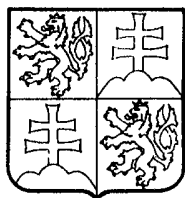


ČESKÁ A SLOVENSKÁ
FEDERATIVNÍ
REPUBLIKA
(19)



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

ZVEŘEJNĚNÁ PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

(12)

(21) 05165-90.z

(13) A3

5(51) G 02 F 1/39

(22) 23.10.90

(32) 24.10.89

(31) 89/2212

(33) IT

(40) 15.09.91

(71) SOCIETA CAVI PIRELLI S.p.A., Miláno, IT

(72) Grasso Giorgio, Monza, IT
Righetti Aldo, Milano, IT
Fontana Flavio, Cormano, IT

(54) Zesilovač pro optické přenosné linky

(57) linky s optickým vláknem pro přenos signálu spo-
čívá v tom, že obsahuje dichronický vazební člen
(6). Dichronický vazební člen (6) pozostává ze
dvou úseků (9,10) optického vlákna. Optické
vlákna s neaktivním jádrem jsou uloženy vedle
sebe v úseku (11) jejich délky, přičemž jsou
navzájem opticky svázány stavením odpovídajíc-
ích plášťů.

Vynález se týká zesilovače typu nazvaného s aktivním jádrem pro telekomunikační linky s optickým vláknem a telekomunikační linky s optickým vláknem obsahující tento zesilovač.

Tak zvané zesilovače s aktivním jádrem sestávají z úseku optického vlákna s aktivním jádrem, které bude dále definováno a ze zdroje optického čerpacího záření, který bude rovněž dále definován.

Optické vlákno s aktivním jádrem je optické vlákno, jehož jádro vyrobené z křemičitého skla obsahuje aktivní dopovací látky definované dále přídatně k dopovacím látkám nutným proto, aby jádro mělo index lomu vyšší než plášť, to je radiálně nejvrchnější vrstva vyrobená rovněž z křemičitého skla.

Výše uvedené aktivní dopovací látky jsou vytvořeny z látek jako jsou vzácné zeminy, erbium apod., které, když jsou vybuzeny optickým zářením zvaným optické čerpací záření, jehož vlnová délka závisí na jednotlivých zvolených dopovacích látkách, mají tu vlastnost, že emitují optické záření zvané emisní záření, které má odlišnou vlnovou délku závislou na příslušné zvolené dopovací látce.

Jiná vlastnost výše zmíněných aktivních dopovacích látek je skutečnost, že když byly jednou vybuzeny optickým čerpacím zářením, jsou schopny emitovat zmíněné optické emisní záření ve značné intenzitě když na ně dopadá optické záření stejné vlnové délky.

Zdroj optického čerpacího záření je obecně laser a zejména laserová dioda schopná emitovat optické záření stejné vlnové délky jaká je žádána a nutná pro vybuzení aktivních dopovacích látek přítomných v jádru optického vlákna, které má aktivní jádro definované výše.

Zesilovače s aktivním jádrem pro telekomunikační linky s optickým vláknem jsou známy.

Zesilovač s optickým vláknem mající aktivní jádro pro telekomunikační linky s optickým vláknem obsahuje zdroj optického čerpacího záření opticky svázaný s dichroickým vazebním členem, se kterým je opticky svázána jedna část optického vlákna přenosové nebo telekomunikační linky.

Dichroický vazební člen je přímo spojen s úsekem optického vlákna majícího aktivní jádro a tento první úsek je opět spojen se druhým úsekem optického vlákna přenosové nebo telekomunikační linky.

Ve výše uvedeném známém zesilovači zdroj optického čerpacího záření vysílá přes dichroický vazební člen své vlastní záření do úseku optického vlákna s aktivním jádrem, kde způsobí vybuzení tam přítomných aktivních dopovacích látek.

Do úseku optického vlákna s aktivním jádrem se přes dichroický vazební člen také vysílají signály, které mají být zesíleny, a které přicházejí z první části optického vlákna telekomunikační linky a musí mít nutně vlnovou délku shodnou s vlnovou délkou emise aktivních dopovacích látek přítomných v úseku optického vlákna s aktivním jádrem.

V okamžiku, kdy nějaký optický signál vstoupí do úseku optického vlákna s aktivním jádrem, setká se s dopovracími látkami ve vybuděném stavu vlivem optického čerpacího záření a z důvodů uvedených výše nastane silná emise optického záření, která má stejnou vlnovou délku jako signál, což způsobí jako výsledek zesílení tohoto signálu.

Ve zmíněných zesilovačích popsaných výše je problem zvýšit jejich výtěžek uvažovaný jako poměr mezi dosažitelným ziskem zesílení a přivedenou energií čerpacího záření a současně je požadavek vytvořit širokou stupnici zesilovačů dávajících dostatečnou spolehlivost a možnost využití v praktických aplikacích, například jejich snadné a bezpečné nasazení v telekomunikačních linkách s optickým vláknem.

V pojednání "Fourteenth European Conference on Optical Communication" ze září 11-15, 1988 na str.25 až 28 jsou uvedeny hodnoty zisku známých zesilovačů, které jsou mezi hodnotami 0,14 až 0,31dB/mW. Za účelem zlepšení zisku optických zesilovačů jsou ve stejném pojednání pokusné výsledky zisku získané s optickým zesilovačem vyrobeným v laboratoři, ve kterém úsek optického vlákna s aktivním jádrem jednoho módu pro signál a optické čerpací záření obsahuje erbium jako aktivní dopující látku a použitý zdroj optického čerpacího záření má vlnovou délku 980 nm a optické záření signálu má vlnovou délku 1536 nm.

I když to nebylo uvedeno ve výše citovaném pojednání, dichroický vazební člen použitý ve výše popsaném optickém zesilovači je zřejmě dichroický vazební člen takzvaného mikrooptického typu, to je dichroický vazební člen, ve kterém jsou použity čočky k umožnění zavedení optického čerpacího i signálového záření do úseku

optického vlákna s aktivním jádrem; to je způsobeno tím, že dichroický vazební člen jiných známých typů není schopen uspokojivě pracovat se zmíněným zvláštním úsekem optického vlákna s aktivním jádrem.

Použitím tohoto známého řešení může být dosažen výtěžek 2,2 dB/mW definovaný jako poměr zisku k použité čerpací energii, kterážto hodnota je zajímavá, avšak tento zesilovač má nevýhodu, že není spolehlivý pro použití v široké míře vzhledem ke zvláštnímu dichroickému vazebnímu členu, který je v něm použit.

Ve skutečnosti je dichroický vazební člen mikrooptického typu o sobě velmi delikátní a může být těžko použit v telekomunikační lince s optickým vláknem, což by způsobilo nespolehlivost telekomunikačních linek, které by obsahovaly takové zesilovače.

Předložený vynález se snaží vytvořit optické zesilovače s výše definovaným výtěžkem vyšším než mají známé zesilovače, a zejména s výtěžkem až do 4,5 dB/mW, kterážto zesilovače by byly nejen spolehlivé pro širokou stupnici průmyslového použití, ale byly i schopné maximálního zjednodušení operací potřebných pro jejich zavedení do telekomunikačních linek s optickým vláknem, které by učinily spolehlivějšími.

Vynález tudíž vytváří zesilovač pro telekomunikační linky s optickým vláknem pro přenos signálů, který může být zapojen mezi první část optického vlákna linky a druhou část optického vlákna linky obsahující zdroj optické čerpací energie, dichroický vazební člen pro zapojení k první části optického vlákna linky a pro připojení ke zdroji optické čerpací energie, a úsek optického vlákna

s aktivním jádrem, jednoho módu radiace optického signálu a optické čerpací energie, mající jeden konec připojen k dichroickému vazebnímú členu a druhý konec ke druhé části optického vlákna, jehož podstata spočívá v tom, že dichroický vazební člen obsahuje dva úseky optického vlákna s neaktivním jádrem uložené vedle sebe v úseku jejich délky, kde jsou navzájem opticky svázány stavením odpovídajících plášťů a podstatným spojením odpovídajících jader napnutím úseků, kde oba úseky optického vlákna jsou jednoho módu pro radiaci optického signálu a optické čerpací energie.

Vynález dále vytváří telekomunikační linku s optickým vláknem zahrnujícím alespoň první část optického vlákna a druhou část optického vlákna, které jsou spolu spojeny optickým zesilovačem zepojeným mezi nimi a obsahujícím zdroj optické čerpací energie a s ním opticky sdružený dichroický vazební člen dále sdružený s první částí optického vlákna linky, optické vlákno s aktivním jádrem také opticky sdružené s druhou částí optického vlákna linky, jehož podstata spočívá v tom, že dichroický vazební člen sestává ze dvou úseků neaktivního optického vlákna uložených vedle sebe v úseku jejich délky, kde jsou opticky svázány stavením příslušných plášťů a sloučením příslušných jader napnutím úseků, přičemž oba úseky jsou jednoho módu pro radiaci optického signálu a optické čerpací energie.

Vynález je znázorněn na výkrese, kde obr.1 schematicky znázorňuje linku podle předloženého vynálezu, obr.2 schematicky znázorňuje zesilovač podle předloženého vynálezu a obr.3 schematicky znázorňuje jednu složku zesilovače podle předloženého vynálezu.

V obr.1 je znázorněna telekomunikační linka s optickým vláknem obsahující optický zesilovač podle předloženého vynálezu.

Jak je patrné z obr.1, telekomunikační linka obsahuje vysílač 1 některého známého typu schopný vysílat optické signály do optického vlákna pro přenos signálů, které zde nebude popisováno.

Vysílač 1 obsahuje zdroj signálového optického záření, jehož vlnové délka je uzpůsobena pro činnost optického zesilovače například laserové diody DFB schopné vysílat optické záření o vlnové délce 1536 nm.

Nicméně výše uvedený příklad zdroje signálového optického záření, který je jediný obvykle užívaný v oboru telekomunikace s optickým vláknem, není třeba chápat jako omezení v souvislosti s předloženým vynálezem.

Za vysílačem 1 ve směru přenosu telekomunikační linka obsahuje první část 2 optického vlákna přenášejícího signál, která je opticky připojena na jednom konci k vysílači 1.

První část 2 optického vlákna je na druhém konci opticky připojena k optickému zesilovači 2 podle předloženého vynálezu, jehož charakteristiky budou dále popsány.

Za optickým zesilovačem 2 ve směru přenosu je s ním opticky spojena druhá část 4 optického vlákna, jejíž charakteristiky jsou stejné jako ony první části 2 optického vlákna.

Druhá část 4 optického vlákna, jejíž jeden konec je opticky spojen s optickým zesilovačem 2, má druhý konec opticky spojen s optickým přijímačem některého známého typu, který zde nebude popisován.

Optický zesilovač 2 podle předloženého vynálezu, který je zařazen ve výše popsané telekomunikační lince s optickým vláknem podle vynálezu, je schematicky znázorněn v obr.2.

Jak je patrné z obr.2, optický zesilovač 2 obsahuje zvláštní dichroický vazební člen 6, který bude dále podrobně popsán, a ke kterému je opticky připojen zdroj 7 optického čerpacího záření a úsek optického vlákna 8 s aktivním jádrem zapojený za dichroickým vazebním členem 6 ve směru přenosu.

V optickém zesilovači 2 podle předloženého vynálezu je úsek optického vlákna s aktivním jádrem jednoho módu pro optické signálové záření a pro optické čerpací záření.

Například v optickém zesilovači 2 podle předloženého vynálezu úsek optického vlákna s aktivním jádrem mající v jádru rovnoměrně rozptýlené trojmocné erbium jako aktivní dopovací látku, má průměr jádra 5,4 μm ; obecně je průměr jádra úseku optického vlákna s aktivním jádrem v rozsahu od 5,2 do 5,6 μm .

Naproti tomu vnější průměr pláště úseku optického vlákna s aktivním jádrem je například 125 μm , což je obvyklé u optických vláken.

V optickém vlákně s aktivním jádrem je poměr vztahující se na rozdíl mezi indexem lomu jádra a pláště s ohledem na index lomu pláště obecně od 0,0051 do 0,0058, například 0,0056.

V jednom příkladu, když úsek optického vlákna s aktivním jádrem má plášť z křemičitého skla prostý jakýchkoli dopovacích látek a tedy mající index lomu 1,450, potom jádro tohoto optického vlákna s aktivním jádrem má index lomu 1,458.

Dichroický vazební člen 6 zesilovače 2 podle předloženého vynálezu, jak je znázorněno v obr.3 ve větším měřítku, sestává ze dvou úseků 9 a 10 optického vlákna, které jsou oba z křemičitého skla, jsou prosty aktivních dopovacích látek, uloženy vedle sebe a spojeny stavením příslušných plášťů a potom ihned napnuty, takže po tomto úkonu v oblasti, kde jsou pláště spojeny stavením, jsou jádra v podstatě koincidentní v úseku 11 (obr.3), čímž prakticky vznikne jedno jádro.

Jedna z vlastností dichroického vazebního členu v zesilovači podle předloženého vynálezu spočívá v tom, že v oblasti spojení dvou úseků optického vlákna, kde tyto mají sloučena jádra, takže vznikne jedno jádro, je průměr tohoto jednoho jádra menší než průměr jádra každého úseku optického vlákna na jeho koncích, a zejména, že poměr průměru sloučeného jádra obou úseků optického vlákna a průměr jádra úseků na jejich koncích je mezi 0,3 a 0,5.

Průměr sloučeného jádra dvou úseků optického vlákna tvořících dichroický vazební člen se obecně volí v takové hodnotě, která dává ztrátu optické energie ne vyšší než 1 dB.

Rozsahy hodnot obecně platné pro jakýkoli dichroický vazební člen optického zesilovače podle předloženého vynálezu nemohou být uvedeny, neboť pro určení hodnoty průměru sloučeného jádra použité pro účely předloženého vynálezu jsou významné hodnoty vlnových délek záření optického signálu a čerpacího záření konkrétně použité, které se mohou v jednotlivých případech podstatně měnit; nicméně školený odborník, který má výše uvedený údaj o ztrátě energie ne vyšší než 1 dB bude schopen alespoň pokusně určit zmíněnou hodnotu sloučeného průměru jádra obou úseků optického vlákna v dichroickém vazebním členu.

Například v případě vlnové délky 980 nm optického čerpacího záření a vlnové délky 1536 nm optického signálového záření je průměr sloučeného jádra dvou úseků optického vlákna v rozsahu od 1,56 do 2,8 μ .

V dichroickém vazebním členu, který může být použit pro vytvoření zesilovače podle předloženého vynálezu závisí také délka společné části obou úseků optického vlákna na konkrétních vlnových délkách optického signálového záření a optického čerpacího záření.

Jsou-li například čerpací a signálová vlnová délka 980 nm a 1536 nm, potom délka společné části obou úseků optického vlákna bude od 0,9 do 1,2 cm. Obecné pravidlo pro určení této délky je, že tato délka musí způsobit, že čerpací i signálové záření musí být úplně a výlučně zavedeno do pouze jednoho ze dvou terminálů dichroického vazebního členu lícujícího s úsekem optického vlákna s aktivním jádrem; na základě tohoto jediného údaje by odborník znělý v oboru měl být schopen sestavit dichroický vazební člen mající zmíněnou vlastnost.

Spojením jednoho z konců obou úseků optického vlákna se zdroji optického čerpacího záření a optického signálového záření před stavěním plášťů v části, ve které jsou uloženy vedle sebe, je možno zastavit napínání vyvíjené na tyto úseky během stavování jejich plášťů v okamžiku, kdy žádné optické záření nevystupuje z jednoho z obou druhých konců, zatímco optické signálové i čerpací záření vystupuje z druhého konce.

Jiná vlastnost dichroického vazebního členu 6 pro zesilovač podle předloženého vynálezu je, že oba úseky 9,10 optického vlákna musí být jednoho modu pro signálové i čerpací optické záření.

Jiná vlastnost dichroického vazebního členu pro zesilovač podle předloženého vynálezu je, že rozptýlení neaktivních dopovacích látek v jádru a plášti úseků optického vlákna musí být v podstatě shodné s rozptýlením neaktivních dopovacích látek přítomných v úseku optického vlákna s aktivním jádrem.

Jak bylo uvedeno výše, optický zesilovač podle předloženého vynálezu sestává ze sestavy jednoho úseku optického vlákna s aktivním jádrem majícího výše uvedené vlastnosti a z dichroického vazebního členu v serii s úsekem optického vlákna s aktivním jádrem s výše popsanými vlastnostmi.

V optickém zesilovači podle předloženého vynálezu je pro dosažení snadného a bezpečného připojení k úsekům optického vlákna linky pro přenos signálu a pro umožnění snadného a bezpečného spojení mezi oběma složkami zesilovače významná dále popsaná vlastnost.

Průměr modu k vlnové délce přenášených signálů, definovaný a zjištělý podle normy CCITT Rule G 662 z roku 1976 vztažený na úseky optického vlákna tvořící zesilovač a tedy na úsek optického vlákna s aktivním jádrem a na obě části optických vláken tvořící dichroický vazební člen, je v podstatě shodný s průměrem modu ke zmíněné vlnové délce signálu úseků optického vlákna telekomunikační linky, do které má být navržený zesilovač zařazen.

S výše uvedenými parametry součástí zesilovače podle předloženého vynálezu se vzájemné spojení součástí a jejich připojení k částem optického vlákna linky provede pouhým připájením natupo, to znamená, že konce rozličných typů optických vláken zde použitých jsou spojeny prakticky bez ztrát ve spojích.

Ve zvláštním případě, jak je patrné z obr.2, spojení mezi koncem optického vlákna přenosu signálu, čili první části 2 optického vlákna linky a koncem úseku 2 optického vlákna dichroického vazebního členu 6 je provedeno svařením natupo.

Neopak, druhý konec úseku 2 optického vlákna dichroického vazebního členu 6 je připojen svařením natupo k jednomu konci úseku optického vlákna 8 s aktivním jádrem, jehož druhý konec je připojen svařením natupo k úseku přenosového optického vlákna 4 telekomunikační linky.

Konečně, zdroj 7 optického čerpacího záření, sestávající například z laserové diody typu In-Ga-As o sobě známé a schopné vysílat optické záření vlnové délky 980 nm a jediné použité v případě, kdy optické vlákno s aktivním jádrem je dopováno trojmocným erbiem a optické signálové záření má vlnovou délku 1536 nm, je opticky připojen k jednomu úseku 10 optického vlákna dichroického vazebního členu 6.

Nyní bude popsána činnost zesilovače podle předloženého vynálezu a telekomunikační linky podle předloženého vynálezu obsahující tento zesilovač s přihlédnutím k přiloženému výkresu.

Vysílač 1 o sobě známého typu a obecně používaný v telekomunikačních linkách s optickým vláknem vysílá signály optického záření o vlnové délce v podstatě rovné 1536 nm, která, jak je známo, je vlnovou délkou pro přenášené signály umožňující dosažení minimálního zeslabení v optických vláknech linky označených 2 a 4 v obr.1.

Signály vyslané z vysílače 1 do úseku 2 optického vlákna jsou za všech okolností podrobeny zeslabení při přenosu a vstupují

do úseku 9 optického vlákna dichroického vazebního členu 6 v zesilovači 3 s tímto zeslabením.

Současně se spojitě vysílá do dichroického vazebního členu 6, přesněji do úseku 10 optického vlákna optické čerpací záření vysílané laserovou diodou 7.

Optické čerpací záření, jehož vlnová délka je pro zesilovač podle vynálezu zvolena 980 nm, je v dichroickém vazebním členu 6 směřováno se zeslabeným optickým signálovým zářením o vlnové délce 1536 nm přiváděným z úseku 2 přenosového optického vlákna.

Směšování signálového a čerpacího optického záření v dichroickém vazebním členu se odehrává v části 11, kde obě jádra úseků optického vlákna byla sloučena, jak je patrné z obr.3.

Protože oba úseky 9,10 optického vlákna tvořící dichroický vazební člen 6 jsou jednoho modu pro signálové i čerpací optické záření, jsou obě optická záření vystupující z dichroického vazebního členu překryta a jednoho modu.

Kromě toho, při použití dichroického vazebního členu, ve kterém rozptýlení neaktivních dopovacích látek je shodné s rozptýlením neaktivních dopovacích látek v úseku optického vlákna s aktivním jádrem, nevznikají sumárně v zesilovači žádné ztráty optické energie v optických zářeních.

Signálové i čerpací optické záření vyslané na vstup dichroického vazebního členu vystupuje vzhledem k výše uvedeným vlastnostem pouze v úseku 9 optického vlákna přilehlém k úseku optického vlákna 8 s aktivním jádrem a protože rozptýlení neaktivních dopovacích látek je shodné ve složkách dichroického vazebního členu

e v úseku optického vlákna s aktivním jádrem, nemohou vznikat žádné ztráty při spojení těchto složek, protože nemůže nastat žádné střídání v rozptýlení energie jednoho módu obou optických záření ve spojené oblasti zmíněných složek.

Z předešlých úvah vyplývá, že při vstupu do konce úseku optického vlákna 8 s aktivním jádrem přilehlého k dichroickému vazebnímu členu 6 jsou současně a bez ztrát celé optické čerpací záření při jeho nejvyšší energii i optické signálové záření zeslabené průchodem první částí 2 optického vlákna, avšak s nejvyšší energií, když vystupuje z této první části 2 optického vlákna.

Protože, jak bylo uvedeno výše, rozptýlení neaktivních dopovacích látek v úsecích optického vlákna tvořících dichroický vazební člen je v podstatě shodné s rozptýlením neaktivních dopovacích látek přítomných v úseku optického vlákna s aktivním jádrem, nevzniká žádné střídání v optických zářeních během jejich průchodu z dichroického vazebního členu do úseku optického vlákna s aktivním jádrem.

Kromě toho, vzhledem ke skutečnosti, že i úsek optického vlákna s aktivním jádrem je jednoho módu pro optické čerpací i signálové záření, nestává vstup a rozptyl obou záření tak, že rozptýlení energie těchto záření je udržováno souměrné vzhledem k ose úseku optického vlákna s aktivním jádrem.

Optické čerpací záření procházející jádrem úseku optického vlákna 8 s aktivním jádrem způsobuje vybuzení zde přítomných aktivních dopovacích látek. Tato aktivní dopovací látka vybuzená optickým čerpacím zářením v okamžiku, kdy je zasažena optickým signálovým zářením, emituje záření mající stejnou vlnovou délku, což způsobuje zesílení optického signálu.

Takto zesílený optický signál je vyslán do druhé části 4 přenosového optického vlákna telekomunikační linky a dosáhne přijímače 5.

Byly provedeny zkoušky se zesilovačem podle předloženého vynálezu. Podmínky zkoušek a dosažené výsledky budou popsány dále.

Zesilovač podle vynálezu, který byl podroben zkouškám, má dále popsanou strukturu.

Úsek optického vlákna s aktivním jádrem je typu krokového indexu a je prostý neaktivních dopovacích látek v plášti vyrobeném z křemičitého skla a tedy majícím index lomu 1,45; tento úsek optického vlákna s aktivním jádrem má průměr jádra 5,4 μm a vnější průměr pláště 125 μm . Jádro obsahuje germanium jako neaktivní dopant.

Jádro uvažovaného úseku optického vlákna s aktivním jádrem obsahuje kromě uvedené dopovací látky trojmocné erbium jako aktivní dopovací látku rozptýlenou v jádru při koncentraci 0,3% hmotnosti vyjádřené jako oxid erbia.

Délka úseku optického vlákna s aktivním jádrem použitého při pokusech byla 8 m.

Dichroický vazební člen použitý při pokusech má dva stejné úseky optického vlákna typu krok indexu vyrobené z křemičitého skla a jednoho modu pro optické signálové záření i optické čerpací záření, přičemž obsah a rozptýlení neaktivní dopovací látky je shodné s těmito veličinami v úseku optického vlákna s aktivním jádrem.

V úsecích optického vlákna tvořících dichroický vazební člen použitý při pokusech jsou průměry a indexy lomu jádra a pláště stejné jako pro úsek optického vlákna s aktivním jádrem. Kromě toho část vzájemné vazby mezi oběma úseky optického vlákna, kde optická vlákna mají v podstatě sloučená jádra, má délku 0,9 cm a průměr jádra ve sloučené oblasti je pro oba úseky optického vlákna 2,1 μm .

Konečně poměr průměru jádra v podstatě společného pro dva úseky optického vlákna tvořící dichroický vazební člen ke průměru jádra stejného úseku na jeho koncích je 0,4.

Použitý zdroj optického čerpacího záření je laserová dioda typu In-Ga-As vysílající spojitě optické záření o vlnové délce 980 nm a výkonu 6 mW.

Při zkouškách byly použity dva úseky optického vlákna typu normálně používaného v telekomunikačních linkách s optickým vláknem s průměrem módu pro signálové záření stejným jako u úseků optického vlákna tvořících zesilovač.

Jako zdroj optického signálového záření byla použita při pokusech laserová dioda typu DFB vysílající optické záření o vlnové délce 1536 nm a výkonu 100 mW, pro kterou úseky optických vláken pro přenos signálu jsou jednoho módu pouze pro optické signálové záření a více módů pro optické čerpací záření.

Výše uvedené rozličné součásti byly spojeny jak dále popsáno.

Zdroj optického signálového záření byl opticky spojen s koncem optického vlákna pro přenos signálu, takže prakticky všechno záření vystupující ze zdroje signálu je zavedeno do úseku optického vlákna.

Druhý konec výše uvedeného úseku optického vlákna byl připojen svařením natupo ke konci jednoho úseku optického vlákna dichroického vazebního členu.

Dále byl zdroj optického čerpacího záření popsán výše připojen ke konci úseku optického vlákna dichroického vazebního členu uloženého podélně k úseku, ke kterému byl připojen úsek optického vlákna pro přenos signálu, takže celý z něho vysílaný výkon, který je 6 mW, proniká do zmíněného úseku dichroického vazebního členu.

Ke konci úseku optického vlákna dichroického vazebního členu, ze kterého mohou vystupovat oba signály, je svařením natupo připojen jeden konec úseku optického vlákna s aktivním jádrem, jehož vlastnosti byly výše popsány.

Ke druhému konci úseku optického vlákna s aktivním jádrem je svařením natupo připojen jeden konec druhého úseku optického vlákna pro přenos signálu.

Zařízení pro provádění zkoušek bylo doplněno připojením konce úseku optického vlákna pro přenos signálu protějščí ke konci přímo připojenému k úseku optického vlákna s aktivním jádrem k detektoru intenzity určenému ke zjišťování intenzity záření vystupujícího ze zmíněného úseku optického vlákna, například k fotodiodě PIN.

Z provedených zkoušek bylo možno zjistit, že použitím zdroje optického čerpacího záření o vlnové délce 980 nm a výkonu 6 mW se dosahuje zisku při použitém optickém signálovém záření vlnové délky 1536 nm o hodnotě 25 dB.

Ze zkoušek tedy plyne, že získaný výtěžek vyjádřený jako poměr zisku k energii použitého optického čerpacího záření je 4,1 dB/mW.

Protože maximální výtěžek dosažitelný známými zesilovači popsaného typu je 2,2 dB/mW, což může být zjištěno z literatury, dokazují provedené zkoušky, že předložený vynález dosahuje zlepšení výtěžku zesilovače podle vynálezu o 100%.

Z výše podaného popisu zvláštních vytvoření je zřejmé, že vytvoření zesilovače podle předloženého vynálezu i jeho zabudování do telekomunikační linky s optickým vláknem je snadné a velmi spolehlivé, neboť je dosažitelné pouhým svařením natupo použitých optických vláken.

Ačkoliv bylo popsáno jedno zvláštní provedení zesilovače a linky podle vynálezu, je zřejmé, že je možná řada obměn, aniž by se vybočilo z rámce myšlenky vynálezu.

JUDr. Pavel Zelený

ADVOKÁT

115 04 PRAHA 1. Žitná 17-18

PROVYNAJ A OBJEV	ÚŘAD PRO VYNAJ A OBJEV	08 XI 90	5165-90 51483	Č. 1
---------------------	------------------------------	----------	------------------	------

P A T E N T O V E N Á R O K Y

1. Zesilovač pro telekomunikační linky s optickým vláknem pro přenos signálů, který může být zapojen mezi první část optického vlákna linky a druhou část optického vlákna linky obsahující zdroj optické čerpací energie, dichroický vazební člen pro zapojení k první části optického vlákna linky a pro připojení ke zdroji optické čerpací energie, a úsek optického vlákna s aktivním jádrem, jednoho módu záření optického signálu a optické čerpací energie, mající jeden konec připojen k dichroickému vazebnímu členu a druhý konec ke druhé části optického vlákna, vyznačující se tím, že dichroický vazební člen (6) obsahuje dva úseky (9,10) optického vlákna s neaktivním jádrem uložené vedle sebe v úseku (11) jejich délky, kde jsou navzájem opticky svázeny stavením odpovídajících plášťů a podstatným spojením odpovídajících jader napnutím úseků, kde oba úseky (9,10) optického vlákna jsou jednoho módu pro záření optického signálu a optické čerpací energie.

2. Zesilovač podle bodu 1, vyznačující se tím, že úseky (9,10) optického vlákna tvořící dichroický vazební člen (6) mají ve svých odpovídajících pláštích a jádrech rozptýlení neaktivních dopovacích látek v podstatě stejné jako rozptýlení neaktivních dopovacích látek v plášti a jádru úseku (8) optického vlákna s aktivním jádrem.

3. Zesilovač podle bodu 1, vyznačující se tím, že v dichroickém vazebním členu (6) je poměr mezi průměrem v podstatě společného jádra obou úseků (9,10) optického vlákna a průměrem jádra těchto úseků na jejich koncích rovný od 0,3 do 0,5.

4. Zesilovač podle bodu 1, vyznačující se tím, že průměr modu k vlnové délce signálu v úsecích (9,10) optického vlákna tvořících zesilovač (3) je v podstatě rovný modu průměru k vlnové délce v částech (2,4) optického vlákna tvořících linku, pro kterou je zesilovač (3) navržen.

5. Zesilovač podle bodu 1, vyznačující se tím, že v dichroickém vazebním členu (6) je průměr v podstatě společného jádra obou úseků (9,10) optického vlákna v rozmezí od 1,56 μm do 2,8 μm pro vlnové délky signálu a čerpací energie 1536 nm a 980 nm.

6. Telekomunikační linka s optickým vláknem zahrnujícím alespoň první část optického vlákna a druhou část optického vlákna, které jsou spolu spojeny optickým zesilovačem zapojeným mezi nimi a obsahujícím zdroj optické čerpací energie a s ním opticky sdružený dichroický vazební člen dále sdružený s první částí optického vlákna linky, optické vlákno s aktivním jádrem také opticky sdružené s druhou částí optického vlákna linky, vyznačující se tím, že dichroický vazební člen (6) sestává ze dvou úseků (9,10) neaktivního optického vlákna uložených vedle sebe v úseku (11) jejich délky, kde jsou opticky svázány stavením příslušných plášťů a sloučením příslušných jader napnutím úseků, přičemž oba úseky (9,10) jsou jednoho modu pro záření optického signálu a optické čerpací energie.

7. Telekomunikační linka podle bodu 6, vyznačující se tím, že úseky (9,10) optického vlákna tvořící dichroický vazební člen (6) mají ve svých příslušných pláštích a jádrech rozptýlení neaktivní dopovací látky v podstatě shodné s rozptýlením neaktivní dopovací látky přítomné v plášti a jádru optického vlákna (8) s aktivním jádrem zesilovače (3).

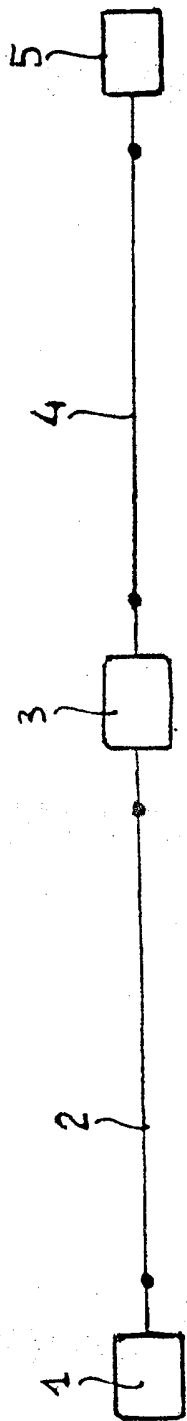
8. Telekomunikační linka podle bodu 6, vyznačující se tím, že v dichroickém vazebním členu (6) poměr mezi průměrem v podstatě společného jádra obou úseků (9,10) optického vlákna a průměrem jádra těchto úseků na koncích je v rozsahu od 0,3 do 0,5.

9. Telekomunikační linka podle bodu 6, vyznačující se tím, že průměr módu k vlnové délce signálu úseků (9,10) optického vlákna tvořících zesilovač (3) je v podstatě rovný průměru módu k vlnové délce signálu částí (2,4) optického vlákna linky.

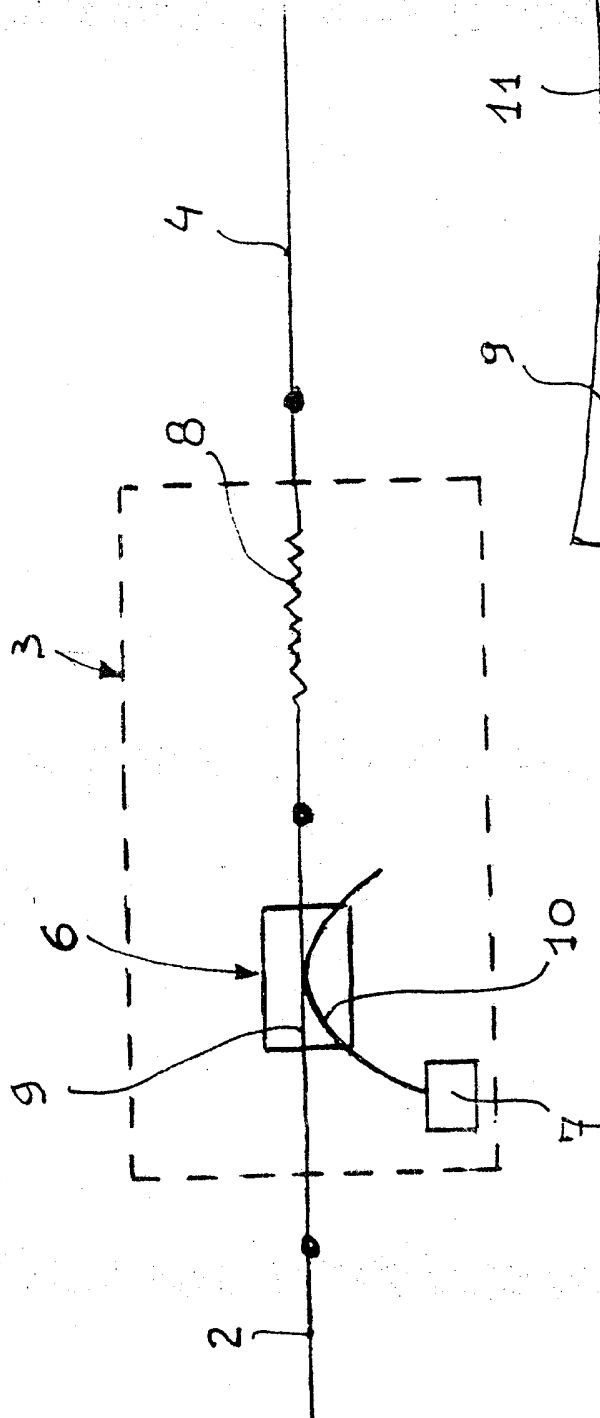
10. Telekomunikační linka podle bodu 6, vyznačující se tím, že v dichroickém vazebním členu (6) zesilovače (3) je průměr v podstatě společného jádra obou úseků (9,10) optického vlákna v rozsahu od 1,56 μm do 2,8 μm a radiace optického signálu a měření jsou 1536 a 980 nm.

Zastupuje:

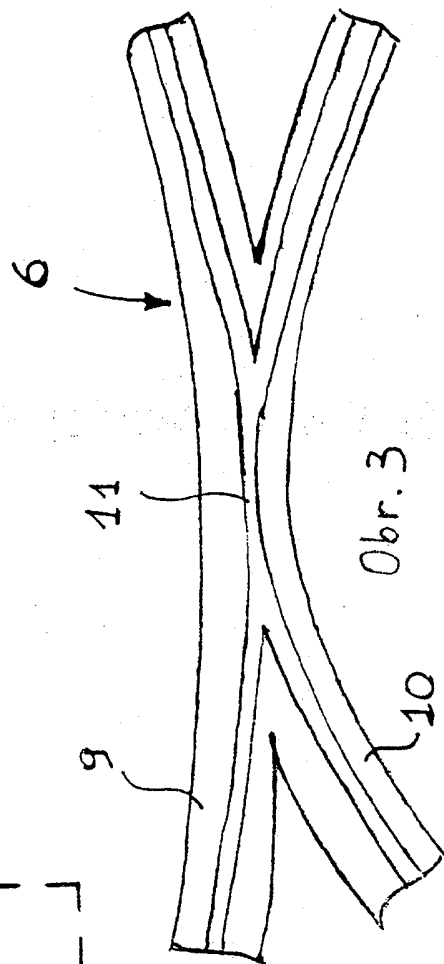
JUDr. Pavel ZELENÝ
advokát



Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

JUDr. Pavel ZELENÝ
advokát

Č. 1	048153	23 X 90	ÚŘAD PRO VĚSTĚNÍ A OBJEVY	PŘÍL.
------	--------	---------	---------------------------------	-------