

(19) Országkód:

HU



**MAGYAR
KÖZTÁRSASÁG
ORSZÁGOS
TALÁLMÁNYI
HIVATAL**

SZABADALMI LEÍRÁS

(11) Lajstromszám:

200048 B

(51) Int. Cl.⁵

(22) Bejelentés napja: 1988.12.14. (21) 6422/88

(30) Bejelentés elsőbbsége:
(P 37 42 504.8) 1987.12.15. DE

(40) Közzététel napja: 1989.06.28.

(45) Megadás meghirdetésének dátuma
a Szabadalmi Közlönyben: 1990.03.28.

H 04 B 10/12

G 02 B 6/12

G 02 F 1/03

G 02 F 1/19

(72) Feltaláló:

Dr. KINDT Stefan,
München, (DE)

(73) Szabadalmas:

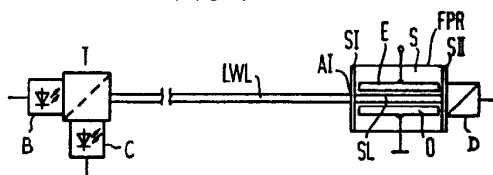
Siemens Aktiengesellschaft,
Nyugat-Berlin (WB),
München, (DE)

(54) REFLEKTÍV ADÓ- ÉS VEVŐBERENDEZÉS KÉTIRÁNYÚ FÉNYVEZETŐS HÍRKÖZLŐ RENDSZERHEZ

(57) KIVONAT

Reflektív adó- és vevőberendezés kétirányú fényvezetős hírközlő rendszerhez, amelyben a fényvezető csak egyik végén van ellátva - előnyösen lézerrel képezett - egy vagy több fényforrással. A találmánynak a fényvezetőhöz (LWL) egyik részben áteresztő tükre (SI) által képezett be/kimenetével (AI) kapcsolódó, villamosan vezérelhető integrált-optikai Fabry-Perot-rezonátora (FPR) van, amelynek vezérlőelektrodái (E, O) adó-jelforráshoz vannak csatlakoztatva, és a Fabry-Perot-rezonátornak (FPR) a fényvezetővel (LWL) ellentétes oldali másik részben átteresztő tükre (SII) mögött a Fabry-Perot-rezonátor (FPR) hullámvezető sávján (SL) keresztül vevő-fényjellel megtáplált optoelektromos átalakító (D) van elhelyezve. (1. ábra)

FIG 1



HU 200048 B

A leírás terjedelme: 5 oldal, 1 rajz, 2 ábra

A találmány tárgya reflektív adó- és vevőberendezés kétirányú fényvezetős hírközlő rendszerhez.

Egymódusú fényvezetővel képezett kétirányú hírközlő rendszerben lehetséges, hogy egy vagy több fényforrást csak a fényvezető-szakasz egyik végén helyezzenek el. (US-A-4 195 269, elsősorban 2. hasáb, 32-44. és 51-55. sorok, DE-A-2 708 606; WO-A-87/06084, elsősorban a 7. oldal 32. sorától a 8. oldal 11. soráig, a 8. oldal 22-31. sorai és a 3. ábra; Electronics Letters 22. évf. (1986) 9. szám, 479-481. oldalak és 10. szám 517-518. oldalak).

Optikai (intenzitás-) modulátor vezérelhető optikai iránycsatolóval képezhető ki [Telcom Report 10. évf. (1987) 2. szám 90-98. oldal, 8. és 9. ábra; WO-A-87/06084, 3. ábra]. Az ilyen optikai iránycsatoló két azonos optikai hullámvezető sávból áll, amelyek egy szubsztrátumban diffúzióval vannak kialakítva (pl. titánnak litiumiobátba történő diffúziójával). A két keskeny és vékony sáv optikai törésmutatója nagyobb, mint a szubsztrátumé. A sávok meghatározott hosszon szorosan (tipikusan 5 μ m távolságra) egymás mellett futnak úgy, hogy az általuk vezetett hullámok optikai mezői átfedjék egymást, és az úgynevezett csatolási hosszukkal periodikusan ismétlődve az egyik hullámvezető sáv a másikkal fényenergiát adjon át. A hullámvezető sávok között és mellett elektrodák helyezkednek el, az ezek által előállított külső villamos terek a törésmutató és ezzel a terjedési sebesség és a szórás változásához, az úgynevezett elektrooptikus effektushoz vezetnek. Végeredményben a fényenergia átadásban is megfelelő változások lépnek fel.

A találmány megalkotásakor azt a célt tűztük ki, hogy olyan kétirányú optikai hírközlő rendszerrel, ahol egy vagy több fényforrás a fényvezető-szakaszban csak az egyik végén helyezkedik el, a reflektív adó- és a vevőberendezést különösen célszerűen alakítsuk ki.

Ebben az összefüggésben ismertettek már egy kétirányú optikai hírközlő rendszert, amelyben a fényvezető csak az egyik végén van ellátva egy, legfőképp lézerből álló fényforrással, míg a másik végén bemerítéssel a fényvezetőre kapcsolt felező vezérelhető optikai iránycsatolóval van kiképezve, amelynek mindkét hullámvezető sávja részben áteresztő tükörrel van lezárva, és a sávok vezérlőelektrodáira az adójel van ráadva. Továbbá a részben áteresztő tükör mögött a két hullámvezető sáv egyike ellátható a vevő-fényjel érzékelő optoelektromos átalakítóval (DE P 3 725 479.0).

Ezzel szemben a találmány egy más megoldást ad a reflektív adó- és vevőberendezés kialakítására.

A találmány tehát reflektív adó- és vevőberendezés kétirányú fényvezető hírközlő rendszerhez, amelyben a fényvezető csak

egyik végén van ellátva előnyösen lézerrel képezett egy vagy több fényforrással. A találmánynak a fényvezetőhöz egyik részben áteresztő tükre által képezett be/kimenetével kapcsolódó, villamosan vezérelhető integrált-optikai Fabry-Perot-rezonátora van, amelynek vezérlőelektrodái adó-jelforráshoz vannak csatlakoztatva, és a Fabry-Perot-rezonátornak a fényvezetővel ellentétes oldali másik részben áteresztő tükre mögött a Fabry-Perot-rezonátor hullámvezető sávján keresztül vevő-fényjellel megtáplált optoelektromos átalakító van elhelyezve.

Megjegyezzük, hogy ismertek a távolságmérésre használt Fabry-Perot-rezonátorok, ill. interferométerek. Ezek két egymással párhuzamosan felállított reflektorból (tükörből) állnak, amelyek között a fény rezonanciaszerűen oda-vissza tükröződik, és amelyek közül legalább az egyik részben áteresztő úgy, hogy fény átléphessen rajta. A két reflektor legalább egyike mozgathatóan van kialakítva, és a reflektorok távolsága a mérendő hosszúsághoz, illetve ennek változásához úgy van hozzárendelve, hogy a fényátvitel a reflektortávolsággal periodikusan változik (DE-A 3 044 183).

Ezenkívül megjegyzendő, hogy elviekben az is ismert, hogy az elektrooptikai Fabry-Perot-modulátorok reflektívmodulátorként kialakíthatók. (Proc. ECIO '87, 44-47. oldal, elsősorban a 45. oldal 12-30. sorai és az 1. ábra; OPTICS COMMUNICATIONS 55. évf. (1985) 5. szám, 316-318. oldalak, elsősorban a 316. oldal jobb hasábjának 8. sorától a 317. oldal bal hasábjának 4. soráig és az 1a. ábrával). A kétirányú hírközlés problémáira itt nem térnek ki, ehhez mutat utat a jelen találmány.

A találmánynak, kapcsolódva azzal az előnyével, hogy a reflektív adónak egyszerű szerkezet van, mivel az integrált-optikai eszköz csak egy lineáris hullámvezető szakaszból és két polírozott és bevont homlokfelületből áll, további előnye, hogy előállítására nem támaszt különleges követelményeket a fotolitográfiával szemben, hely és anyagszükséglete alacsony, és hogy előállításának technológiájában messzemenőleg a már létező integrált-optikai fázismodulátorokra (lásd idézett Telcom Report, 6. ábra) lehet támaszkodni, ahol a homlokfelületek reflexiósökkentő kialakítása reflektív réteggel helyettesíthető. Ezért belátható, hogy a reflektív adó előállításának költsége nagyon kedvező. Előnyös ezen kívül, hogy a reflektív adó átkapcsolása a teljes tükrözés állapotából a TE-hullámok maximális átvitelének állapotában 3 V-nál nem nagyobb vezérlő feszültséggel megoldható. Még akkor is, ha a villamos mellett termikus munkapontstabilizációt is használunk egy Peltier-elem segítségével, mindössze kis áramok szükségesek, mivel a találmány szerinti reflektív adón említésre méltó veszteségi teljesítmény nem lép fel.

A találmány további részleteit a következő leírásban a rajzokon szemléltetett kiviteli alak alapján ismertetjük, ahol az

1. ábra a találmány szerinti reflektív adó- és vevőberendezés vázlatos elrendezési rajza és a

2. ábra a találmányban alkalmazott integrált-optikai Fabry-Perot-rezonátor axonometrikus rajza.

Az 1. ábra vázlatos kiviteli példát ábrázol a találmány szerinti villamosan vezérelhető, integrált-optikai FPR Fabry-Perot-rezonátorral ellátott reflektív adó- és vevőberendezésre. Az FPR Fabry-Perot-rezonátor egyik AI be/kimeneténél egy LWL fényvezetővel van összekapcsolva, ez az LWL fényvezető alkotóeleme lehet egy kétirányú optikai hírközlő rendszernek és ehhez, mint ahogyan az 1. ábrán látható, tartozik az egyik végén egy adó egy B elektrooptikai átalakítóval, például egy lézerdiodával, és egy vevő egy C optoelektromos átalakítóval, például egy pin-diodával, amelyek egy T sugárosztó révén az LWL fényvezetőhöz vannak csatlakoztatva. A kétirányú optikai kommunikációs rendszernek a rajzon ábrázolt másik végénél nincs adót képező saját fényforrása, hanem tartalmaz egy integrált-optikai FPR Fabry-Perot-rezonátorral létrehozott reflektív adót, amely a kétirányú optikai kommunikációs rendszer említett egyik végéhez küldendő adójellel modulálható.

A 2. ábrán külön is ábrázolt villamosan vezérelhető FPR Fabry-Perot-rezonátor tartalmaz egy S szubsztrátumba, pl. litium-niobátba, diffundált lineáris optikai egymódusú SL hullámvezető sávot. A LiNbO₃ kristály S szubsztrátumnak az SL hullámvezető sávhoz képest merőleges homlokfelületei optikai minőségűre vannak polírozva, és részben áteresztő dielektromos SI és SII tükröként vannak kiképezve. Az optikai SL hullámvezető sáv és a homlokfelületi SI és SII tükrök együtt alkotják az optikai FPR Fabry-Perot-rezonátort. A részben áteresztő SI tükrök egy AI be/kimenetet alkot, amelynél az integrált-optikai FPR Fabry-Perot-rezonátor az LWL fényvezetőre rá van kapcsolva. A másik részben áteresztő SII tükrök mögött van elhelyezve egy pl. pin-diodával megoldott, további részeiben nem taglalt vevő D optoelektromos átalakítója. A lineáris optikai SL hullámvezető sávval párhuzamosan E és O vezérlőelektrodák vannak pl. alumíniumból felpárolgatva, ezekre ráadott feszültséggel lehetséges elektrooptikai jelenség révén megváltoztatni a LiNbO₃ kristály törésmutatóját és ezzel az FPR Fabry-Perot-rezonátor két homlokfelületi SI és SII tükrök közötti optikai távolságot. Ezekre az E és O vezérlőelektrodákra az LWL fényvezetőn keresztül küldendő adójel, pl. egy 140 Mbit/s-os jel van ráadva.

Az FPR Fabry-Perot-rezonátorban ill. interferométerben mindegyik homlokfelületen

a rápárolgatott SI, SII tükrök reflexiós koeficiensétől függően az oda érkező optikai hullám egy része reflektálódik és a maradék átvitelre kerül. Az SI, SII tükrök mögött egymásra szuperponálódnak a közvetlenül átvitt hullámvonulatok amplitúdói és az olyan hullámvonulatok amplitúdói, amelyek előzőleg egy vagy több esetben az FPR Fabry-Perot-rezonátorban oda-vissza reflektálódtak. A relatív fázishelyzettől függően ez az egymásra szuperponáló hullámvonulatok kölcsönös kioltásához (destruktív interferenciához) vagy összeadódásához (konstruktív interferenciához) vezet.

Amennyiben pl. az SI, SII tükrök közötti optikai távolság pontosan a felhasznált fény egynegyed hullámhosszának páros számú többszöröse, úgy az LWL fényvezető előremutató irányában a D optoelektromos átalakítóhoz vezetett fénynek konstruktív interferenciája van, aminek az a hatása, hogy fény nem tükröződik vissza az LWL fényvezetőbe. Egy veszteségmentes ideális FPR Fabry-Perot-rezonátornál (az SL hullámvezető sávban nincs terjedési veszteség, az SI, SII tükrökben pedig nincs szóródási veszteség) ebben az esetben az egész fény átvételre kerül.

Amennyiben az SI, SII tükrök közötti optikai távolság pontosan az egynegyed hullámhossz páratlan számú többszöröse, úgy előremutató irányban a fényhullámok kioltják egymást, de hátrafelé az LWL fényvezető irányában konstruktív interferencia lép fel, így maximális fény kerül vissza az LWL fényvezetőhöz.

Az ábrázolt reflektív adó a következőképp működik. Egy, az optikai hírközlő rendszer túloldaláról egy egymódusú LWL fényvezetőn átvitt (pl. 680 Mbit/s-es), előnyösen alacsony modulációs fokú (pl. 10%) fényjel az SI tükrök átviteli fokának megfelelő intenzitással belép az AI be/kimenetnél az SL hullámvezető sávba, és az SL hullámvezető sávba jutott vett fényjelből a részben áteresztő SII tükrök átviteli fokának, pl. 40%-nak megfelelő rész átlép a részben áteresztő SII tükrön és eléri a mögötte lévő D optoelektromos átalakítót.

Az SL hullámvezető sávban vezetett fényből a D optoelektromos átalakítóba el nem jutó és a részben áteresztő SII tükrök tükrözési fokának, pl. körülbelül 40%-nak megfelelő rész az SI tükrökhöz jut, és a részben áteresztő SI tükrökhöz juttatja, ahol az részben áthatol, részben visszaverődik, az így visszavert fénynek ezek a folyamatok megfelelően ismétlődnek.

Az SI tükrök által átengedett fényhullámvonulatok közötti, az E és O vezérlőelektrodákra adott adójel feszültségétől függő interferencia (előnyösen nagy modulációs fokú, pl. 100%) intenzitásmodulációként hat a fényre, amely az SL hullámvezető sáv AI be/kimenetén keresztül ismét visszakerül az LWL fényvezetőbe, amelyen át ellenkező irányban

az optikai hírközlő rendszer másik végéhez továbbbitódik. Az adójel pillanatnyi értékétől függően egyik határesetben (konstruktív interferenciánál) a fény az LWL fényvezetőn keresztül maximális intenzitással vezethető vissza, míg a másik határesetben (destruktív interferenciánál) a fény teljes egészében kioltható. Általában, vagyis az adójelnek a határértékek között lévő pillanatértékeinél, a leírt határesetek között vagyunk.

Veszteségmentes rezonátoroknál az SI és SII tükrök optikai távolságának megváltoztatásánál reflexió- ill. transzmissziómaximumok adódnak, amelyek annál élesebben jelentkeznek, minél nagyobb a felhasznált SI, SII tükrök reflexiós foka. Optimális modulációs löket ebben az esetben a tükröző homlokfelületek lehető legmagasabb reflexiós fokánál adódik ($R \approx 100\%$).

A fényhullámnak a Ti:LiNbO_3 SL hullámvezető sávban fellépő terjedési vesztesége $\alpha \approx 0,2 \text{ dBcm}^{-1}$ és az SI, SII tükrökön fellépő szóródási veszteségek miatt az FPR Fabry-Perot-rezonátor a gyakorlatban nem veszteségmentes. Fentiekből adódik, hogy tükröző homlokfelületenként mintegy 15% becsült veszteség esetén maximális modulációs löketet kb. 40%-os reflexiós foknál érünk el.

Az LWL fényvezetőn át érkező fény polarizációs irányától való függetlenség elérése érdekében LiNbO_3 szubsztrátumként, amelyben az SLI, SLII hullámvezető sávok titán diffúziójával képezzük, a LiNbO_3 -kristály egy speciális metszetét használhatjuk, amelynek elektrooptikai koeficiensei a TE és TM módusokban azonosak.

A találmány szerinti integrált-optikai reflektáló adó- és vevőberendezés egy előnyös kiviteli alakjának az alábbiak a jellemző paraméterei.

Építési hossz: kb. 15 mm.

Összvesztés: kb. 15% homlokfelületenként.

Krisztálmetszet a krisztallográfiai X-tengely mentén.

A hullámvezető sáv tengelye a krisztallográfiai Y-tengely mentén.

A tükrözés reflexiós foka kb. 40%.

Adójel feszültsége: $U_{\text{ad}} \leq 3\text{V}$.

Transzmittált optikai teljesítmény: 10%-56%,

Reflektált optikai teljesítmény: 0%-46%, a becsatolt optikai teljesítmény százalékában a ráadott adójelfeszültség szerint.

A reflektív adó- és vevőberendezés munkapontját az adójel feszültségének egy egyenfeszültségre való ültetésével állíthatjuk be. Mivel az LWL fényvezetőhöz visszavert fénynek az adójelfeszültség által keltett amplitúdó-modulációja a D optoelektromos átalakítóhoz átengedett optikai jelnél is jelentkezik, az előfizetőnél vett jel egy részét arra is használhatjuk, hogy az FPR Fabry-Perot-rezonátort egy szabályzó áramkörön keresztül az optimális munkapontban stabilizáljuk. Amennyiben az FPR Fabry-Perot-rezonátor erős hőmérsékletingadozásnak van kitéve, úgy kombinált termikus és villamos szabályozás is stabilizálhatja a munkapontot. Itt a villamos szabályozás a gyors zavarokat, a termikus szabályozás pedig (Peltier-elem segítségével) a lassú változásokat egyenlíti ki.

Egy optikai szálon történő kétirányú adatátvitelnél a két átviteli irány adatsebességének jelentősen különböznie kell egymástól, hogy az oda és vissza csatorna esetleges átfedése elektronikus szűréssel megszüntethető legyen.

Ez a feltétel adott például egy (szétosztó szolgáltatással rendelkező) szélessávú ISDN előfizetői csatlakozás esetén: a központban egy lézradó egy 680 MBaud-os jelet ad 10%-os modulációs fokkal egy egymódusú LWL fényvezetőn és az FPR Fabry-Perot-rezonátoron át az előfizető D optoelektromos átalakító vevőelemére. Az FPR Fabry-Perot-rezonátorba csatolt teljesítmény 10 és 56%-a közötti része a FPR Fabry-Perot-rezonátorra adott előfizetői adójelfeszültségtől függően jut el az előfizető D optoelektromos átalakítójába. Az előfizetőtől a központba azáltal jutnak el az adatok, hogy az FPR Fabry-Perot-rezonátor a reflektáló és transzmittáló állapot között ide-oda kapcsol úgy, hogy a központ felé visszavert fény 140 MBaud-os adatsebességű és kb. 100%-os modulációs fokú adatjelet hordoz, amely az optikai hírközlő rendszer ellenkező oldalától vett, előnyösen alacsony modulációs fokú fényjellel, mint csekély mértékű nagy frekvenciájú zavarral van átfedve.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

SZABADALMI IGÉNYPONTOK

1. Reflektív adó- és vevőberendezés kétirányú fényvezetős hírközlő rendszerhez, amelyben a fényvezető csak egyik végén van ellátva - előnyösen lézerrel képezett - egy vagy több fényforrással, *azzal jellemezve*, hogy a fényvezetőhöz (LWL) egyik részben áteresztő tükre (SI) által képezett be/kimenetével (AI) kapcsolódó, villamosan vezérelhető integrált-optikai Fabry-Perot-rezonátora (FPR) van, amelynek vezérlőelektrodái (E, O) adó-jelforráshoz vannak csatlakoztatva, és a Fabry-Perot-rezonátornak (FPR) a fényvezetővel (LWL) ellentétes oldali másik részben áteresztő tükre (SII) mögött a Fabry-Perot-rezonátor (FPR) hullámvezető sávján (SL) keresztül vevő-fényjellel meg táplált optoelektromos átalakító (D) van elhelyezve.

2. Az 1. igénypont szerinti adó- és vevőberendezés, *azzal jellemezve*, hogy a villamosan vezérelhető integrált-optikai Fabry-Perot-rezonátort (FPR) litium-niobát szubsztrátumba (S) diffundált lineáris hullámvezető sáv (SL) képezi, amely részben áteresztő tükröket (SI, SII) alkotó homlokfelületénél és a hullámvezető sávval (SL) párhuzamosan elhelyezett vezérlőelektrodákkal (E, O) van ellátva.

Kiadja az Országos Találmányi Hivatal, Budapest - A kiadásért felel: Himer Zoltán osztályvezető
R 4921 - KJK

90.2766.66-13-2 Alföldi Nyomda Debrecen - Felelős vezető: Szabó Viktor vezérigazgató

FIG 1

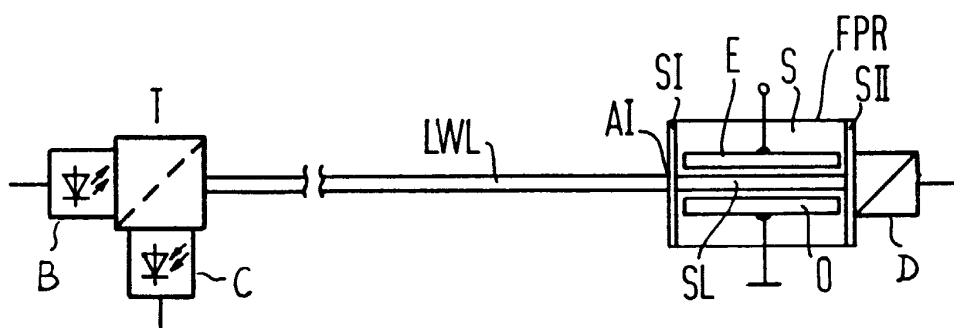


FIG 2

