

OPTIKAI SZÁL ÉS OPTIKAI ERŐSÍTŐ AZ OPTIKAI SZÁLLAL

Societá Cavi Pirelli S.p.A.

Milánó, OLASZORSZÁG, IT

A bejelentés napja: 1990. 11. 09.

Elsőbbsége: 1989. 11. 10. (22357 A/89) IT,
OLASZORSZÁG

KIVONAT

58927

A találmány tárgya optikai szál és optikai erősítő az optikai szállal. A különösen optikai távközlési vonalban alkalmazott optikai átviteli elem létrehozására szolgáló optikai szál anyaga kívánt hullámhosszúságú koherens fényt generáló erbiumos első doppeló összetevővel és optikai hullámvezetést biztosító törésmutatót változtató második doppeló összetevővel van kiképezve, amelyhez lézeres emissziót előidéző, adott hullámhosszúságú fényt generáló szivattyúzó fényforrás van csatlakoztatva. A javasolt optikai erősítő célszerűen száloptikás távközlési rendszerekben használható, benne lézeremisszióval működtetett, erbiummal doppeló anyagú aktív optikai szálhoz meghatározott hullámhosszon fényenergiát szivattyúzó lézerforrás kapcsolódik. Az optikai szál lényege, hogy az anyag öt befogadó optikai erősítőben alkalmazott szivattyúzó lézerforrás (4) emissziós hullámhosszán fényenergiával szemben jelentős abszorpciót mutató, abszorbeált szivattyúzó energiát az erbiumos első összetevőhöz továbbító és ennek révén optikai átviteli jel jelenlétében gerjesztett fényemissziót generáló populációinverziót előidéző harmadik doppeló összetevővel van kialakítva. Az optikai erősítő lényege abban van, hogy az aktív optikai szál (5) anyaga a szivattyúzó lézer emissziós hullámhosszánál fényabszorpciót mutató és az abszorbeált fényenergiát az aktív optikai szálban (5) levő erbiumnak átadó, ezzel az utóbbiban populációinverziót és ennek eredményeként optikai átviteli jel jelenlétében stimulált fényemissziót okozó további doppeló összetevőt tartalmaz.

(1. ábra)

7080.90

KÖZLEKEDÉSI PÉLDÁNY



Képviselő:

DANUBIA SZABADALMI ÉS VÉDJEGY IRODA KFT.

Budapest

A

58927

NSZ05: G02 B6/00;
H01 S3/06,3/094

OPTIKAI SZÁL ÉS OPTIKAI ERŐSÍTŐ AZ OPTIKAI SZÁLLAL

Società Cavi Pirelli S.p.A.

Milánó, OLASZORSZÁG, IT

Feltalálók:

Giorgio GRASSO

Monza (Milánó)

Aldo RIGHETTI

Milánó

Flavio FONTANA

Cormano (Milánó)

OLASZORSZÁG, IT

A bejelentés napja: 1990. 11. 09.

Elsőbbsége: 1989. 11. 10. (22357 A/89) IT,

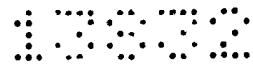
OLASZORSZÁG



A találmány tárgya optikai szál és optikai erősítő az optikai szállal. A különösen optikai távközlési vonalban alkalmazott optikai átviteli elem létrehozására szolgáló optikai szál anyaga kívánt hullámhosszúságú koherens fényt generáló erbiumos első doppeló összetevővel és optikai hullámvezetést biztosító törésmutatót változtató második doppeló összetevővel van kiképezve, amelyhez lézeres emissziót előidéző, adott hullámhosszúságú fényt generáló szivattyúzós fényforrás van csatlakoztatva. A javasolt optikai erősítő célszerűen száloptikás távközlési rendszerekben használható, benne lézeremisszióval működtetett, erbiummal doppeló anyagú aktív optikai szálhoz meghatározott hullámhosszon fényenergiát szivattyúzós lézereforrás kapcsolódik.

Ismeretes, hogy az optikai szálakat gerjesztett emisszió és így lézeres fényforrásként, valamint optikai erősítőként való felhasználás szempontjából fontos összetevőkkel doppeló maganyaggal készítik el. Az ilyen optikai szálakban a meghatározott hullámhosszú fényt előállító forrásból eredő fényvel végzett táplálás hatására a doppeló atomok gerjesztett energiaállapotba és elektronjaik szivattyúzós sávba kerülnek, ami azonban instabil állapotot jelent. Innen az elektron sugárzás nélkül igen rövid időn közbenső metastabil állapotot jelentő energiaszintre esik vissza, amelynek indukált emissziójánál (a lézere-sugárzás emissziójánál) van lényeges szerepe. Az elektronok a metastabil állapotban viszonylag hosszú ideig tartózkodhatnak. Ez a populációinverzióknak nevezett állapot.

Ha az optikai szivattyúzós (pumpálásnak) ezt az említett mechanizmusát fenntartjuk, ezzel igen sok atomot lehet

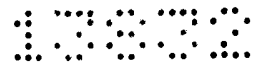


gerjesztett állapotba hozni, majd az elektronok metastabil gerjesztett és az adott közegre jellemző alapállapota közötti különbségnek megfelelő hullámhosszú fénynek a közegen való át-bocsátásával kikényszeríthető a gerjesztett atomok visszatérése az alapállapotukkal általában azonos alacsonyabb energiaszintre. Az így létrejövő indukált emisszió eredményeként generált fény (lézersugárzás) hullámhossza az át-bocsátott fényével azonos. A fentiekből következően az így módon magasabb energiaszintről való visszatéréssel közbenső állapotokra gerjeszthető anyagú, vagyis a populációinverzió állapotába vihető optikai szál felhasználásával a szálba juttatott optikai jel erősítése biztosítható.

A fentiekben leírt jelenség több különböző hullámhosszon is kiváltható, így az optikai szálra fluoreszcenciás spektrum határozható meg.

Az ismerttetett mechanizmus szerint megvalósuló erősítéssel járó indukált emisszió akkor válik lehetővé, ha a szálba elegendő nagyságú energiát szivattyúzunk, aminek révén a populációinverzió állapotában nagyobb számú atom jelen lehet és ezek között a doppeló anyag atomjainak száma nagyobb, mint az alapanyagé, amelynek atomjai általában az energetikai alapállapotban vannak. Az inverz populáció kialakításához szükséges energiát egyebek között fény formájában lehet közölni az optikai szál közegével, vagyis a szálhoz olyan fényforrást kell csatlakoztatni, amely a doppeló anyagnak a lézeremisszióhoz szükséges közbenső szintet meghaladó szintre való gerjesztésére alkalmas hullámhosszú fényt sugároz.

Az optikai szálakra jellemző fényabszorpciós színekép ve-



hető fel. Ez annyit jelent, hogy az optikai szál anyagában jelen levő doppeló összetevők különböző jellemzőjű energetikai átmeneteket tesznek lehetővé, aminek az a hullámhosszak különösen fontosak, amelyekre az abszorpció mértéke nagy.

Mindennek megfelelően abból a célból, hogy a szivattyúzó energiából elegendően nagy mennyiséget juttassunk az optikai szálba, a fényenergiát az optikai szálba olyan hullámhosszon kell bejuttatni, amelynél az abszorpciós színek csúcsához tartozó átmeneti energiaszint magasabb mint a kívánt lézeremissziós szint vagy legalább azzal egyenlő.

Ha például az optikai szál maganyagát erbiummal doppeljuk, mint azt például a 88-13769 számon közzétett GB szabadalmi bejelentés javasolja, mégpedig a fentiekben leírt típusú gerjesztett emisszió létrehozására optikai erősítő funkciók ellátása céljából, akkor azt mintegy 980 nm hullámhosszú fényenergia szivattyúzásával és így ilyen energiájú fény abszorpciójával lehet gerjesztett állapotba hozni. Ebből a célból az említett hullámhosszon sugárzó lézert célszerű alkalmazni.

Az így meghatározott hullámhossztartományban működő lézerek között a félvezető dióda lézerek a tipikusak, amelyek széles körben elterjedtek az optikai szálak távközlési rendszerekben. Ennek oka az, hogy ezek a lézerek kis méretűek, megbízhatóak, alacsony költségszinten gyárthatók. A mintegy 980 nm hullámhosszú fényel dolgozó berendezéseknél az alapvető probléma azonban a kis teljesítmény, amely általában 10 mW nagyságrendű, amit az említett emissziós hullámhossz biztosításához szükséges finom kristályszerkezet indokol. Ezért ezek a lézerek nem alkalmasak teljesítményerősítési funkciók ellátására, ame-



lyekre a távközlési vonalak mentén nagy szükség van.

A nagyobb, általában 50 mW-nál nagyobb kimenő teljesítményt biztosító félvezető lézerekre az jellemző, hogy az általuk generált optikai sugárzás hullámhossza 900 - 950 nm, ami viszont kívül esik azon a tartományon, amelyben az erbiummal doppolt szálak kívánt mértékű energiaabszorpcióra képesek. Ennek megfelelően ezek a félvezető lézerek az erbiummal doppolt optikai szálaknál lényegében nem használhatók.

Optikai erősítőknél a szivattyúzós fényenergia forrásként jól használhatók lennének az ismert egyéb nagyteljesítményű lézerek is, mint például a neodímium:YAG felépítésű háromszintes diódás szivattyúzós lézerek, de ezekre a 947 nm emissziós hullámhossz jellemző, ami szintén az erbiumos doppelő összetevő hatékony optikai szivattyúzásához szükséges tartományon kívül esik.

A fentiekből következően fennáll az igény olyan fényforrást tartalmazó elrendezés létrehozására, amelynél az erbiummal doppolt közeg optikai gerjesztése biztosítható.

A találmány feladata olyan doppelő optikai szál létrehozása, amelyben az abszorpciós szint elegendően nagy ahhoz, hogy fénysugárzás hatására a doppelő anyagok vagy összetevők a lézeres emisszióhoz szükséges metastabil állapot felvételére alkalmas energiaállapotba kerüljenek, vagyis olyan optikai szál létrehozása, amely nagy teljesítményű lézerrel együttműködve ipari és távközlési célokra a gyakorlatban jól használható, valamint képes távközlési vonalakban optikai jelek erősítésére.

A kitűzött feladat megoldására egyrészt különösen optikai távközlési vonalban alkalmazott optikai átviteli elem lét-

rehozására szolgáló optikai szálát, másrészt különösen száloptikás távközlési rendszerhez szükséges optikai erősítőt hoztunk létre.

A javasolt optikai szálnál, amelynek anyaga kívánt hullámhosszúságú koherens fényt generáló erbiumos első doppeló összetevővel és törésmutatót optikai hullámvezetés igényeinek megfelelően változtató második doppeló összetevővel van kiképezve és amelyhez lézeres emissziót előidéző, adott hullámhosszúságú fényt generáló szivattyúzós fényforrás van csatlakoztatva, a találmány értelmében az anyag őt befogadó optikai erősítőben alkalmazott szivattyúzós lézerforrás emissziós hullámhosszán fényenergiával szemben jelentős abszorpciót mutató, abszorbeált szivattyúzós energiát az erbiumos első összetevőhöz továbbító és ennek révén optikai átviteli jel jelenlétében gerjesztett fényemissziót generáló populációinverziót előidéző harmadik doppeló összetevővel, célszerűen háromértékű kationként jelen levő itterbiummal van kialakítva.

Különösen előnyös a találmány szerinti optikai szálnak az az itterbiumos kiviteli alakja, amelynél az itterbium és az erbium olyan mennyiségben van jelen, hogy oxidjaik mennyiségére az

$$1 \leq \frac{[\text{Yb}_2\text{O}_3]}{[\text{Er}_2\text{O}_3]} \leq 100$$

összefüggés teljesül, továbbá az itterbium részaránya az anyag mennyiségéhez viszonyítva legfeljebb 5 tömeg%, célszerűen azonban 1 tömeg%-nál nem nagyobb.

A találmány szerinti optikai szálnál különösen előnyös, ha a törésmutató változtatására alkalmas második doppeló

összetevő germánium vagy alumínium.

A kitűzött feladat megoldására létrehozott optikai erősítőben lézeremisszióval működtetett, erbiummal doppelte anyagú aktív optikai szálhoz meghatározott hullámhosszon fényenergiát szivattyúzós lézerforrás kapcsolódik, és a találmány értelmében az aktív optikai szál anyaga a szivattyúzós lézer emissziós hullámhosszánál fényabszorpciót mutató és az aszorbeált fényenergiát az aktív optikai szálban levő erbiumnak átadó, ezzel az utóbbiban populációinverziót és ennek eredményeként optikai átviteli jel jelenlétében stimulált fényemissziót okozó további doppelte összetevőt tartalmaz, amely célszerűen háromértékű kation formájában jelen levő itterbium, míg a fényenergiát szivattyúzós fényforrás előnyösen 900 nm és 950 nm közötti hullámhosszon sugárzó háromszintű, dióddal szivattyúzott neodímium:YAG típusú vagy félvezető diódalézer.

A találmány szerinti optikai erősítőnél ugyancsak előnyös, ha az aktív optikai szál anyagában a további doppelte összetevőtjelentő itterbium és az erbium olyan mennyiségben van jelen, hogy oxidjaik mennyiségére az

$$1 \leq \frac{[\text{Yb}_2\text{O}_3]}{[\text{Er}_2\text{O}_3]} \leq 100$$

összefüggés teljesül, továbbá az itterbium részaránya az anyag mennyiségéhez viszonyítva legfeljebb 5 tömeg%, általában legfeljebb 1 tömeg%.

A találmány tárgyát a továbbiakban példakénti kiviteli alakok alapján, a csatolt rajzra hivatkozással ismertetjük részletesen. A rajzon az

1. ábra: doppelte szállal létrehozott találmány szerinti erősítő

tő tömbvázlata, a

2. **ábra:** az 1. ábra szerinti optikai erősítő létrehozásához alkalmazott optikai szál energiaszintjeinek vázlatos elrendezése, a
3. **ábra:** szilícium-dioxid alapú üvegből készült, erbiummal (Er^{3+}) doppolt optikai szál fényabszorpciós görbéje, a
4. **ábra:** szilícium-dioxid alapú üvegből készült, erbiummal (Er^{3+}) és itterbiummal (Yb^{3+}) doppolt, találmány szerinti optikai szál egyik kiviteli alakjának fényabszorpciós görbéje, az
5. **ábra:** szilícium-dioxid alapú üvegből készült, erbiummal (Er^{3+}) és itterbiummal (Yb^{3+}) doppolt, találmány szerinti optikai szál egy másik kiviteli alakjának fényabszorpciós görbéje, míg a
6. **ábra:** a 4. ábrán bemutatott optikai szálra jellemző gerjesztett emissziót ábrázoló görbe.

Távközlési célokra előkészített szálakban terjedő jelek teljesítményszintjének erősítésére jól ismert az optikai szálal létrehozott erősítők alkalmazása. Ezek az erősítők lényegében az 1. ábra szerint épülnek fel, ahol 1 optikai távközlési vonal elején 2 lézeres jelforrás van elrendezve. A 2 lézeres jelforrás λ_s hullámhosszú jelet állít elő és ez az 1 optikai távközlési vonal egy adott hosszúságú szakasza után 3 dikroikus csatolóelembe kerül. A 3 dikroikus csatolóelem 4 szivattyúzó lézerrforrással kapcsolódik és itt a fényjel λ_p hullámhosszú szivattyúzó fényvel kombinálódik. A két hullámhosszú fény kombinációjaként kapott fény 5 optikai szálon keresztül halad tovább 6 aktív erősítő vonalszakaszba, amely szintén optikai

szálként van kiképezve. Ez utóbbiban a jel a kívánt mértékben felerősödik és 7 vonali optikai szálon át halad tovább a kijelölt cél felé.

A 6 aktív erősítő vonalszakasz létrehozásához általában ismert felépítésű optikai szálanyagokból indulunk. Ezt az erősítő szakaszt például szilícium-dioxid alapú üvegből készítjük, amelyhez a törésmutató változásának kívánt profilját beállító alumínium-oxidot (Al_2O_3) adagolunk. Ennek az ismert intézkedésnek a célja a hullámvezetés feltételeit biztosító törésmutató-változás előidézése. Ehhez az anyaghoz további doppeló összetevőként erbiumot adunk, például Er_2O_3 alakjában, aminek célja az erősítés lehetőségének létrehozása. Ilyen megoldást mutat például a GB-A1 88-13769 számon közzétett brit szabadalmi leírás, amelynél az erbiummal biztosított populációinverzió az átmenő jel kívánt mértékű erősítésének feltételeit teremti meg. Egy másik megoldás szerint a lézeres emisszióra szolgáló összetevő ugyancsak erbium, amelyhez a törésmutató kívánt változását biztosító doppeló összetevőként germániumot adagolunk.

A fentiekben leírt típusú szál energiaszintjeit a 2. ábra mutatja. Ezen a különböző E energiával jellemzett energiaállapotok láthatók, amelyeket a szilícium-dioxid alapú mátrixból készült üvegszál anyagában oldott erbiumionok képesek biztosítani. Ennél a megoldásnál, ha az anyagban λ_p hullámhosszú szivattyúzó fény terjed, és ez a hullámhossz kisebb, mint az átviteli jel λ_s hullámhossza, az erbium Er^{3+} formában jelen levő ionjai közül több 8 gerjesztési sávba kerül, ami a továbbiakban a szivattyúzásra jellemző energiasávot jelöli. Ebből a szilícium-dioxid alapú mátrixban jelen levő doppeló összetevők a lé--

zeremisszióra jellemző 9 emissziós szintre térnek vissza, mégpedig spontán módon.

A 9 emissziós szinten az említett erbiumionok viszonylag hosszú ideig tartózkodhatnak, ez lehetővé teszi a populációinverzió állapotának felvételét, amikor is a 9 emissziós szinthez tartozó magasabb energiaszinten több atom van, mint 10 alapszinten, amelyet a gerjesztetlen atomok energiaállapota határoz meg. Ha a 9 emissziós szinten nagyobb számú ion tartózkodik, a 10 alapszintre való visszatéréshez tartozó hullámhosszú fény átengedésekor a 9 emissziós szintről az ionok visszatérnek a 10 alapszintre, ez fényenergia kibocsátásával jár és a kaszkád módon lezajló folyamat eredményeként a 6 aktív erősítő vonalszakasz végén a kiindulásihoz képest jóval nagyobb energiájú átviteli jelet kapunk.

A fentiekben leírt összetételű anyaggal létrehozott optikai szál fényabszorpciós spektrumában, amely a hullámhossz függvényében az A csillapítást mutatja, mintegy 980 nm hullámhossznál (3. ábra) jellegzetes, igen magas csúcs található. Az ehhez a csúcshoz tartozó abszorpciónál az adott hullámhosszú fény jelenlétében az erbiumionok a szivattyúzó sávba térnek vissza és így a 980 nm körüli hullámhosszú fénysugárzás hatására az optikai szálba viszonylag nagy szivattyúzó energia táplálható, ami az erősítés céljaira szolgál.

Ezt a hullámhosszt laboratóriumi feltételek között igen könnyen lehet előállítani például titán-zafír alapú lézerekkel vagy félvezető diódás lézerekkel. Ezzel szemben az ipari és más gyakorlati felhasználásoknál, az optikai szálak távközlési rendszerekben az előzőekben említettek lézerekkel előállítható-

aknál nagyobb teljesítményekre van szükség, mégpedig olyanokra, amelyeket például a kereskedelmi forgalomban könnyen beszerezhető neodímium:YAG típusú diódás háromszintes szivattyúzó lézerek vagy a félvezető diódás lézerek nagyobb teljesítményű típusai biztosítanak. Az előbbiekre a 947 nm körüli, az utóbbiakra a 900 - 950 nm tartományba eső hullámhossz a jellemző. Ezek a lézerek legalább 50 mW teljesítményt biztosítanak, bekerülési költségük és megbízhatóságuk elegendően nagy ahhoz, hogy elvileg távközlési vonalak alkotórészei lehessenek.

Mint az előzőekben már említettük, ezeknél a lézeres fényforrásoknál az emissziós sáv 900 és 950 nm között van. A 3. ábrából jól kitűnik, hogy ebben a hullámhossztartományban az erbiumentartalmú optikai szál abszorpciója igen alacsony, ami lényegében kizárja azt, hogy a lézerhatást biztosító kívánt populációinverziós állapot kialakulhasson.

Megállapításunk szerint azonban, ha erbiium mellett itterbiumot (Yb^{3+}) alkalmazunk második doppelő összetevőként, ahol nyilvánvalóan az erbiium mellett a törésmutató kívánt függvény menti változtatására alkalmas doppelő összetevő (alumínium vagy germánium) szintén jelen van, a 4. ábra szerinti abszorpciós görbét kapjuk, amelyben a nagy abszorpcióval jellemzett hullámhossztartomány igen széles. Ez felöleli a neodímium:YAG lézerek háromszintes emissziós sávját, de ugyanúgy a félvezető diódás lézerek előbb említett emissziós sávját. Ezen kívül meglepő hatásként azt tapasztaltuk, hogy ennél a hullámhossztartománynál az itterbium jelenléte miatt a fényabszorpcióval együtt az erbiiummal doppelő szálakra jellemző hullámhosszú lézersugárzás nyerhető, vagyis az ilyen optikai szál optikai erősítő ak-

tív elemeként alkalmazható.

Az említett típusú, tehát erbiummal és itterbiummal dopolt optikai szálaknál az energia abszorpciója valószínűleg úgy zajlik, hogy az itterbium ionjai a felvett energiát az erbium ionjaihoz továbbítják, így az utóbbiak elérik a lézeremisszióhoz szükséges szintet és biztosítják az ehhez a szinthez viszonyított hullámhosszon az optikai erősítést.

Az előbbieken elmondottak alátámasztásaként elmondható, hogy az 1,5 - 1,6 μm hullámhossztartományba eső abszorpcióval jellemzett és csak itterbiummal dopolt optikai szálaknál a lézerhatás nem figyelhető meg. Nyilvánvaló tehát, hogy a fényemisszió nem csak az itterbium jelenlétének következménye, hiszen az emissziós hullámhossz az erbiumra tipikus értéként jelenik meg.

Kísérleti célokra olyan aktív szálak készítettünk, amely szilícium-dioxid alapú anyagból készült, benne a doppeló összetevők részaránya a következő volt:

Er_2O_3	0,06 tömeg%
Yb_2O_3	6,0 tömeg%
Al_2O_3	8,5 tömeg%.

Az említett optikai szál a 4. ábrán bemutatotthoz hasonló abszorpciós görbével jellemezhető, benne a fényabszorpció lényegében a 890 nm és 1000 nm közötti hullámhossztartományban biztosított.

A szál emissziós színeképe a 6. ábrán látható. Ez azt mutatja, hogy mintegy 80 mW teljesítményű, 930 nm hullámhosszú fényt emittáló szivattyúzós forrás alkalmazásakor az emisszió lefutása lényegében hasonló a csak erbiumot tartalmazó szilici-

um és alumínium alapú szálakéhoz.

Az említett felépítésű optikai szál felhasználásával az 1. ábra szerinti optikai erősítőt építettünk, amelynél a 6 aktív erősítő vonalszakasz hossza 5 m. Ehhez szivattyúzós lézereként háromszintű Nd:YAG lézert csatlakoztattunk, amely 947 nm hullámhosszon sugárzott, teljesítménye 100 mW volt. A kereskedelmi forgalomban beszerezhető lézert használtunk.

Az optikai szálon (In, Ga, As) DFB elrendezésű félvezető lézer által keltett fényimpulzusokat engedünk át. Ezekre az 1531 nm hullámhossz és a mintegy 1 mW teljesítmény volt jellemző. A 6 aktív erősítő vonalszakasz bemenetéig ebből a jelteljesítményből alig valami maradt, hiszen lényegében 1 μ W teljesítményű jel érkezett oda.

A fenti feltételek között az erősítő elrendezés mintegy 30 dB nyereséget tett lehetővé.

Az említett elrendezést összehasonlítás céljából olyan szilícium-dioxid alapú aktív optikai szállal is összehasonlítottuk, amelyben doppeló összetevőként Al_2O_3 és Er_2O_3 volt jelen, ez utóbbi mintegy 600 ppm részarányban. Most is az előbbieken bemutatott szivattyúzós teljesítményforrást választottuk, amelyre a 947 nm hullámhossz volt jellemző. Ebben az esetben a nyereség alig 8 dB volt. Ha viszont mintegy 980 nm hullámhosszú szivattyúzós lézerforrást alkalmaztunk, amit például félvezető dióda alapú, csökkent (legfeljebb 10 mW) teljesítményű lézerekkel valósítottunk meg, amely alkalmatlan a távközlési jelek kívánt mértékű erősítésének biztosítására, vagy pedig ugyanerre a célra a rendkívül költséges titán-zafír alapú nagyobb teljesítményű lézereket használtunk, jelentős nyereség

volt elérhető. Az utóbbi lézerek széleskörű ipari alkalmazását költséges voltuk zárja ki.

Az 5. ábrán germániummal doppolt szilícium-dioxid alapú szál abszorpciós diagramja látható, amelynek anyagában a következő összetevők voltak találhatóak:

Er_2O_3	0,175 tömeg%
Yb_2O_3	1,72 tömeg%.

Könnyen belátható, hogy azoknál az optikai szálaknál, amelyeknél a törésmutató kívánt lefutású változását germániummal biztosítjuk, a fenti abszorpciós jelenségek figyelhetők meg, ezért ezek jól használhatók a háromszintű Nd:YAG lézereket hasznosító optikai erősítőkkel való együttműködésre vagy olyan elrendezésekben, ahol a szivattyúzást 900 - 950 nm hullámhossztartományban sugárzó félvezető diódával valósítjuk meg.

A találmány szerint kialakított optikai szálban az itterbium mennyisége célszerűen nem kisebb, mint az erbiomé, amit elsősorban az itterbiumtól az erbiomhoz való energiaátvitel hatékonysága alapoz meg. A tapasztalat szerint az említett fémek oxidjait tekintve az optikai szál maganyagában a következő részaránytartomány tűnik különösen előnyösnek:

$$1 \leq \frac{[\text{Yb}_2\text{O}_3]}{[\text{Er}_2\text{O}_3]} \leq 100$$

A javasolt optikai szálban az itterbium maximális részaránya 5 tömeg% alatt van, célszerűen 1 tömeg%-ot nem lép túl. Ha az itterbiumot nagyobb koncentrációban használjuk, ezzel az optikai szál erősítő funkcióját rontjuk le, mivel az itterbium a szálon belüli fényterjedési feltételeket változtatja és ezen túlmenően az erősítési hatékonyság csökkenne. Az itterbium je-

lenléte miatt nagyobb részaránya esetén nemkívánatos típusú energiaátmenetekre kellene számítani, a szivattyúzó teljesítményforrásokból származó nyereség leromlana.

A doppeló összetevőket a szál anyagába különböző ismert módokon lehet bevinni. Ilyen például az oldatok kialakítása, amelyek felhasználásával a kívánt egyenletes eloszlás létrehozható, de adott esetben más, az adott feltételektől függő technikák ugyancsak alkalmazhatók.

A találmány szerinti optikai szál anyagába a felhasználás céljaitól függően további doppeló összetevők szintén bevihetők.

A fenti ismertetés lényegében a találmány legfontosabb megvalósítási módjaira szorítkozik, de egyáltalában nem jelenti az oltalmi kör ezekre való korlátozásának szándékát.



SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Optikai szál, különösen optikai távközlési vonalban alkalmazott optikai átviteli elem létrehozására, amelynek anyaga kívánt hullámhosszúságú koherens fényt generáló erbiumos első doppeló összetevővel és optikai hullámvezetést biztosító törésmutatót változtató második doppeló összetevővel van kiképezve, amelyhez lézeres emissziót előidéző, adott hullámhosszúságú fényt generáló szivattyúzó fényforrás van csatlakoztatva, azzal jellemezve, hogy az anyag őt befogadó optikai erősítőben alkalmazott szivattyúzó lézerforrás (4) emissziós hullámhosszán fényenergiával szemben jelentős abszorpciót mutató, abszorbeált szivattyúzó energiát az erbiumos első doppeló összetevőhöz továbbító és ennek révén optikai átviteli jel jelenlétében gerjesztett fényemissziót generáló populációinverziót előidéző harmadik doppeló összetevővel van kialakítva.

2. Az 1. igénypont szerinti optikai szál, azzal jellemezve, hogy a harmadik doppeló összetevő háromértékű kationként jelen levő itterbium vagy annak vegyülete.

3. A 2. igénypont szerinti optikai szál, azzal jellemezve, hogy anyagában az itterbium és az erbium olyan mennyiségben van jelen, hogy oxidjaik mennyiségére az

$$1 \leq \frac{[\text{Yb}_2\text{O}_3]}{[\text{Er}_2\text{O}_3]} \leq 100$$

összefüggés teljesül, továbbá az itterbium részaránya a maganyag mennyiségéhez viszonyítva legfeljebb 5 tömeg%.

4. A 3. igénypont szerinti optikai szál, azzal jellemez-

mezve, hogy az itterbium részaránya az anyag mennyiségéhez viszonyítva legfeljebb 1 tömeg%.

5. Az 1. - 4. igénypontok bármelyike szerinti optikai szál, azzal jellemezve, hogy a törésmutató változtatására alkalmas második doppeló összetevő germánium.

6. Az 1. - 4. igénypontok bármelyike szerinti optikai szál, azzal jellemezve, hogy a törésmutató változtatására alkalmas második doppeló összetevő alumínium.

7. Optikai erősítő, különösen száloptikás távközlési rendszerhez, amelyben lézermisszióval működtetett, erbiummal doppeló anyagú aktív optikai szálhoz (5) meghatározott hullámhosszon fényenergiát emittáló szivattyúzós lézerforrás (4) kapcsolódik, azzal jellemezve, hogy az aktív optikai szál (5) anyaga a szivattyúzós lézer emissziós hullámhosszánál fényabszorpciót mutató és az aszorbeált fényenergiát az aktív optikai szálban (5) levő erbiumnak átadó, ezzel az utóbbiban populációinverziót és ennek eredményeként optikai átviteli jel jelenlétében stimulált fényemissziót okozó további doppeló összetevőt tartalmaz.

8. A 7. igénypont szerinti optikai erősítő, azzal jellemezve, hogy az aktív optikai szál (5) anyagának további doppeló összetevője háromértékű kation formájában jelen levő itterbium, míg a fényenergiát szivattyúzós fényforrás 900 nm és 950 nm közötti hullámhosszon sugárzó háromszintű, diódával szivattyúzós neodímium:YAG típusú vagy félvezető diódalézer.

9. A 8. igénypont szerinti optikai erősítő, azzal jellemezve, hogy az aktív optikai szál (5) anyagában az itterbium és az erbium olyan mennyiségben van jelen, hogy oxidjaik mennyisé-

gére az

$$1 \leq \frac{[\text{Yb}_2\text{O}_3]}{[\text{Er}_2\text{O}_3]} \leq 100$$


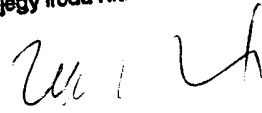
összefüggés teljesül, továbbá az itterbium részaránya az optikai szál maganyagának mennyiségéhez viszonyítva legfeljebb 5 tömeg%.

10. A 9. igénypont szerinti optikai erősítő, azzal jellemelve, hogy az aktív optikai szál (5) maganyagában az itterbium koncentrációja legfeljebb 1 tömeg%.

-3 rajzlap-

R₃

A bejelentő helyett a
meghatalmazott:

 DANUBIA
Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft.
18. 

8927

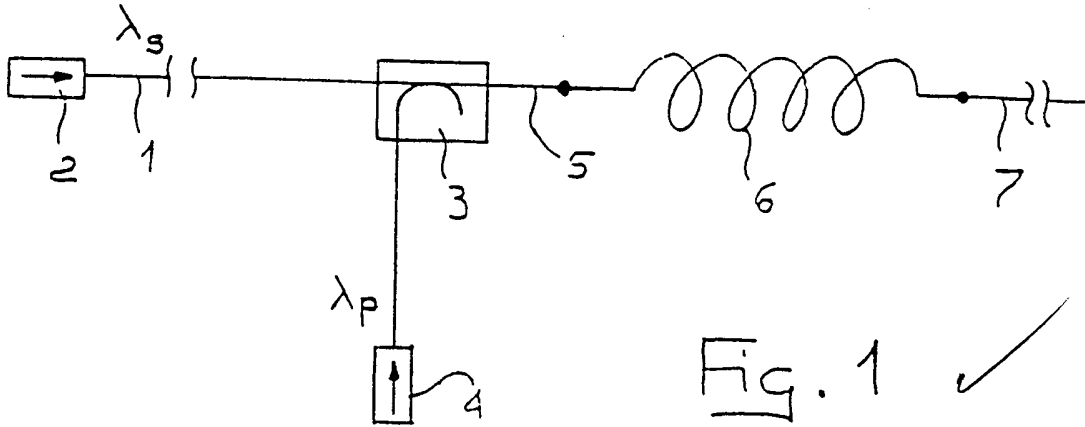


Fig. 1 ✓

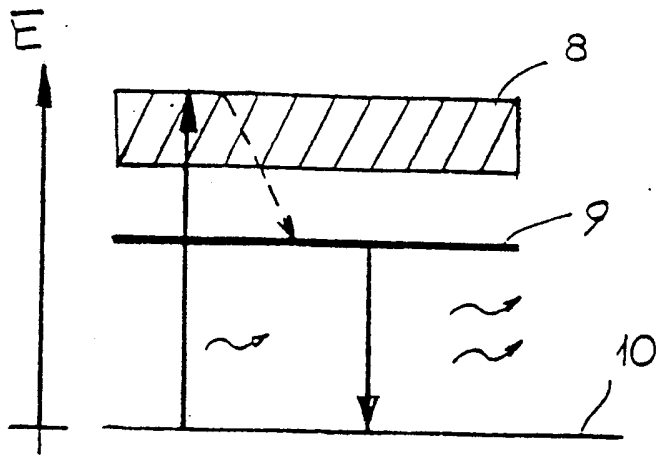


Fig. 2

DANUBIA
Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft
18.

[Handwritten signature]

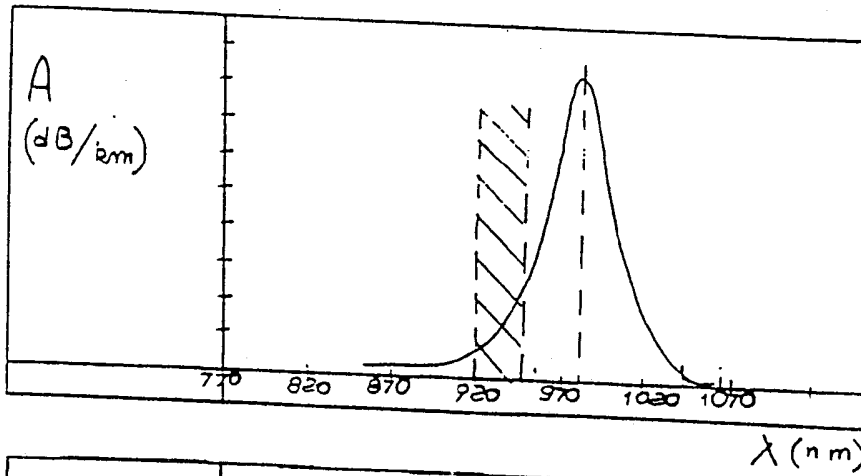


Fig. 3

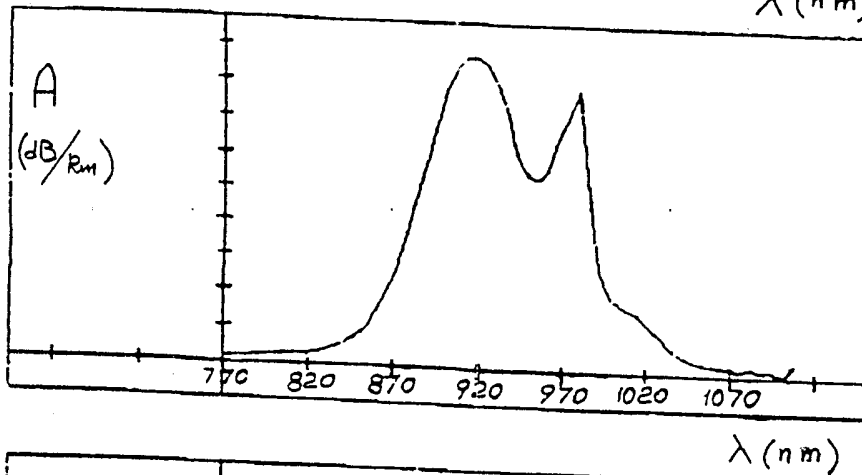


Fig. 4

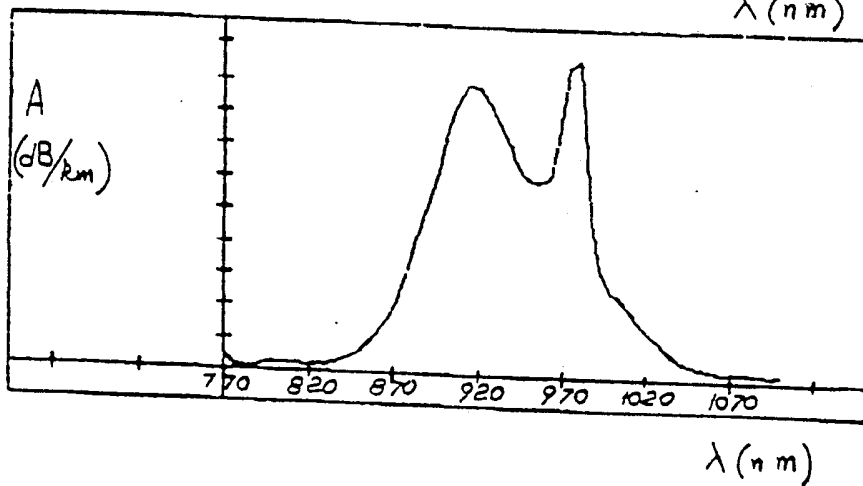


Fig. 5

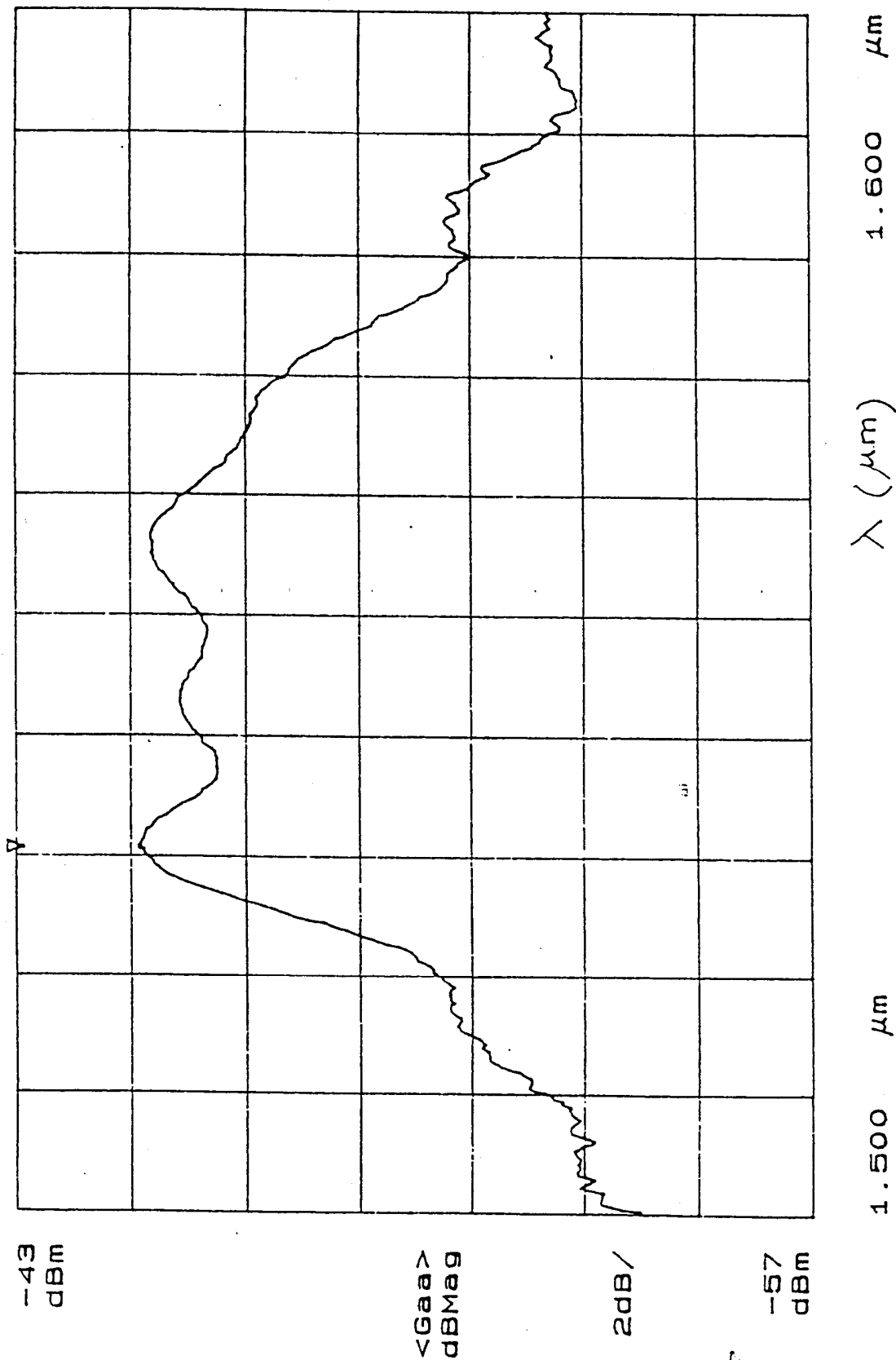


FIG. 6

DANUBIA
Szabadalmi és Védjegy Iroda Kft.
18.
[Handwritten signature]