forøges for at muliggøre, at kablet modstår de større udøvede påvirkninger, kun forøges ved at tilføje metalliske materialer på ydersiden af kablet og dermed på et sted, som er endnu længere borte fra den neutrale bøjningsakse.

10 Følgelig frembyder de kendte kabler vanskeligheder ved håndtering og lægning af dem på grund af deres store stivhed.

Formålet med den foreliggende opfindelse er at tilvejebringe undersøiske fiberoptiske telekommunikationskabler, som sammenlignet med de kendte undersøiske kabler og ved en paritet af deres læggedybde har en større bøjelighed, en mindre vægt pr. længdeenhed og
15 ikke er udsat for beskadigelser, når de udsættes for eventuelle temperaturvariationer under deres transport.

Den foreliggende opfindelse angår således et undersøisk fiberoptisk telekommunikationskabel omfattende en cylindrisk kerne, på
20 hvis ydre overflade der findes skrueformede riller, som er fyldt med en usammentrykkelig væske, og i hver af hvilke riller der ligger mindst én optisk fiber, et styrkeorgan dannet af et tov af trådformede elementer, og hvis akse er sammenfaldende med kabelaksen, hvilket styrkeorgan er indlejret i kernen, og en kappe, som omslutter kernen, og det for kablet ifølge opfindelsen ejendommelige
25 er, at kablet omfatter kun én kappe, hvilken kerne er fremstillet af plastmateriale, at kernen er fremstillet af plastmateriale, at tovet er et snoningsbalanceret tov med et tværsnit på ikke under 50 mm^2 , hvilket tov er det eneste mekanisk modstandsdygtige styrkeelement i
30 kablet, og at mellemrummene mellem de trådformede elementer i tovet er fyldt med en usammentrykkelig væske.

Det kompakte snoningsbalancerede tov, som danner styrkeorganet i et undersøisk kabel ifølge opfindelsen, er bestemt til i det væsentlige at modstå trækspændinger under læggeoperationen, og dets
35 tværsnit er ikke under 50 mm^2 .

I et kabel ifølge opfindelsen kan de optiske fibre endvidere være løst beliggende i små rør fyldt med en usammentrykkelig væske, og som er beliggende i kernerillerne, der også er fyldt med én usammentrykkelig væske.

Som et alternativ kan kabelkappens plastmateriale træde ind i rillerne, indtil de udfylder dem, idet der dannes ribber, som antager et profil, der er komplementært til profilet af de små rør.

Opfindelsen skal herefter forklares nærmere under henvisning
5 til tegningen, der viser et perspektivisk billede af en udførelsesform for et undersøisk kabel ifølge opfindelsen, hvor dele er fjernet for bedre at vise kabelstrukturen.

Som vist på tegningen omfatter kablet en cylindrisk plastkerne 1, der omslutter og er fastgjort til et styrkeorgan 2, som er
10 anbragt på en sådan måde, at det optager den radialt inderste position af kernen, og akse i styrkeorganet 2 er sammenfaldende med kablets langsgående akse 3.

Styrkeorganet 2 er bestemt og dermed dimensioneret til i det væsentlige at modstå alle de trækspændinger, som udøves på kablet
15 under læggeoperationerne.

Specielt er styrkeorganet 2 dannet af et kompakt snoningsbalanceret tov, hvis tværsnit er ikke under 50 mm^2 , og som er dannet af filamenter 4 fremstillet af et materiale, der har en høj mekanisk modstand mod trækkræfter, som f.eks. stål, aromatiske polyamider og
20 carbonfibre.

Filamenterne 4 i tovet 2 er anbragt skruelinieformet i koaksialt over hinanden liggende lag, og viklingsretningen af filamenterne i et lag er fortrinsvis modsat viklingsretningen af filamenterne i det hosliggende lag.

25 Med denne anbringelse af filamenterne 4 opstår der ikke snoinger af tovet 2, når det udsættes for trækkræfter, og det frembyder en god bøjelighed. Mellemrummene 5, som findes mellem filamenterne 4, er fyldt med en praktisk taget usammentrykkelig væske, som f.eks. vaseline, silikonefedt og lignende.

30 Et plastlag 6 er anbragt omkring tovet 2.

På den ydre overflade af laget 6, som repræsenterer den ydre overflade af kabelkernen 1, findes der skruelinieformede riller 7, der efter ønske kan have enten en lukket skruelinieformet eller en åben skruelinieformet konfiguration, idet der med dette udtryk menes, at forløbet af hver rille omfatter skiftevis S-formede længder
35 og Z-formede længder.

I rillerne 7 er optiske fibre 8 løst anbragt, og rillerne er fuldstændigt fyldt med den samme praktisk taget usammentrykkelige væske, hvormed mellemrummene 5 mellem de trådformede elementer 4 i

tovet 2 er fyldt.

Endvidere har rillerne 7 en bredde ved den ydre overflade af laget 6 såvel som en dybde på ikke over 5 mm.

Plastmateriale til udførelse af laget 6 kan udvælges f.eks. blandt polyolefiner, f.eks. polyethylen og polypropylen eller blandt aliphatiske polyamider og lignende.

Fortrinsvis er laget 6 en aliphatisk polyamid, da dette materiale bevirker, at kablets plastkerne bliver mindre kontrakttil radialet under indvirkning af hydrostatisk tryk. På denne måde undgås langs kablet eventuelle fremkommende minimale variationer i dimensionerne af rillerne 7 og eventuelle langsgående bevægelser af den sammentrykkelige væske, som fylder dem, af denne årsag.

Kabelkernen 1 er omgivet af en kappe 9, som kan være fremstillet af et andet plastmateriale end det, der anvendes til laget 6, hvilken kappe omslutter rillerne 7 og er anbragt i direkte kontakt med den ydre overflade af plastlaget 6.

Til dannelse af kabelkappen 9 kan der f.eks. anvendes polyolefiner, såsom polyethylen og polypropylen, aliphatiske polyamider og lignende. Fortrinsvis er kappen 9 fremstillet af en aliphatisk polyamid.

Endelig kan en ombinding af plastbånd være indskudt mellem laget 6 og plastkappen 9 i kablet, når der på fremstillingstidspunktet for dette frygtes lækage af den usammentrykkelige væske fra rillerne 7 i tidsrummet, før plastkappen påføres over kabelkernen.

På plastkappen 9 kan der anbringes andre ikke viste elementer, som f.eks. beskyttelsesmidler mod pæleorm af i og for sig kendt type, eventuelle viklinger af godt elektrisk ledende metalbånd (enten isoleret eller ikke), men i praksis må ingen af disse elementer ved deres tilstedeværelse danne enten en vandtæt metalkappe eller et mekanisk modstandsdygtigt styrkeorgan for kablet.

På denne måde er et kabel ifølge opfindelsen fri for en hvilken som helst vandtæt metalkappe eller et hvilket som helst styrkeorgan, der er mekanisk modstandsdygtig overfor spændinger og anbragt radialet udvendigt i forhold til selve kablets kerne, og således at det omgiver den zone, hvor de optiske fibre er anbragt.

I henhold til en alternativ udførelsesform (ikke vist) er de optiske fibre 8 løst beliggende i små rør fremstillet f.eks. af plast eller andre materialer og fyldt med en usammentrykkelig væske, og som er anbragt i rillerne 7 i kernen 1. Eventuelle mellemrum i

rillerne 7, som er efterladt tomme af de små rør, er enten også fyldt med en usammentrykkelig væske eller fyldt med plastmaterialet i kappen 9. I dette tilfælde frembyder kablets plastkappe 9 i overensstemmelse med rillerne 7 ribber med et profil, der har en
5 form, som er komplementær til formen af de små rør.

Som en yderligere alternativ ikke vist udførelsesform kan kabelstyrkeorganet 2 bestående af et kompakt snoningsbalanceret tov omfatte et langsgående metalelement med høj elektrisk konduktivitet, som er egnet til at danne en elektrisk leder for at tillade fødnings
10 af de optoelektroniske forstærkere for signalerne, der overføres af de optiske fibre, hvilke forstærkere er anbragt langs kablet.

Eksempelvis omfatter det langsgående metalelement med en høj elektrisk konduktivitet mindst én tilsluttet kobbertråd, som enten er indlagt i eller viklet omkring tovet, der danner styrkeorganet 2
15 i kablet.

Returlederen kan være havet.

Som et alternativ kan returlederen udgøres af en kombination af havet og af et godt elektrisk ledende metalbånd, som er viklet omkring kappen.

I henhold til en anden alternativ variation udgøres returlederen af et godt elektrisk ledende metalbånd, der er indskudt mellem kernen og kablets plastkappe eller af et godt elektrisk ledende metalbånd, som er indlagt i kabelkappen.

I en yderligere udførelsesform, som gælder for det tilfælde, hvor kabelstyrkeorganet ikke er forsynet med et langsgående metalelement med høj elektrisk konduktivitet, kan fødnings
25 af de optoelektroniske forstærkere ske over et elektrisk kredsløb, der omfatter et godt elektrisk ledende isoleret metalbånd, som er viklet omkring kappen under anvendelse af havet som returleder.

Uanset konfigurationen af de ovenfor nævnte godt elektrisk ledende metalbånd (enten isoleret eller ikke) anbragt enten under eller inden i kablets plastkappe må de imidlertid hverken danne en vandtæt metalkappe eller et mekanisk modstandsdygtigt styrkeorgan
30 for kablet.

Af den ovenstående beskrivelse og ud fra de følgende betragtninger vil det forstås, at de tilsigtede formål kan opnås ved hjælp af kablet ifølge opfindelsen.

I de undersøgte fiberoptiske telekommunikationskabler ifølge opfindelsen findes der ikke nogen metalliske mekanisk

modstandsdygtige elementer omkring kernen, hvori de optiske fibre er anbragt.

Det mekanisk modstandsdygtige styrkeorgan er nemlig anbragt i kablets radiale inderste zone tæt ved kablets langsgående akse, og kappen er fremstillet af plast og ikke af et eller andet metallisk materiale, som det er tilfældet i de kendte kabler af samme type.

Som følge heraf er bøjeligheden af kablerne ifølge opfindelsen større end bøjeligheden af de kendte kabler, både fordi det mekanisk modstandsdygtige styrkeorgan er anbragt udelukkende i nærheden af kablets langsgående akse, som er den neutrale bøjningsakse, og også fordi plastkappen er mere bøjelig end en metalkappe.

På denne måde er der opnået en reduktion af vægten pr. længdeenhed af kablet set i forhold til de kendte kabler.

Selv i fravær af et mekanisk modstandsdygtigt styrkeorgan omkring kernen, hvori de optiske fibre er anbragt, er der endvidere ikke nogen risiko at frygte, for at kabelstrukturen klapper sammen under indvirkning af hydrostatisk tryk, selv på store havdybder.

Modstanden mod det hydrostatiske tryk ved kablerne ifølge opfindelsen er nemlig sikret ved, at der ikke findes nogen mellemrum uden materiale i kabelstrukturen, idet både mellemrummene, som findes mellem de trådformede elementer i tovet, der danner det mekanisk modstandsdygtige styrkeorgan såvel som rørene, der rummer de optiske fibre, alle er fyldt med en praktisk taget usammentrykkelig væske. Endvidere hænger den radiale inderste overflade af plastkappen perfekt fast på kabelkernen uden at efterlade nogen mellemrum.

Desuden eliminerer fraværet af et mekanisk modstandsdygtigt styrkeorgan omkring kabelkernen den fare, som findes ved de kendte kabler, nemlig at det kan udøve sammentrykninger på kabelkernen og dermed forårsage spændinger i de optiske fibre, når styrkeorganet under læggeoperationen har tendens til at gribe kernen som følge af de indvirkninger af trækspændinger, som udøves på den.

I kabler ifølge opfindelsen er kappen fremstillet af plast og ikke af et metallisk materiale som i de kendte undersøiske fiberoptiske kabler.

I disse sidstnævnte har det hidtil været anset for uundgåeligt at have en kontinuerlig metallisk vandtæt kappe til at omgive den zone, som optages af de optiske fibre, for således at forhindre selv minimale spor af vand i at trænge ind i kablet og nå de optiske

fibre og således forårsage dæmpninger af de overførte signaler og brud.

I kablet ifølge opfindelsen er der til trods for tilstedeværelsen af en plastkappe, som ikke kan sikre samme tæthed som en
5 kontinuerlig metalkappe, i praksis ikke konstateret nogen af de ulemper, som frygtes for optiske fibre.

Endvidere bevirker elimineringen af den kontinuerlige og vandtætte metalkappe, som i kablerne ifølge opfindelsen er erstattet af
10 en plastkappe, at disse kabler er fri for de farer, som hidrører fra temperaturvariationerne, som et kabel kan udsættes for under dets transport fra fremstillingszonen til kabellægezone.

Ved sammenligning med en metalkappe har en kappe fremstillet af
plastmateriale nemlig en større mulighed for udvidelse. På grund af
15 udvideligheden af en plastkappe er der derfor ikke nogen fare for brud og revnedannelser, som har kunnet konstateres ved metalkapper, når termiske udvidelser af komponenterne indesluttet i kappen forårsages af en hvilken som helst mulig temperaturforøgelse, som kan forekomme, fordi kablerne direkte udsættes for solen.

20

25

30

35

P A T E N T K R A V.

1. Undersøisk fiberoptisk telekommunikationskabel omfattende en cylindrisk kerne (1), på hvis ydre overflade der findes skruelinieformede riller (7), som er fyldt med en usammentrykkelig væske, og i hver af hvilke riller der ligger mindst én optisk fiber (8), et styrkeorgan dannet af et tov (2) af trådformede elementer (4), og hvis akse (3) er sammenfaldende med kabelaksen, hvilket styrkeorgan er indlejret i kernen (1), og en kappe (9), som omslutter kernen (1), k e n d e t e g n e t ved, at kablet omfatter kun én kappe (9), hvilken kerne er fremstillet af plastmateriale, at kernen er fremstillet af plastmateriale, at tovet (2) er et snoningsbalanceret tov med et tværsnit på ikke under 50 mm^2 , hvilket tov er det eneste mekanisk modstandsdygtige styrkeelement i kablet, og at mellemrummene (5) mellem de trådformede elementer (4) i tovet (2) er fyldt med en usammentrykkelig væske.

2. Undersøisk fiberoptisk telekommunikationskabel ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at kablets plastkappe (9) er fremstillet af et plastmateriale udvalgt blandt grupperne af polyolefiner og aliphatiske polyamider.

3. Undersøisk fiberoptisk telekommunikationskabel ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at plastkappen (9) træder ind i rillerne (7) for derved at danne ribber.

4. Undersøisk fiberoptisk telekommunikationskabel ifølge krav 3, k e n d e t e g n e t ved, at ribberne har et profil, som komplementerer profilet af et lille rør indsat i de skruelinieformede riller (7), og som løst rummer mindst én optisk fiber (8), hvilket lille rør er fyldt med en usammentrykkelig væske.

5. Undersøisk fiberoptisk telekommunikationskabel ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at de skruelinieformede riller i den cylindriske plastkerne (1), som omslutter styrkeorganet, hvilke riller (7) er fyldt med en usammentrykkelig væske, har en bredde samt en dybde, der er ikke over 5 mm.

6. Undersøisk fiberoptisk telekommunikationskabel ifølge krav 5, k e n d e t e g n e t ved, at de skruelinieformede riller (7) optager mindst et lille rør fyldt med en usammentrykkelig væske, hvori mindst én optisk fiber (8) er løst beliggende, og at rummet mellem røret og rillen (7) også er fyldt med en usammentrykkelig væske.

7. Undersøisk fiberoptisk telekommunikationskabel ifølge krav 1, k e n d e t e g n e t ved, at styrkeorganet omfatter et langsgående metalelement, der har en høj elektrisk konduktivitet.

5 8. Undersøisk fiberoptisk telekommunikationskabel ifølge krav 7, k e n d e t e g n e t ved, at det metalliske element består af mindst én kobbertråd, der indgår i eller er viklet omkring tovet.

10

15

20

25

30

35

