



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **313607**

(13) B1

(51) Int Cl⁷ H 01 B 11/22, G 02 B 6/44

Patentstyret

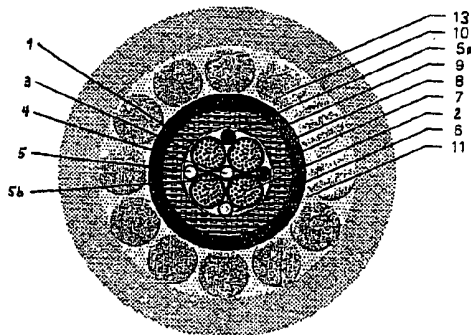
(21) Søknadsnr	19992393	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	1999.05.19	(85) Videreføringsdag	
(24) Løpedag	1999.05.19	(30) Prioritet	Ingen
(41) Alm. tilgj.	2000.11.20		
(45) Meddelt dato	2002.10.28		
(71) Patenthaver	Alcatel, 54, rue la Boétie, F-75008 Paris, FR		
(72) Oppfinner	Tom Harald Birkeland, Auli, NO		
	Tom Eirik Toften, Fauske, NO		
	Inge Vintermyr, Oslo, NO		
(74) Fullmektig	Tandbergs Patentkontor AS, 0306 Oslo		

(54) **Benevnelse** Optisk undervannskabel

(56) **Anførte publikasjoner** EP A1 0710862, EP B1 0321262, EP A3 0203538, GB 2240638, US 4676590

(57) **Sammendrag**

Oppfinnelsen angår en optisk undervannskabel med en hylse (8) og en kjerne. Den omfatter optiske fibre (1) som er omsluttet av et metallrør (3). Røret er plassert nær kabelens akse. Kabelen omfatter minst (2) metallrør 3 og rørene er SZ-tvunnet.



Foreliggende oppfinnelse angår en optisk undervannskabel med en kappe og en kjerne som omfatter optiske fibre som er innesluttet i rør nær kabelens akse og som er SZ-tvunnet.

5 Optiske kabler har en kjerne med optiske fibre, i de fleste tilfeller glassfiber belagt med ett eller flere lag av polymermateriale for beskyttelse og identifikasjon. Kabelkjernen er innesluttet i en armering laget av polymermateriale, for eksempel en polyolefin. For undervannskabler omfatter en vanlig design et sentralt løst rør rundt fibrene. Røret er utformet av et metallbånd og hermetisk forseglet ved sveising av
10 båndkantene. Det er plassert på kabelens akse og består av stål for å sikre høy beskyttelse av fibrene, spesielt mot hydrostatiske trykk på sjøbunnen.

Mellomrom i kjernen er generelt fylt med en vannavstøtende gelé for å unngå spredning av vann i lengderetningen hvis kabelen er skadet. I en annen vanlig design av kabler har et kjerneelement spor hvor fibrene er plassert, ofte som fiberbånd
15 bestående av flere fibre. En design med en kjerne med spor har den fordelen at et stort antall fibre kan legges inn i kjernen.

Kabler av ovennevnte type er kjent bl.a. fra EP 0 710 862, EP 0 321 262, EP 0 203 538, GB 2 240 638 og US 4 676 590.

Selv om stålrør gir best beskyttelse, kan rør med en typisk diameter på
20 3,7 mm gi rom for bare opptil omkring 45-50 fibre før de optiske egenskaper av fibrene avtar og den optiske demping øker. Hvis rørets diameter er øket mens man holder en konstant tykkelse av veggen, blir den mekaniske stabilitet verre. Det mulige området av rørdiametre for høytrykksmiljøer, for eksempel for anvendelse i dyp sjø, er derfor begrenset. Videre er det vanskelig å skjelne mellom et stort antall
25 løse fibre inne i et rør, spesielt med sikte på små fiberdiametre. Bruk av rør med forskjellige dimensjoner avhengig av kabeltypen kan være ufordelaktig pga. den tid det tar å skifte maskineri og forskjellige sveisingparametre på rørene. Det er derfor et mål for den foreliggende oppfinnelse å redusere ulempene og utvikle en kabel med et stort antall optiske fibre beskyttet av et metallrør. Et videre mål er å frembringe en
30 kabel med god fleksibilitet og lav diameter. Enda et mål for oppfinnelsen er å utvikle

en kabel hvor egenskapene av metallrøret kan være uavhengig av antall fibre inne i kabelen.

Ifølge oppfinnelsen omfatter kabelen minst to metallrør, og rørene er SZ-tvunnet.

5 En sentral ide ved oppfinnelsen er å inkludere mer enn ett metallrør i kjernen av kabelen. Fordi ikke mer enn ett rør kan plasseres i kabelens akse, må rørene være tvunnet sammen for å unngå skade når kabelen bøyes. Kjernen kan omfatte for eksempel 2, 3, 4 eller flere rør laget av et sterkt metall og tvunnet sammen med hverandre. Alternativt eller i tillegg kan ett eller flere lag av rør tvinnes rundt et
10 sentralt rør, en sentral gruppe av rør eller et annet sentralt element. Et sentralt rør kan også inneholde optiske fibre.

Antallet rør er valgt i henhold til det nødvendige antall optiske fibre. Som et resultat kan dimensjonen for rørene velges i henhold til de nødvendige mekaniske egenskaper. Rørenes dimensjoner er fortrinnsvis, skjønt ikke nødvendigvis, identiske,
15 slik at alle rørene kan fremstilles med samme maskineri uten endringer i fremstillingsparameterene. Antall fibre i hvert rør bør begrenses til omkring 50 eller mindre for et rør med diameter på 3,7 mm for å unngå reduksjon av de optiske egenskaper. Fibrene er plassert i rørene med definerte overskuddslengder for å unngå mekaniske påkjenninger pga. temperaturvariasjoner eller krefter på kabelen. De ytre
20 dimensjoner av kabelen varierer ubetydelig med antallet av innvendige rør. Rørene gir en mulighet for å gi rom for et stort antall sikkerhetsbeskyttede fibre i et lite volum. Plassering av fibrene i mer enn ett rør tillater lett identifisering av fibrene og små diametere for rørene.

Siden undervannskabler blir fremstilt med store lengder, er SZ-tvinning
25 nødvendig for å tillate en ubegrenset lengde av de tvinnede rør. Med en enkel retning av tvinning, er lengden begrenset til størrelsen på snellene for metallrør som kan være anordnet i tvinningmaskinen. Passende er en SZ-tvinning med omkring 5-7 lag før rotasjonsretningen reverseres. Avhengig av egenskapene og anordningen av rørene i kjernen og de nødvendige egenskaper for kabelen, er andre antall lag mulig.
30 Kjernen er fortrinnsvis utstyrt med en ytre innpakking for stabilisering av

standardenhetene, for eksempel et polyesterbånd. Over innpakningen er det ekstrudert en armering som består for eksempel av polyetylen.

I en foretrukket utførelse av oppfinnelsen er metallrøret et sveiset stålrør som er mekanisk robust og som tilbyr en sikker beskyttelse av fibrene.

5 Mellomrom i kjernen av kabelen er fortrinnsvis fylt med en vannavstøtende sammensetning som unngår spredning av vann inne i kabelen. Den vannavstøtende sammensetning kan også påføres den ytre overflate av innpakningen for å unngå spredning av vann mellom innpakning og armering.

For å sikre et rundt tverrsnitt av kabelen med veldefinert diameter for å
10 forbedre stabiliteten, omfatter kjernen fyllerelementer. Disse er plassert i spor og mellomrom mellom rørene for å resultere i et tilnærmet rundt tverrsnitt av kjernen. Fyllerelementer kan også erstatte ett eller flere rør i kjernen. I dette tilfellet er diameteren av fyllerelementet identisk med diameteren av røret som den erstatter. Et passende materiale for fyllerelementer er polyetylen som har en begrenset
15 fleksibilitet og tilstrekkelig lav sammenpressbarhet til å motstå hydrostatiske trykk.

I en fordelaktig utførelse av oppfinnelsen er minst ett fyllerelement optisk gjenkjennbart fra et annet fyllerelement. Fortrinnsvis er ett eller flere fyllerelementer med forskjellige farger eller merker brukt. Fyllerelementene er plassert i et definert forhold til rørene og tillater derfor identifisering av de individuelle rør.

20 Fordi stålrørene har en forholdsvis høy spesifikk elektrisk motstand, omfatter kjernene av kablene minst én bar leder med lav elektrisk motstand, så som et kopperbånd eller en koppertråd. Hvis armeringen på kabelen blir skadd, kan en strøm mates langs lederen for detektering med en sonde som blir beveget langs kabelen for å lokalisere det skadede segment. Det er mulig at en kopperleder er et fyllerelement.

25 Spesielt i grunt vann med en dybde på opptil flere hundre meter blir en kabel ofte utsatt for slagkrefter som kan for eksempel være forårsaket av fiskeutstyr. For å unngå skade er kabelen fortrinnsvis utstyrt med en armering som kan bestå av ett eller flere lag av stålwire tvunnet rundt hylsen. Antallet tråder avhenger av den nødvendige beskyttelse, den akseptable vekt og diameter for kabelen. Om ønsket kan
30 et beskyttelseslag bestående av for eksempel impregnert papir plasseres mellom hylsen og armeringen. Hvis hylsen har tilstrekkelig tykkelse kan beskyttelseslaget

utelates. For å unngå korrosjon er ståltrådene galvanisert med sink, og deres mellomrom og overflater er dekket med bitumen i en foretrukket kabel.

For beskyttelse av armeringen består en fordelaktig kabel av en ytre kappe. Kappen kan bestå av ett eller flere lag av polymergarn, spesielt polypropylengarn, hvor i det minste det innerste lag av armeringen er fylt med vanntett materiale så som bitumen. Alternativt er kappen en kompakt hylse bestående av et polymermateriale lik polypropylen, polyuretan eller polyetylen.

De ovenstående og andre mål, trekk og fordeler ved den foreliggende oppfinnelse, vil fremgå bedre i den følgende detaljerte beskrivelse av foretrukne utførelser som illustrert i tegningene, hvor figur 1 viser et tverrsnitt av en kabel ifølge oppfinnelsen, figur 2 viser et tverrsnitt av en alternativ utførelse, figur 3 viser et tverrsnitt av en alternativ utførelse av en kabelkjerne, og figur 4 viser et tverrsnitt av en annen alternativ utførelse av en kabelkjerne.

Kablene illustrert på figurene 1 og 2 har kjerner med de samme elementer og er forskjellig bare i design av hylsen og armeringen.

Kjernen i kablene på figur 1 omfatter 192 glassfibre 1, for eksempel enkelte eller flermodus fibre som har ytre belegg med minst ett, generelt to eller tre lag av polymermateriale og en total diameter på 0,25 mm. Fibrene 1 er plassert i sveiset stålør 3 som er fylt med en vannblokkerende sammensetning 2, dvs. et vannavstøtende materiale. Fibrene 1 inne i et rør 3 kan skjernes ved forskjellige farger på deres polymerbelegg og forskjellige merker. Hvert av de fire rørene 3 i det beskrevne eksempel har en ytre diameter på rundt 3,7 mm og en veggtykkelse i området 0,2 mm, og inneholder flere fibre 1. I dette tilfellet kan omtrent 48 fibre 1 rommes i et enkelt rør 3 mens den optiske demping øker for et større antall. For kabel med et totalt antall fibre 1 mellom 49 og 144, kan ett eller flere rør 3 erstattes med fyllerelementer.

Passende diametere for rørene 3 er i området 1-8 mm. For eksempel, en større ytre diameter på 5,6 mm gir rom for 96 fibre i et enkelt rør 3 uten øket optisk demping. Hvis røret 3 er anordnet som i figur 1, tilsvarer dette en kjerne med et totalt antall på 384 fibre, dvs. med en 50 % økning i den ytre diameter av kjernen kan

antall fibre dobles. Den tillatte diameter av røret 3 avhenger i hovedsak av kreftene i kabelens miljø.

Rørene 3 er tvunnet rundt et sentralt fyllerelement 4 på kabelens akse. Tvinningen unngår skade på rørene 3 og fibre 1 hvis kablene er plassert på en kabelsnelle. Rørene 3 er SZ-tvunnet med for eksempel fem eller seks lag i en første rotasjonsretning før rotasjonsretningen reverseres. Ytterligere fyllerelementer 5 er plassert i de ytre spor mellom stålrørene 3 for å skape et tilnærmet rundt tverrsnitt for kjernen og å stabilisere enheten. To fyllerelementer 5a, 5b i sporene mellom rørene 3 er farget for eksempel rød og blå, for å kunne skjelnes. Siden de er plassert i fast forhold til røret 3, tillater dette en utvetydig identifisering av de individuelle rør 3. Alternativt eller i tillegg kan ett eller flere fyllerelementer 5a være kopplerledere som også kan skjelnes fra polyetylen fyllerelementene 5b og tillate mating av en elektrisk strøm gjennom kabelen. Hvis kabelen blir skadet kan strømmen detekteres med en strømfølsom sonde som beveges gjennom sjøen i nærheten langs kabelen for å lokalisere den skade seksjon.

De gjenværende mellomrom i kjernen blir fylt med et vannavstøtende materiale 6 for vannblokkering. Den ytre overflate av kjernen er utstyrt med en pakning 7, for eksempel et polyesterbånd. En hylse 8 som består fortrinnsvis av polyetylen omslutter kjernen. For å unngå spredning av vann mellom pakningen 7 og kjernen 8, kan et vannavstøtende materiale 6 også plasseres på den ytre overflate av innpakningen.

Som vist på figurene 1 og 2 kan armeringen av kabelen bestå av ett eller to lag av galvanisert ståltråd 10, 12 med foretrukket diameter i området 3-6 mm, avhengig av den nødvendige beskyttelse. For å beskytte hylsen 8 kan et beskyttelseslag 9 plasseres mellom hylsen 8 og trådene 10 av armering. I mange tilfeller kan et beskyttelseslag 9 utelates, spesielt hvis tykkelsen av hylsen 8 er tilstrekkelig høy som på figur 2. Et fyllermateriale 11, for eksempel bitumen, fyller mellomrommene i armeringen.

En ytre kappe 13 som består av lag av polypropylen garn beskytter armeringen mot skade. I det minste det innerste lag av kappen 13 er fylt med

fyllingsmaterialet 11 for å utelukke at vann kommer i kontakt med armeringstrådene 10 og 12.

Figurene 3 og 4 viser tverrsnitt av forskjellige kjerner for kabler ifølge oppfinnelsen. Kjernene kan utstyres med armering som beskrevet ovenfor. For å forenkle tegningene er bare anordningen av rørene inne i kjernen vist. Kjernene kan imidlertid også omfatte optiske fibre, vannblokkerende materiale inne i og mellom rørene og om ønsket elektriske ledere og/eller fyllerelementer som beskrevet ovenfor.

For figur 3, er metallrør 20, 21 med forskjellige størrelser brukt. På denne måten vil et tilnærmet rundt tverrsnitt av kjernen oppnås uten fyllere. Tre større rør 20 med en ytre diameter på for eksempel 5,6 mm kan inneholde 96 fibre hver, mens mindre rør 21 med en ytre diameter på 3 mm er passende for å gi rom for 36 fibre hver. På denne måten omfatter kjernen 396 fibre mens den totale diameter er forholdsvis liten. Kjernen er utstyrt med en innpakning 22 og en hylse 23.

På figur 4 er det sentrale element i kabelen et rør 30 med en ytre diameter på for eksempel 5,6 mm som kan inneholde opptil 96 fibre. Røret 30 er utstyrt med et ytre lag 31 av en ekstrudert polymer så som polyetylen eller et bånd viklet rundt røret 30. Åtte rør 32 med en diameter på 3,7 mm er SZ-tvunnet rundt et sentralt rør 30. Med 48 fibre i hvert ytre rør 32 inneholder kjernen totalt 380 fibre. En innpakning 33 og en hylse 34 omslutter kjernen.

De ovenstående utførelser dekker vel målene for oppfinnelsen. Man vil imidlertid forstå at avvik kan gjøres av fagfolk i teknikken uten å avvike fra omfanget av oppfinnelsen som er begrenset bare ved kravene.

P a t e n t k r a v

1. Optisk undervannskabel med en kappe (8) og en kjerne som omfatter optiske fibre (1) som er innesluttet i rør nær kabelens akse og som er SZ-tvunnet, **karakterisert ved** at rørene er sveiste stålrør (3) fylt med en vannblokkerende sammensetning (2), at fyllerelementer (5) er anordnet mellom stålrørene (3) for å frembringe et tilnærmet sirkulært kjernetverrsnitt, at kappen (8) omslutter kjernen, idet mellomrommene er fylt med et vannavstøtende materiale (6), at minst et

armeringslag av galvanisert ståltråd (10, 12) beskytter kappen (8), og at armeringslaget er innesluttet i en ytre kappe (13).

2. Kabel ifølge det foregående krav, **karakterisert ved** at de sveiste stålrørene er SZ-tvunnet omkring et midtre fyllelement (4) og danner minst et lag.

5 3. Kabel ifølge de foregående krav, **karakterisert ved** at minst et fyllelement (5a) er optisk gjenkjennelig i forhold til et annet fyllelement (5b).

4. Optisk undervannskabel med en kappe (8) og en kjerne som omfatter optiske fibre (1) som er innesluttet i rør nær kabelens akse og som er SZ-tvunnet, **karakterisert ved** at rørene er sveiste stålrør (3) fylt med en vannblokkerende sammensetning (2), at noen sveiste stålrør (21) er anordnet mellom de andre sveiste stålrør (20) for å frembringe et tilnærmet sirkulært kjernetverrsnitt, at kappen (8) omslutter kjernen, idet mellomrommene er fylt med et vannavstøtende materiale (6), at minst et armeringslag av galvanisert ståltråd (10, 12) beskytter kappen (23), og at armeringslaget er innesluttet i en ytre kappe (13).

15 5. Optisk undervannskabel med en kappe (8) og en kjerne som omfatter optiske fibre (1) som er innesluttet i rør nær kabelens akse og som er SZ-tvunnet, **karakterisert ved** at rørene er sveiste stålrør (3) SZ-tvunnet omkring et midtre sveist stålrør (30), at rørene er fylt med en vannblokkerende sammensetning (2) og danner en kjerne med i det vesentlige sirkulært tverrsnitt, at kappen (34) omslutter kjernen, idet mellomrommene er fylt med et vannavstøtende materiale (6), at minst et armeringslag av galvanisert ståltråd (10, 12) beskytter kappen (23), og at armeringslaget er innesluttet i en ytre kappe (13).

20 6. Kabel ifølge krav 5, **karakterisert ved** at kjernen omfatter en leder med liten elektrisk motstand.

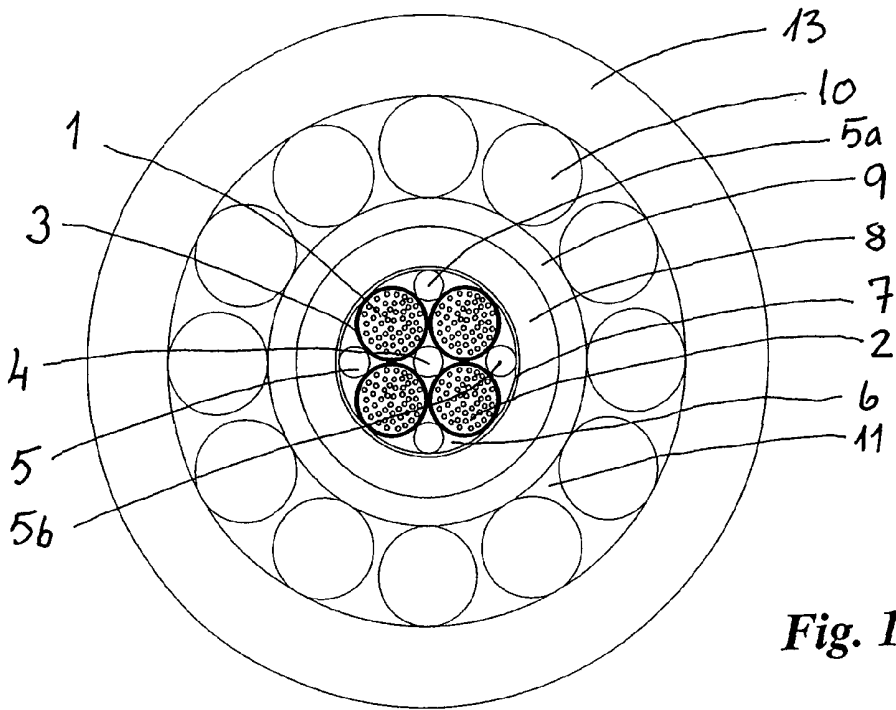


Fig. 1

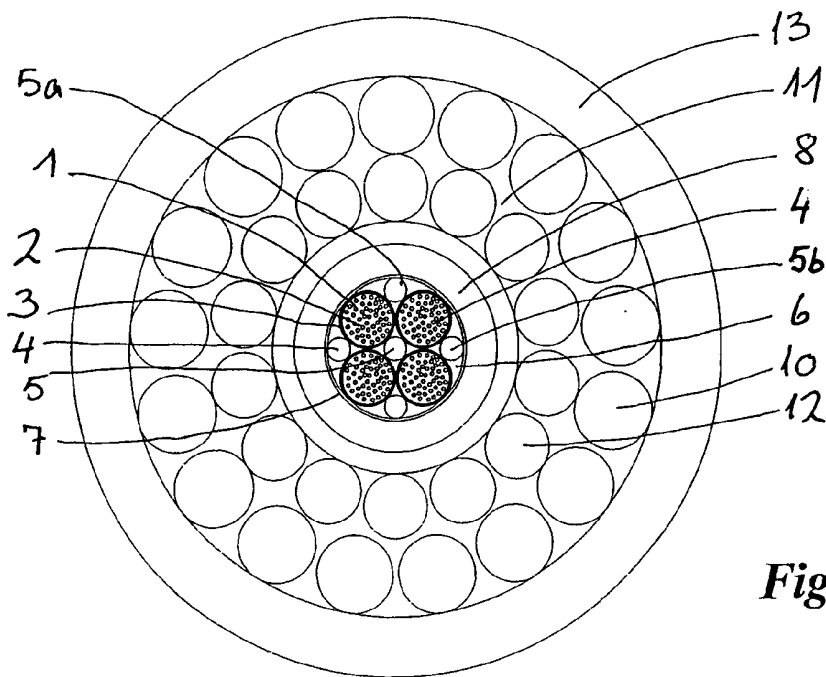


Fig. 2

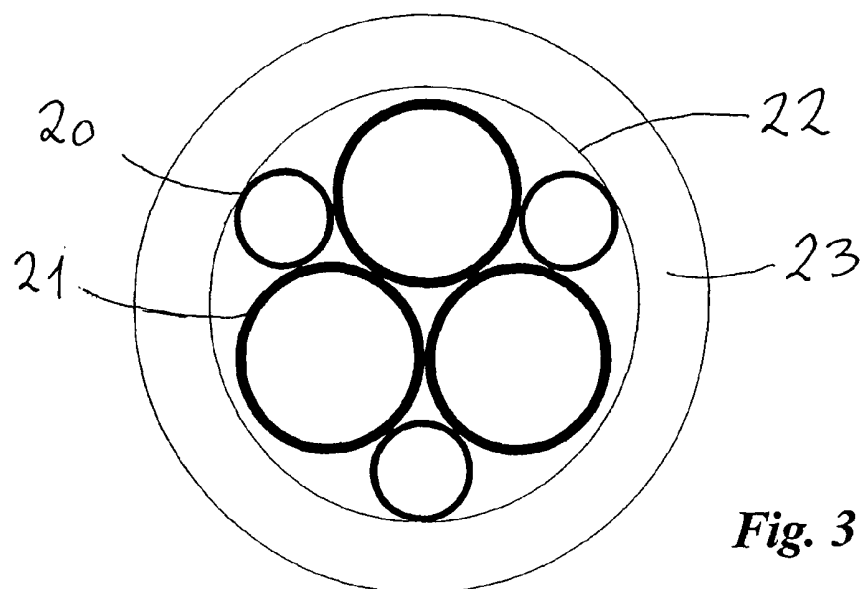


Fig. 3

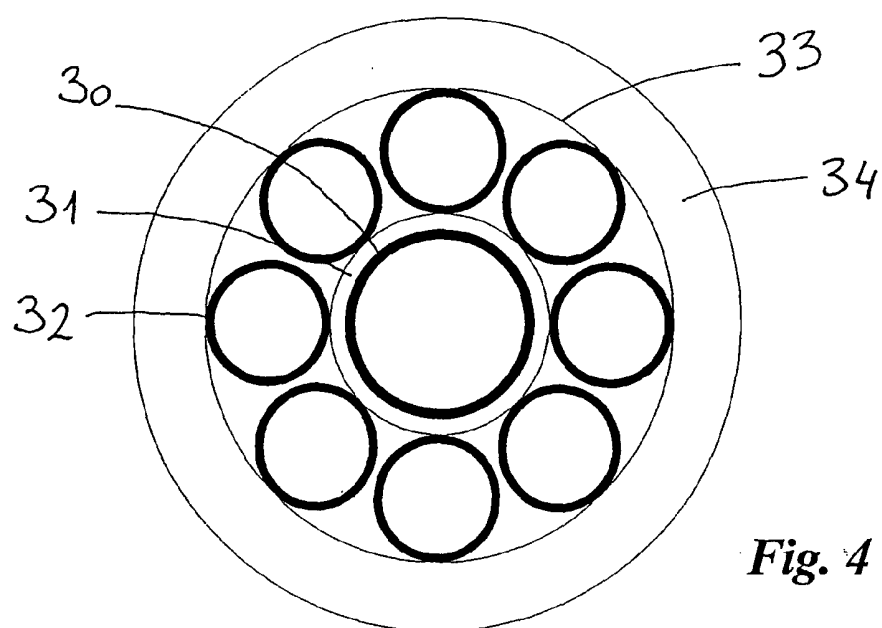


Fig. 4