



(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) NO

(11) **172913**

(13) B

(51) Int Cl⁵ G 02 F 1/01, H 01 S 3/06

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr	890121	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	11.01.89	(85) Videreføringssdag	
(24) Løpedag	11.01.89	(30) Prioritet	12.01.88, IT, 19037/88
(41) Alm. tilgj.	13.07.89		
(44) Utlegningsdato	14.06.93		

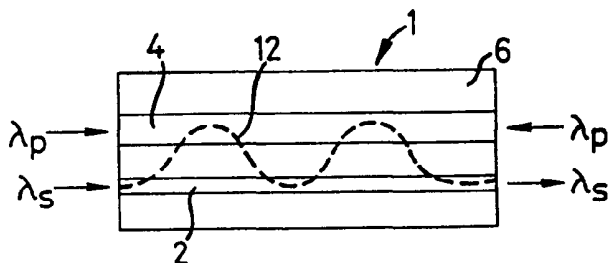
(71) Patentsøker Pirelli General plc, 40 Chancery Lane, London WC2A 1JH, England, GB
(72) Oppfinner Eleanor Joan Tarbox, Southampton, Hampshire, England, GB
 Paul Laurance Scrivener, Southampton, Hampshire, England, GB
 Giorgio Grasso, Monza, IT
(74) Fullmektig Jens F.C. Langfeldt, Bryns Patentkontor AS, Oslo

(54) **Benevnelse** **Forsterkning av optiske signaler**

(56) **Anførte publikasjoner** EP A2 112090.

(57) **Sammendrag**

Optisk fiberstruktur som kan anvendes for forsterkning av optiske signaler, omfattende en lengde av optisk fiber (1) som innbefatter to jevnt atskilte monomodus optiske kjerner (2, 4) plassert innenfor en felles kledning (6) for derved å gi to optiske ledingsbaner, idet de optiske karakteristika for i det minste kjernene er forskjellige for derved å gi de to ledingsbanene forskjellige forplantningskonstanter, hvis verdier sammenfaller for en forutbestemt koblingsbølgelengde, idet en av kjernene innbefatter et fluorescerende materiale som er i stand til å frembringe stimulert emisjon. Der er også beskrevet en fremgangsmåte for forsterkning av et optisk signal under anvendelse av en slik optisk fiberstruktur, omfattende å anordne for bølgelengden (λ_s) for det optiske signalet, den fluorescerende bølgelengden for nevnte materiale i nevnte ene kjerne, og nevnte forutbestemte koblingsbølgelengde, at samtlige skal være i alt vesentlig samme, å avgi optisk pumpeenergi som har en forskjellig bølgelengde (λ_p) inn i nevnte ene kjerne for å pumpe det fluorescerende materialet, å avgi det optiske signalet inn i den andre kjernen slik at det optiske signalet overføres gjentatte ganger mellom de to kjernene på grunn av optisk kobling, og, når i nevnte ene kjerne, gir opphav til stimulert emisjon i alt vesentlig på sin egen bølgelengde fra det fluorescerende materialet og derved blir forsterket, og å ekstrahere det forsterkede optiske signalet fra fiberstrukturen når den er i nevnte andre kjerne. En anordning som anvender denne fremgangsmåte er også beskrevet.



Den foreliggende oppfinnelse vedrører forsterkning av optiske signaler, og nærmere bestemt en optisk fiberkonstruksjon som kan anvendes for forsterkning av optiske signaler, omfattende en lengde av optisk fiber som innbefatter to jevnt atskilte, monomodus optiske kjerner som er plassert innenfor en felles kledning for derved å gi to optiske ledingsbaner, idet de optiske karakteristika for kjernene er forskjellige for derved å gi de to ledingsbanene forskjellige forplantningskonstanter, hvis verdier sammenfaller for en forutbestemt koblingsbølgelengde, samt fremgangsmåte for å forsterke et optisk signal under anvendelse av en slik optisk fiberkonstruksjon. Videre omfatter oppfinnelsen en anordning for å forsterke et optisk signal, omfattende en slik optisk fiberkonstruksjon.

Det ble foreslått i artikler som starter på sidene 84 og 90 i Journal of The Optical Society of America A/Vol. 2, nr. 1, januar 1985 å anvende en to-kjerne optisk fiber for å forsterke et optisk signal. Den foreslåtte fremgangsmåte involverte å avgi det optiske signalet inn i en kjerne av fiberen og å avgi optisk pumpeenergi inn i den andre kjernen. De to kjernene skulle avvike i radius og/eller brytningsindeks slik at de respektive ledingsbaner som de definerte ville ha forskjellige forplantningskonstanter. I særdeleshet ville forplantningskonstantene for de to kjernene variere forskjellig med bølgelengder, slik at de ville kun være identisk på en bølgelengde. Utformingen skulle være slik at bølgelengden ville tilsvare bølgelengden av det optiske signalet og derfor gjennom det kjente prinsipp for optisk kobling, gjentatte ganger overføre mellom de to kjernene.

Forsterkning av det optiske signalet skulle oppnås ved hjelp av ulineære effekter, slik som en tre-bølge-blanding eller stimulert Raman-spredning, som opptrer på de regioner hvor både signalet og pumpeenergien var til stede i den samme kjernen. Den optiske pumpeenergien skulle være på bølgelengde over 1000 nm og ville trenge å bli tilveiebragt på et meget

høyt effektnivå for at de ønskede ulinære effekter skulle virke.

5 EP publ. patentsøknad 112090 viser en fiberoptisk forsterker hvor en av kjernene innbefatter et fluorescerende materiale som er i stand til å frembringe stimulert emisjon. Det fluorescerende materialet er Nd:Yag. Forsterkningen skjer ved at signalet som skal forsterkes forplanter seg gjennom den første fiberen og stimulerer emisjon av koherent lys fra det fluorescerende materialet, hvilket resulterer i en forsterkning av signalet. Brytningsindeksene til den første og andre fiberen er valgt slik at signalet i den første fiberen blir ledet godt, mens pumpelyset som forplanter seg gjennom den andre fiberen, ikke blir ledet. Dette gir en høy overgang av pumpelys fra den første fiberen til den andre fiberen. Pumpelyset overføres gjentatte ganger mellom de to kjerner.

20 Den foreliggende oppfinnelse tilsikter å muliggjøre bruken av lavere pumpeenergier, og også å muliggjøre bruken av lavere bølgelengdepumpeenergi, slik at billigere, mer pålitelige, mer økonomiske og mer lett tilgjengelige halvlederkilder kan anvendes til å levere pumpeenergien. For disse formål anvender oppfinnelsen stimulert emisjon i en kjerne som inneholder fluorescerende materiale, f.eks. en sjelden jordartdopet kjerne.

30 Den innledningsvis nevnte optiske fiberkonstruksjon kjenne- tegnes således, ifølge oppfinnelsen ved at en av kjernene innbefatter et fluorescerende materiale som er i stand til å frembringe stimulert emisjon på en bølgelengde som er i alt vesentlig den samme som nevnte forutbestemte koblingsbølge- lengde.

35 Ifølge ytterligere utførelsesformer av den optiske fiber- konstruksjon frembringer det fluorescerende materialet frembringer stimulert emisjon i alt vesentlig på en bølge-

lengde som anvendes i optiske telekommunikasjonsoverføringer. Det fluorescerende materialet er fortrinnsvis erbium, eller et dopingmiddel av typen sjelden jordart, f.eks. neodym.

5 Den optiske fiber har en lengde som er lik et helt antall ganger den koblende svevningsslengde, mellom de to kjerner, og hvor lyset som koples har en bølgelengde som anvendes i optisk telekommunikasjonsoverføring.

10 I den optiske fiberkonstruksjonen er det med fordel tilveiebragt to elektroder innenfor kledningen og plassert med minst en kerne mellom seg for å tilføre et elektrisk felt til den kjernen for derved å endre dens forplantningskonstant ved hjelp av den elektro-optiske effekt og således å endre
15 nevnte koblingsbølgelengde, idet konstruksjonen derved er avstembar. I et slikt tilfelle kan de to elektrodene være plassert med begge kjerner mellom seg, eller være plassert med kun én av kjernene mellom seg, idet ytterligere to elektroder da er plassert med den andre kjernen mellom seg.

20 Dessuten er det fordelaktig at i det minste nevnte ene kerne er av mykt glass som oppviser en relativt stor elektro-optisk effekt, og at den felles kledningen er av et mykt glass som oppviser en relativt stor elektro-optisk effekt.

25 Fremgangsmåten ifølge oppfinnelsen kjennetegnes ved å anordne at bølgelengden for det optiske signalet, den fluorescerende bølgelengden for nevnte materiale i den ene kerne, og nevnte forutbestemte koblingsbølgelengde alle er i alt vesentlig den
30 samme, å sende optisk pumpeenergi som har en bølgelengde forskjellig fra den nevnte bølgelengde, inn i nevnte ene kerne for å pumpe det fluorescerende materialet, å sende det optiske signalet inn i den andre kjernen slik at det optiske signalet overføres gjentatte ganger mellom de to kjerner på
35 grunn av optisk kobling, slik at, når det optiske signalet befinner seg i nevnte ene kerne gir det opphav til stimulert emisjon i alt vesentlig på sin egen bølgelengde fra det

fluorescerende materialet og blir derved forsterket, og å ekstrahere det forsterkede optiske signalet fra fiberkonstruksjonen når det befinner seg i nevnte andre kjerne.

5 Det vil være fordelaktig at den optiske pumpeenergien avgis inn i begge ender av nevnte ene kjerne, og dessuten å tilføre et elektrisk felt til i det minste en av kjernene for derved å endre dens forplantningskonstant ved hjelp av den elektro-optiske effekt og dermed endre nevnte koblings-
10 bølgelengde.

I praksis er avgivelse av lys separat inn i de to kjernene inn i de to kjernene i to-kjerne fibrer ikke enkelt å oppnå, men kan gjøres under anvendelse av linse og/eller spesielt
15 preparerte koblingsfibre. Fra et ytterligere aspekt tilveiebringer oppfinnelsen nevnte anordning for å forsterke et optisk signal, der innmatnings- og utmatningsmidlene er forenklet.

20 En slik anordning kjennetegnes ved at det ved minst en ende av fiberkonstruksjonen er plassert et plant optisk element som innbefatter to optiske baner som er optisk tilpasset fiberkonstruksjonens respektive fiberkjerner og som ved en ende er plassert nøye tilpasset de respektive fiberkjerner,
25 idet de to optiske baner i det plane elementet divergerer i en retning vekk fra fiberkonstruksjon, for derved å tilveiebringe relativt vidt atskilte optiske innmatnings- eller utmatningsmidler som fører til eller fra fiberkjernene.

30 Med fordel kan den optiske fiberkonstruksjonen ha et slikt plant optisk element plassert i hver ende. I tillegg kan det i fiberen være tilveiebragt to elektroder innenfor kledningen og plassert med minst en kjerne mellom seg for tilførsel av elektrisk felt til den kjernen for derved å endre dens
35 forplantningskonstant ved hjelp av den elektro-optiske effekt og dermed å endre nevnte koblingsbølgelengde, idet anordningen derved er avstembar.

Oppfinnelsen innbefatter også mulighet for elektrisk avstemning av koblingsbølgelengden mellom kjernene, hvilket muliggjør at koblingsbølgelengden kan bringes i overensstemmelse med signalbølgelengden dersom den ikke nøyaktig oppnås under fremstilling av fiberen.

For at oppfinnelsen lettere skal forstås, skal visse utførelsesformer derav nå beskrives, i eksempels form, med henvisning til de vedlagte skjematiske tegninger.

Figur 1 er et diagram som viser forskjellige variasjoner med bølgelengde av forplantningskonstanter for de optiske ledingsbaner i en fiber vist i figur 2.

Figur 2 viser (meget forkortet) en optisk fiber som har to kjerner som avviker fra hverandre for derved å ha de forskjellige forplantningskonstanter som vist i figur 1.

Figur 3 viser passbåndet for optisk kobling, med det fluorescerende spektrum, mellom kjernene i fiberen i figur 2.

Figur 4 viser en anordning ifølge oppfinnelsen som innbefatter en fiber, slik som vist i figur 2.

Figur 5 viser i tverrsnitt en modifisert fiberkonstruksjon som muliggjør at senterbølgelengden i passbåndet kan avstemmes.

Figur 6 illustrerer et trinn i fremstillingen av en optisk fiberkonstruksjon som vist i figur 5.

Figur 7 viser en ytterligere type av elektrisk avstembar optisk fiberkonstruksjon.

Den optiske fiber 1 som er vist i figur 2 har to optiske kjerner 2 og 4 som er plassert innenfor en felles kledning 6. Kjernene 2 og 4 er jevnt atskilte fra hverandre gjennom lengden av fiberen. Hver av kjernene tilveiebringer en respektiv optisk ledingsbane som strekker seg sideveis til hver side av kjernen, og avstanden mellom kjernene er gjort tilstrekkelig liten til at deres optiske ledingsbaner vil overlappes. Kjernene 2 og 4 er utformet for monomodusoperasjon på bølgelengdene for det optiske signalet som skal forsterkes.

Materialet, diameteren og brytningsindeksprofilen for hver kerne velges, på en måte som i seg selv er kjent, slik at de to kjernene har forskjellige forplantningskonstanter. Figur 1 viser med kurve 8 forplantningskonstanten (varierende med bølgelengde) for kjernen 2 og med kurve 10 forplantningskonstanten for kerne 4.

Det vil sees fra figur 1 at de to forplantningskonstantene sammenfaller for en bølgelengde λ_s . Det er kjent at dersom lys på den bølgelengden λ_s innføres i en av kjernene, vil den, på grunn av den kjente prosess for optisk kobling som skjer når forplantningskonstantene for kjernene er like, progressivt gå over fra den opprinnelige kjernen til den andre, og så tilbake igjen gjentatte ganger. I realiteten er der et passbånd av bølgelengder sentrert på λ_s for hvilket dette skjer, idet bredden av passbåndet er avhengig av den relative divergensvinkel mellom kurvene 8 og 10 som kan kontrolleres ved å justere kjernenes karakteristika, hvilket det er blitt vist til ovenfor.

I den optiske fiberkonstruksjonen som er vist i figur 2, blir et optisk signal som har bølgelengde λ_s lik den optiske koblingssenterbølgelengde innført i kerne 2. Den optiske koblingseffekt bevirker det optiske signalet til å gå over gjentatte ganger fra kerne 2 til kerne 4 og tilbake igjen som vist med den stiplede linjen 12 i figur 2. I praksis er

lengden av fiberen sannsynlig av størrelsesorden 1 eller 2 meter, slik at mange hundre av disse overføringer vil skje når det optiske signalet traverserer lengden av fiberen.

5 Den andre kjernen 4 har innbefattet i seg et fluorescerende materiale som er i stand til å frembringe stimulert emisjon på en bølgelengde som er lik eller meget nær λ_s . De foretrukne materialer er fluorescerende sjelden-jordart dopingsmidler, og særlig erbium, som fluorescerer, og som frembringer stimulert emisjon på en bølgelengde mellom 1530 og 10 1550 nm. Dette er tilstrekkelig nær bølgelengden som er lik 1550 nm for optisk informasjonsoverføring innenfor standard telekommunikasjon, slik at det muliggjøres at fiberen kan anvendes for forsterkning på den standard telekommunikasjonsbølgelengden. For operasjon på andre bølgelengder for 15 optisk informasjonsoverføring innenfor standard telekommunikasjon, slik som 850 nm og 1300 nm, må kjernene utformes til å oppnå den passende forskjellige koblingsbølgelengde, og forskjellige dopingsmidler må anvendes.

20 Andre elementer av typen sjelden-jordart kan frembringe stimulert emisjon på et antall av forskjellige bølgelengder, f.eks. neodym på 1060 nm, og kan anvendes til å forsterke optiske signaler på korresponderende forskjellige bølgelengder. 25

Går man tilbake til figur 2, blir optisk pumpeenergi på en bølgelengde λ_p som er mindre enn λ_s avgitt inn i kjerne 4 ved en eller begge ender, avhengig av hvor meget forsterkning som behøves. Pumpeenergien kan eller trenger ikke å være 30 monomodus i kjerne 4. Den optiske pumpeenergien hever elektronene i nevnte sjelden-jordart materialet i kjernen 4 til et høyt energinivå, fra hvilket de kan falle til et lavere nivå, hvorved det fluorescerende spektrum genereres. Den spontane fluorescerende emisjon som frembringes nettopp 35 av tilførselen av pumpeenergien til kjernen 4, vil ha et relativt bredt spektrum, slik som vist med den stiplede

linjen 14 i figur 3, og kun den begrensede mengde som faller innenfor den optiske koblings passbånd 16 vil være i stand til å unnsnippe inn i kjernen 2 gjennom den optiske koblings-effekt. Denne filtreringsaksjon reduserer i vesentlig grad
5 støy i signalkjernen 2 på grunn av den støybelagte spontane emisjon i den forsterkende kjernen 4, relativt mengden av støy som er tilstede i utmatningen fra kjente enkeltkjerne, sjelden-jordart dopede, forsterkende fibrer.

I tillegg, og i en langt større utstrekning, vil det optiske signalet, på samtlige posisjoner hvor dette optiske signalet på λ_s beveger seg i kjernen 4, bevirke stimulert emisjon fra de pumpede, sjelden-jordart atomene, idet den stimulerete emisjon sentreres på den samme bølgelengde λ_s som den
15 spontane fluorescerende emisjon som det nettopp er vist til og som er koherent med det optiske signalet som stimulerer denne. Følgelig blir det optiske signalet progressivt mer forsterket ettersom det beveger seg langs fiberens lengde. Fiberlengden bestemmes slik at ved enden av fiberen beveger det forsterkede optiske signalet seg fullstendig i kjernen 2
20 og kan derfor ekstraheres fra fiberen fritt for all spontant emittert fluorescerende stråling bortsett fra den begrensede mengde som ligger innenfor passbåndet 16. Den optiske pumpeenergien, som er på den mindre bølgelengden λ_p , blir ikke koblet inn i kjernen 2 og forblir begrenset til kjernen
25 4, likesom den del av den spontane fluorescerende emisjon som ligger mellom kurvene 14 og 16.

Eksempelvis kan utsidediameteren av fiberen være i området
30 125 μm og diameteren av hver kjerne i området av 3 til 20 μm .

Figur 4 viser en anordning som innbefatter en lengde av optisk fiber 1, slik som nettopp beskrevet, hvor det ved hver ende av dette er festet et respektivt plant optisk element
35 18, 20. Hvert optiske element 18, 20 innbefatter to optiske baner 18a, 18b, 20a, 20b. Banene 18a og 20a er nøyaktig tilpasset den optiske kjernen 4 i fiberen og er optisk

tilpasset med den så nær som mulig hva angår dimensjoner og brytningsindeksfordeling, hvorved refleksjoner minimaliseres på grensesjiktene som kunne bevirke uønsket lesereffektaksjon. De andre optiske banene 18b og 20b for de plane elementer er tilsvarende nøyaktig innrettet med og optisk tilpasset kjernen 2.

Banene 18a og 18b divergerer fra hverandre i en retning vekk fra fiberen for derved å gi relativt vidt atskilte optiske innganger til hvilke eksempelvis respektive enkeltkjernefibrer 22 og 24 hensiktsmessig kan kobles på kjent måte slik at pumpeenergi kan avgis inn i fiberen 1 fra fiber 22 via det plane element 18 og det optiske signalet som skal forsterkes kan avgis i fiber 1 fra fiber 24 via det plane element 18. Ytterligere enkeltkjernefibre 26 og 28 kan kobles til det plane element 20 respektivt for å avgi ytterligere pumpeenergi inn i kjerne 4 av fiber 1 og for å ekstrahere det forsterkede optiske signalet fra kjerne 2 i fiber 1. Dersom kun én pumpeenergiinnngang behøves, kan det plane element 20 utelates og fiber 24 kan kobles direkte tilpasset kjernen 2, idet pumpeenergien da innføres kun gjennom fiber 26.

Figur 5 viser et tverrsnittsriss gjennom en to-kjernefiber tilsvarende det som er vist i de foregående figurer, men hvor det er mulig gjort en begrenset grad av elektrisk avstemning av senterbølgelengden for den optiske koblings passbånd. Dette muliggjør at senterbølgelengden kan justeres etter fremstilling dersom slik justering skulle behøves for å tilpasse senterbølgelengden til bølgelengden av det optiske signalet som skal forsterkes.

I figur 5 er to metallelektroder 30 og 32 inkorporert i selve fiberstrukturen. Begge av elektrodene er plassert slik at begge av kjernene 2 og 4 ligger mellom disse. Selv om det kiselholdige materialet som anvendes for kjernene 2 eller 4 vil oppvise kun en relativt liten Kerr-effekt som reaksjon på tilførselen av et elektrisk felt, kan ikke desto mindre

feltstyrken gjøres relativt høy i forhold til spenningen som tilføres over elektrodene, ved å inkorporere elektrodene innenfor selve fiberen. Når en spenning tilføres over elektrodene, vil Kerr-effekten resultere i en endring av brytningsindeksen på hver av kjernene og følgelig en forskyvning i forplantningskonstantene for begge av disse. Følgelig er der en tilsvarende forskyvning i senterfrekvensen for koblingens passbånd.

I realiteten bevirker Kerr-effekten en differensialendring i brytningsindeks slik som mellom lyset som polariseres perpendikulært på elektrodene og det som polariseres parallelt til elektrodene (dvs. vertikalt og horisontalt i forhold til fiberen som vist i figur 4). Brytningsindeksforskyvningen er større for det lys hvis polariseringsplan er perpendikulært på elektrodene, og for å dra fordel av den store forskyvning som er tilgjengelig med denne polarisering, kan fiberen mates initielt kun med lys som har denne polarisering. Alternativt kan lys som er polarisert parallelt med elektrodene filtreres ut ved utgangsenden av fiberen under anvendelse av en analysator, hvorved det etterlates kun det lys som er polarisert perpendikulært på elektrodene.

For ytterligere å forbedre den maksimale frekvensforskyvning som er tilgjengelig, kan myke glass (f.eks. bly-, krone- eller flintglass) anvendes for kjernen og kledningen, idet disse har en større Kerr-effekt enn de hardere glass som vanligvis anvendes for optiske fiberkjerner og kledning.

Figur 6 er nyttig for å forklare fremstillingen av en fiberstruktur som vist i figur 5. To kjernestaver fremstilles, f.eks. ved å avsette glassmaterialet som har passende karakteristika for den spesielle kjernen innenfor respektive kiselstøtterør som anvender en modifisert kjemisk dampavsetnings- (MCVD = modified chemical vapour deposition) prosess. Det meste av støtterørmaterialet blir så etset bort for å etterlate relativt lite kledningsmateriale på det

sentrale optiske kjernematerialet, ettersom de optiske kjerner vil trenge å være relativt nær hverandre. De to kjernestavene blir så forlenget under oppvarming i en elektrisk ovn og trekkes til en diameter av noen få millimeter.

En kiselstav 34 med høy renhet som initielt har sirkulært tverrsnitt har flate partier 36 som maskineres på motsatte sider av den og to borer 38 og 40 som ultralydmessig maskineres aksielt gjennom den.

De to nedtrukne kjernestavene, som er trukket ned til en diameter som passer til henholdsvis boringene 38 og 40, innføres så i disse borer og den sammensatte enhet blir så innført i et kiselrør 42. Hele enheten trekkes så ned til en diameter som er tilstrekkelig liten til å sikre enkeltmodusoperasjon på den optiske signalbølgelengden.

Den resulterende fiber er som vist i figur 5, men med rom hvor elektrodene 30 og 32 er vist. Disse rom fylles med et metall som har lavt smeltepunkt, slik som Wood's metall eller en indium/gallium-blanding, ved å omslutte fiberlengden i en oppvarmet omslutning med en ende i det flytende metallet og samtidig å tilføre trykk ved den enden og vakuum ved den motsatte enden av fiberen. Det flytende metallet blir således pumpet inn i rommene og størkner til å danne elektrodene 30 og 32 når fiberen avkjøles.

Figur 7 viser en ytterligere form for elektrisk avstembart fiber, ifølge oppfinnelsen, hvor kun kjernen 4 er plassert mellom elektroder, idet disse er angitt med henvisningstall 44. Denne konstruksjon kan fremstilles på en måte som er tilsvarende den i figur 6, men i stedet for flate partier 36 som maskineres på staven 34, er to ytterligere hull boret gjennom den ultrasonisk på hver side av boringen 40. Disse fylles så med metall til å danne elektrodene 44 etter at fiberen er blitt trukket. Med denne konstruksjon vil

tilførselen av en spenning mellom elektrodene 44 forskyve kun én av forplantningskonstantene slik at en forskjellig og potensielt større grad av senterbølgelengdeforskyvning kan oppnås for en gitt tilført spenning, sammenlignet med strukturen i figur 5.

I den hensikt å tilføre en spenning over elektrodene 30 og 32 i figur 5, eller 44 i figur 7, kan del av kledningen for fiberen lokalt etses bort under anvendelse av hydrogenfluorid inntil overflateregioner av elektroder frilegges, og så kan fine elektriske ledere 46 utralydsveises til elektrodene, idet dette er vist i figur 7 hvor delen av kledningen som er fjernet ved hjelp av etsning er vist med stiplede linjer.

Figur 7 viser også med stiplede linjer et andre par av elektroder 48 som kan anbringes på motsatte sider av kjernen 2 slik at forplantningskonstantene for de to kjernene kan kontrolleres uavhengig av hverandre om ønskelig.

P a t e n t k r a v

1.

5 Optisk fiberkonstruksjon som kan anvendes for forsterkning av optiske signaler, omfattende en lengde av optisk fiber (1) som innbefatter to jevnt atskilte, monomodus optiske kjerner (2, 4) som er plassert innenfor en felles kledning (6) for derved å gi to optiske ledingsbaner, idet de optiske karakteristika for kjernene er forskjellige for derved å gi 10 de to ledingsbanene forskjellige forplantningskonstanter, hvis verdier sammenfaller for en forutbestemt koblingsbølgelengde, k a r a k t e r i s e r t v e d at en av kjernene (4) innbefatter et fluorescerende materiale som er i stand til å frembringe stimulert emisjon på en bølgelengde 15 som er i alt vesentlig den samme som nevnte forutbestemte koblingsbølgelengde.

2.

20 Optisk fiberkonstruksjon som angitt i krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at det fluorescerende materialet frembringer stimulert emisjon i alt vesentlig på en bølgelengde som anvendes i optiske telekommunikasjonsoverføringer.

3.

25 Optisk fiberkonstruksjon som angitt i krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at den optiske fiber har en lengde som er lik et helt antall ganger den koblende svevningsslengde mellom de to kjerner, og hvor lyset som koples har en bølgelengde som anvendes i optisk telekommu- 30 nikasjonsoverføring.

4.

35 Optisk fiberkonstruksjon som angitt i et hvilket som helst av kravene 1-3, k a r a k t e r i s e r t v e d at det fluorescerende materialet er erbium.

5.

Optisk fiberkonstruksjon som angitt i krav 1, k a r a k-
t e r i s e r t v e d at det fluorescerende materialet er
et dopingsmiddel av typen sjelden jordart.

5

6.

Optisk fiberkonstruksjon som angitt i krav 5, k a r a k-
t e r i s e r t v e d at dopingsmidlet av typen sjelden
jordart er neodym.

10

7.

Optisk fiberkonstruksjon som angitt i et hvilket som helst av
de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at
to elektroder (30, 32; 44) er tilveiebragt innenfor kled-
ningen og plassert med minst en kjerne (4) mellom seg for å
tilføre et elektrisk felt til den kjernen for derved å endre
dens forplantningskonstant ved hjelp av den elektro-optiske
effekt og således å endre nevnte koblingsbølgelengde, idet
konstruksjonen derved er avstembar.

20

8.

Optisk fiberkonstruksjon som angitt i krav 7, k a r a k-
t e r i s e r t v e d at de to elektrodene (30, 32) er
plassert med begge kjerner (2, 4) mellom seg.

25

9.

Optisk fiberkonstruksjon som angitt i krav 7, k a r a k-
t e r i s e r t v e d at de to elektrodene (44) er
plassert med kun en (4) av kjernene mellom seg.

30

10.

Optisk fiberkonstruksjon som angitt i krav 9, k a r a k-
t e r i s e r t v e d at ytterligere to elektroder (48)
er plassert med den andre kjernen (2) mellom seg.

35

11.

Optisk fiberkonstruksjon som angitt i et hvilket som helst av kravene 7-10, k a r a k t e r i s e r t v e d at i det minste nevnte ene kjerne er av mykt glass som oppviser en relativt stor elektro-optisk effekt.

12.

Optisk fiberkonstruksjon som angitt i krav 11, k a r a k t e r i s e r t v e d at den felles kledningen er av et mykt glass som oppviser en relativt stor elektro-optisk effekt.

13.

Fremgangsmåte for å forsterke et optisk signal under anvendelse av en optisk fiberkonstruksjon som angitt i et hvilket som helst foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d å anordne at bølgelengden (λ_s) for det optiske signalet, den fluorescerende bølgelengden for nevnte materiale i den ene kjerne, og nevnte forutbestemte koblingsbølgelengde alle er i alt vesentlig den samme, å sende optisk pumpeenergi som har en bølgelengde (λ_p) forskjellig fra den nevnte bølgelengde (λ_s), inn i nevnte ene kjerne for å pumpe det fluorescerende materialet, å sende det optiske signalet inn i den andre kjernen slik at det optiske signalet overføres gjentatte ganger mellom de to kjerner på grunn av optisk kobling, slik at, når det optiske signalet befinner seg i nevnte ene kjerne gir det opphav til stimulert emisjon i alt vesentlig på sin egen bølgelengde fra det fluorescerende materialet og blir derved forsterket, og å ekstrahere det forsterkede optiske signalet fra fiberkonstruksjonen når det befinner seg i nevnte andre kjerne.

14.

Fremgangsmåte for å forsterke et optisk signal, som angitt i krav 13, k a r a k t e r i s e r t v e d at den optiske pumpeenergien avgis inn i begge ender av nevnte ene kjerne.

15.

5 Fremgangsmåte for å forsterke et optisk signal, som angitt i krav 13 eller 14, k a r a k t e r i s e r t v e d å tilføre et elektrisk felt til i det minste en av kjernene for derved å endre dens forplantningskonstant ved hjelp av den elektro-optiske effekt og dermed endre nevnte koblingsbølgelengde.

10 16.

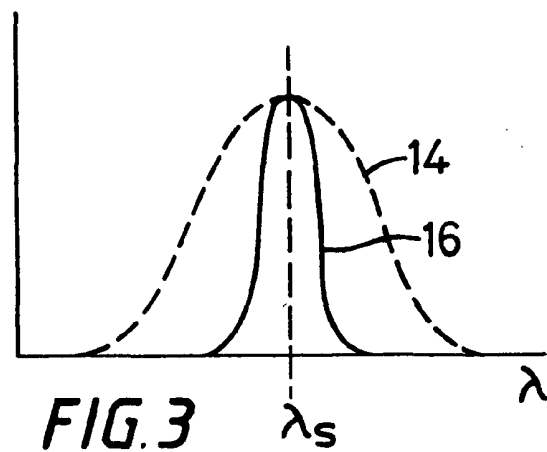
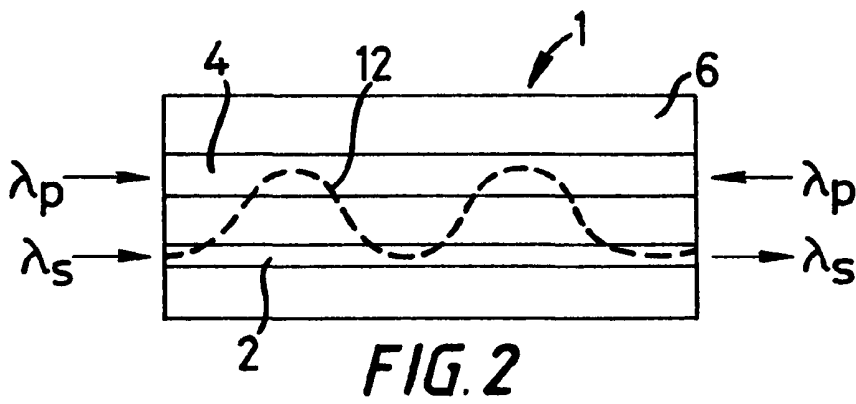
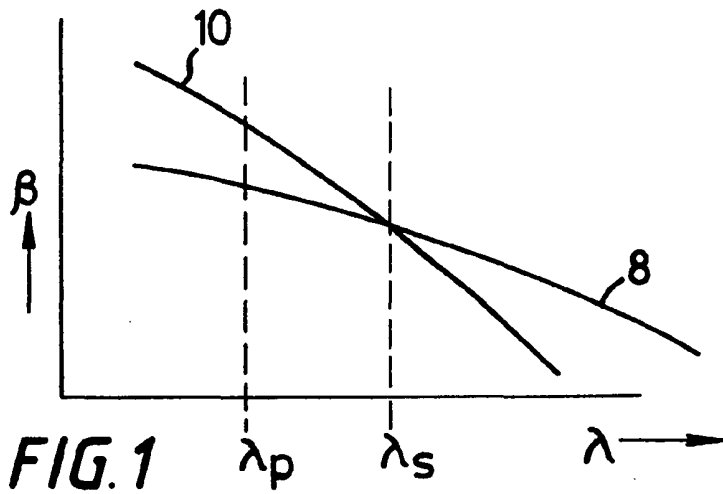
15 Anordning for å forsterke et optisk signal, omfattende en optisk fiberkonstruksjon som angitt i et hvilket som helst av kravene 1-12, k a r a k t e r i s e r t v e d at det ved minst en ende av fiberkonstruksjonen er plassert et plant optisk element (18, 20) som innbefatter to optiske baner (18a, 18b) som er optisk tilpasset fiberkonstruksjonens respektive fiberkjerner og som ved en ende er plassert nøye tilpasset de respektive fiberkjerner (4, 2), idet de to optiske baner i det plane elementet divergerer i en retning vekk fra fiberkonstruksjonen, for derved å tilveiebringe 20 relativt vidt atskilte optiske innmatnings- eller utmatningsmidler som fører til eller fra fiberkjernene.

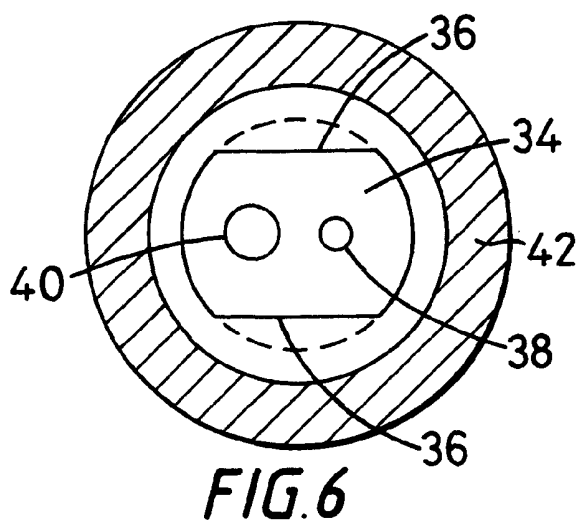
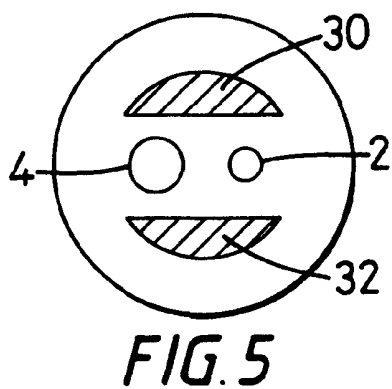
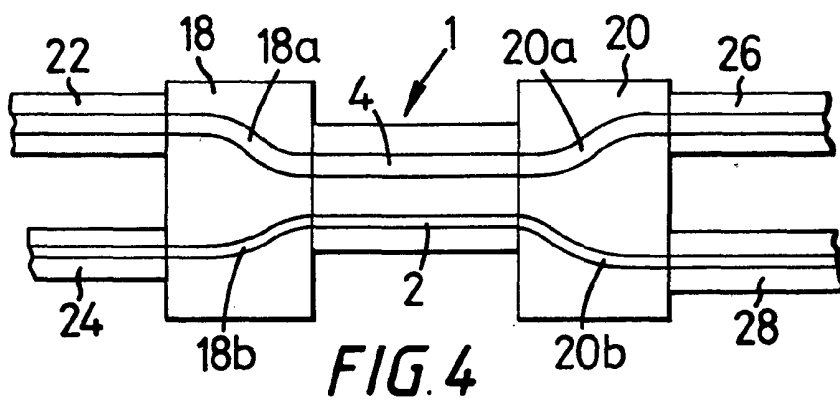
17.

25 Anordning som angitt i krav 16, k a r a k t e r i s e r t v e d at den optiske fiberkonstruksjonen har et slikt plant optisk element plassert i hver ende.

18.

30 Anordning som angitt i krav 16 eller 17, k a r a k t e r i s e r t v e d at det i fiberen er tilveiebragt to elektroder (30, 32; 44) innenfor kledningen og plassert med minst en kjerne (4) mellom seg for tilførsel av elektrisk felt til den kjernen for derved å endre dens forplantningskonstant ved hjelp av den elektro-optiske effekt og dermed å 35 endre nevnte koblingsbølgelengde, idet anordningen derved er avstembar.





172913

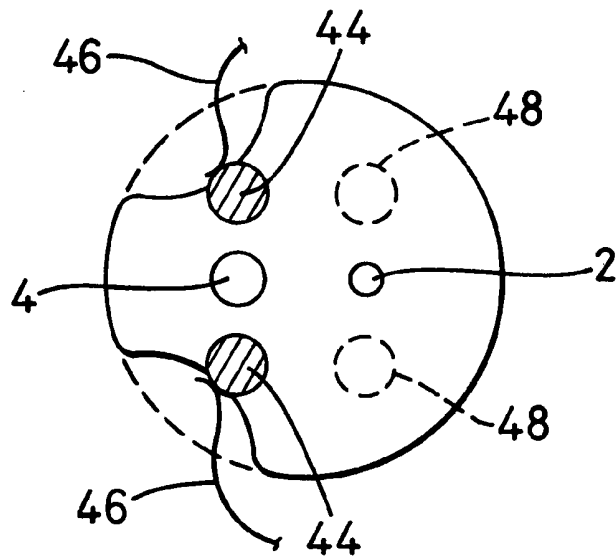


FIG. 7