



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(11) 308497

(13) B1

(51) Int Cl<sup>7</sup> G 02 B 6/28, 6/14

## Patentstyret

---

(21) Søknadsnr	19923426	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	1992.09.02	(85) Videreføringsdag	
(24) Løpedag	1992.09.02	(30) Prioritet	1991.09.10, NL, 9101532
(41) Alm. tilgj.	1993.03.11		
(45) Meddelt dato	2000.09.18		

(71) Patenthaver	Koninklijke KPN NV, Postbus 95321, NL-2509 CH Haag, NL
(72) Oppfinner	Johannes Jacobus Gerardus Maria van der Tol, Zoetermeer, NL
(74) Fullmektig	Oslo Patentkontor AS, 0259 Oslo

---

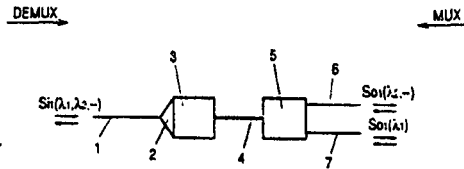
(54) Benevnelse **Bølgelengdemultiplekser og demultiplekser**

(56) Anførte publikasjoner EP A1 513919  
"Integrated Optical Devices Based on Silica Waveguide Technologies", T. Miyashita & al., SPIE Vol. 993 Integrated Optical Circuit Engineering VI(1988), sidene 288-294  
"Mode Conversion in Planar-Dielectric Separating Waveguides", W.K. Burns & al., IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol. QE-11, No. 1, January 1975, sidene 32-39  
"A Novel Low-Loss Inline Bimodal-Fiber Tap: Wavelength-Selective Properties", K.O. Hill & al., IEEE Photonics Technology Letters, Vol. 2, No. 7, July 1990, sidene 484-486

(57) Sammendrag  
Oppfinnelsen fremskaffer en bølgelengdedivisjonsmultiplekser og en bølgelengdedivisjonsdemultiplekser ved å kombinere en bølgelengde-selektiv modusomformer (3) med en bølgelengde-uavhengig modussplitter (5). Demultiplekseren omfatter en modomodal inngangskanal (1), en adapter (2) til den bimodale inngang hos en  $100\%TX_{00}-TY_{01}(\lambda_1)$  modusomformer (3), en bimodal forbindelseskanal (4) og en modussplitter (5) med en første utgangskanal (6) og en andre utgangskanal (7) som begge er monomodale, idet den første utgangskanal (6) har en høyere forplantningskonstant enn den andre. En  $\lambda_1$  komponent, som forplanter seg med en polarisasjon TX (TE eller TM) i et inngangssignal  $S_i(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots)$ , vil etter omforming i omformer (3), forplante seg i den mellomliggende kanal (4) i den første-ordens ledede modus med polarisasjonen TY (TE eller TM), og deretter forlate splitteren via utgangskanalen (7). Det resterende av inngangssignalet blir ikke påvirket av omformer (3), og blir derfor igjen i nullte-ordens modusen i den mellomliggende kanal (4), og vil forlate splitteren

(5) via utgangskanal (6). Multiplexeren opererer i motsatt etning.

Fordeler: fullstendig produserbar i integret form, ingen fremstillingstrinn av vanskelig type er påkrevet annet enn for tilvirkningen av de tilknyttede optiske bølgeledere.



## A. Bakgrunn for oppfinnelsen

### 1. Oppfinnelsens område

Oppfinnelsen gjelder feltet for integrerte optiske komponenter. Mer spesielt vedrører den en bølgelengdedivisjons-  
5 multiplekser og demultiplekser for å kombinere eller separere optiske signaler med forskjellig bølgelengde i en optisk bølgeleder.

### 2. Kjent teknikk

Bølgelengdemultipleksere og demultipleksere for optiske  
10 signaler er i og for seg kjent og er for tiden allerede kommersielt tilgjengelige i integrert form. De blir brukt til å øke signaloverføringskapasiteten hos en optisk forbindelse, og de er beregnet for eksempel for å kombinere eller separere signaler fra de to infrarøde vinduene, det  
15 vil si 1300 og 1500 nm. Som det er omtalt i avsnitt 5.2 i referanse [1] (se i det følgende under C), virker de ofte med retningskoblere eller Mach-Zehnder interferensmålere. Den selektive undertrykkelse av den uønskede bølgelengde er imidlertid ofte utilstrekkelig. Utgangskanalene blir derfor  
20 tilpasset med riller hvor det er plassert et gitterfilter. Imidlertid har dette den ulempe at en integrert optisk komponent blir kombinert med et bulkelement. Det er også kjent komponenter hvor slike gittere er utformet i integrert form med hjelp av submikron-teknologi. Disse har  
25 imidlertid en komplisert struktur, og deres tilvirkning er tilsvarende arbeidskrevende.

Referanse [2] omtaler en bølgelengdedemultiplekser basert på en bimodal optisk fiber. Denne demultiplekser kombinerer en bølgelengdeselektiv modusomforming oppnådd i en res-  
30 nansbimodal optisk fiber, med modussplitting fremskaffet ved hjelp av en bimodal sammensmeltet retningskobler. Som sådan kan denne kjente fiberoptiske demultiplekser ikke brukes i den ovenfor nevnte anvendelse, fordi det ikke er

noen bimodal fiber for kommunikasjonsbølgelengdene i de nevnte infrarøde vinduer. Det er sant at en integrert optisk versjon av en bølgelengdedemultiplekser basert på dette kjente prinsipp, kan oppnås ved å bruke, hva angår den ønskede bølgelengdeselektive modusomforming, en lett integrerbar modusomformer av en type lik den som er beskrevet i en referanse [3] som ikke er utgitt ennå. En bimodal retningskobler kan også i prinsippet bli integrert. Imidlertid, siden den ønskede koblingsoppførsel er svært spesiell, og er basert på interferens, krever en integrert optisk form svært små tilvirkningstoleranser. Dessuten kan ikke en demultiplekser basert på dette prinsipp, dersom lysets forplantningsretning blir reversert, bli brukt direkte som en multiplekser. Ytterligere, på grunn av nærværet av retningskobleren, kan det ikke fremskaffes noen polarisasjonsuavhengig multiplekser og demultiplekser på basis av det kjente prinsipp.

#### B. Sammenfatning av oppfinnelsen

Den foreliggende oppfinnelse avhjelper nevnte ulemper. Den fremskaffer en optisk bølgelengdemultiplekser og en integrert optisk bølgelengdedemultiplekser av den ovenfor nevnte type, som ikke krever noen andre tilvirkningstrinn enn de som er nødvendige for tilpasning av optiske bølgeledere som er knyttet til dem. Oppfinnelsen oppnår dette ved å kombinere modusomformerer som er beskrevet i referanse [3], med en modussplitter lik den som er omtalt for eksempel i referanse [4] (se figur 2(a) og tilhørende tekst). I denne sammenheng gjør oppfinnelsen bruk av, på den ene side, det faktum at den kjente modusomformer ikke bare er selektiv for en spesiell ledet modus, men for det ledede modus ved en spesiell bølgelengde hos det optiske signal. Denne modusomformer er derfor også bølgelengdeselektiv. På den annen side, gjør oppfinnelsen bruk av det faktum at, som en kontrast, den kjente modussplitter er høyst bølgelengdeuavhengig. For dette formål omfatter en integrert optisk bølgelengdedemultiplekser og en integrert

optisk bølgelengdemultiplekser særtrekkene ifølge henholdsvis krav 1 og krav 6.

Referanse [3], mer spesielt figur 5 og den tilhørende beskrivelse, omtaler allerede en kombinasjon av en 50% modusomformer med en modussplitter, men denne kombinasjon er  
5 bare brukbar som, og ment som, en polarisasjonssplitter.

En (de)multiplekser i henhold til oppfinnelsen omfatter allerede i og for seg, i den benyttede passive modusomformer, en type gitter som etter ønske kan bli gitt den  
10 passende bølgelengdeselektivitet. Imidlertid, i dette tilfelle trenger submikron-teknologien som vanligvis kreves for produksjon av gittere i integrert optikk, ikke å brukes. Ytterligere er (de)multiplekseren passende for  
15 behandling av sammensatte optiske signaler som omfatter et stort antall forskjellige bølgelengde-komponenter, det vil si for selektivt å splitte ut eller legge til én slik bølgelengde-komponent ifølge bølgelengde.

Oppfinnelsens omfang fremgår av de etterfølgende patentkrav.

20 C. Referanser

- [1] T. Miyashita et al., "Integrated optical devices based on silica waveguide technologies", Invited paper SPIE, vol. 993 Integrated Optical Circuit Engineering VI (1988), sidene 288-294
- 25 [2] K.O. Hill et al., "A novel low-loss inline bimodal fiber tap: Wavelength-selective properties", IEEE Photonics Technology Letters, 2(1990) juli, nr. 7, New York, USA, sidene 484-486
- [3] Søkers NL-9100852, med tittel: Mode converter, (ennå  
30 ikke utgitt)

[4] W.K. Burns og A.F. Milton, "Mode conversion in planar-dielectric separating waveguides", IEEE Quantum Electron., vol. QE-11, januar 1975, sidene 32-39

D. Kort beskrivelse av tegningsfigurene

5 I det følgende vil oppfinnelsen blir forklart i mer detalj ved hjelp av en beskrivelse av et utførelseseksempel under henvisning til en tegning, hvor:

Figur 1 viser et blokkdiagram av en (de)multiplexer i henhold til oppfinnelsen for å separere eller kombinere  
10 et optisk signal med en gitt bølgelengde som har en definert polarisasjon og et optisk signal med en annen bølgelengde

Figur 2 viser det samme som figur 1, men for et optisk signal med den gitte bølgelengde som ikke har noen  
15 definert polarisasjon

Figur 3 viser et blokkdiagram av en (de)multiplexer for fortløpende separering og kombinerer av optiske signaler med en gitt bølgelengde omfattende hver av de to polarisasjoner og et optisk signal med en forskjellig  
20 bølgelengde.

E. Beskrivelse av et utførelseseksempel

(De)multiplexere i henhold til oppfinnelsen er en direkte bruk av modusomformerne som er omtalt i referanse [3]. For ikke å gjøre denne beskrivelse unødvendig lang, skal innholdet i referanse [3] for korthets skyld bli inkorporert  
25 her med referanse i den foreliggende beskrivelse. Forskjellige bestemte modusomformere som brukes i (de)multiplexerne som skal beskrives heretter, blir indikert på samme måte som i referansen, spesielt henvises det til tabell 2  
30 der. I tillegg, siden en modussplitter som likeledes er kjent for eksempel fra referanse [4] (mer spesielt figur

2(a) deri), blir brukt, er beskrivelsen av (de)multiplexerne basert på en tegning hvor figurene bare viser blokkdiagrammer. Hver av modusomformerne indikert i tabell 2 er selektive for et spesielt par av ledede modi, selv om det er ved den samme lysbølgelengde  $\lambda$ . Bare 100% omformere brukes i de (de)multiplexsere som skal beskrives. Omformere av denne type kan utformes på en slik måte at optiske signaler med andre bølgelengder passerer gjennom omformere av denne type praktisk talt uten hindring. En modusomformer som for eksempel fullstendig omformer det ledede modus  $TE_{00}$  hos et optisk signal med bølgelengde  $\lambda$ , til et ledet modus  $TM_{01}$  hos et optisk signal med samme bølgelengde, er derfor i det følgende betegnet med  $100\%TE_{00} \rightarrow TM_{01}(\lambda)$ . Mer generelt kan en modusomformer som fullstendig omformer en nullteordens ledet modus til en førsteordens ledet modus hos et optisk signal med en bestemt bølgelengde  $\lambda$ , bli betegnet med  $100\%TX_{00} \rightarrow TY_{01}(\lambda)$ , hvor TX og TY hver kan representere en av de to polarisasjoner TE og TM. På tegningen er de bimodale lyskanaler tegnet som tykke linjer for å utheve dem fra monomodale lyskanaler.

Figur 1 viser et blokkdiagram av en demultiplexer i henhold til oppfinnelsen. På figuren er 1 en monomodal inngangskanal for et innkommende optisk signal  $S_{11}(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots)$  som er sammensatt av optiske signalkomponenter med bølgelengder  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots$ , og hvor i det minste komponenten med bølgelengde  $\lambda_1$  har en definert polarisasjon, for eksempel TE eller TM. En spiss del 2 passerer den monomodale inngangskanal 1 til den bimodale inngang hos en  $100\%TX_{00} \rightarrow TY_{01}(\lambda_1)$  modusomformer 3, som via en bimodal forbindelseskanal 4 blir forbundet til en modussplitter 5 omfattende en første utgangskanal 6 og en andre utgangskanal 7, begge monomodale. Denne modussplitter 5 er av en i og for seg kjent type, lik den som er omtalt for eksempel i referanse [4], spesielt på figur 2(a), idet den første utgangskanal har en høyere forplantningskonstant enn den andre. Den del av et signal som kommer inn i modussplitteren i en nullteordens modus via den bimodale mellom-

liggende kanal 4, vil derfor forlate denne splitter via utgangskanalen 6, og den del av et signal som kommer inn i modussplitteren i en første-ordens modus via den bimodale mellomliggende kanal 4, vil forlate denne splitter via utgangskanalen 7. Samtidig er TX følgelig den definerte polarisasjon TE eller TM. Signalet  $S_{i1}(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots)$  forplanter seg i inngangskanalen 1, men også i den spisse del 2, i nullte-ordens ledede modi for alle bølgelengder. I modusomformerer som er selektiv for bølgelengden  $\lambda_1$ , er den nullte-ordens ledede modus hos komponenten med bølgelengden  $\lambda_1$  og den definerte polarisasjon fullstendig omformet til den første-ordens ledede modus med polarisasjonen TY, mens det gjenværende lys fortsetter å forplante seg i nullte-ordens modusen. Av det optiske signal som har kommet inn i modussplitteren 5 via den bimodale mellomliggende kanal 4, er det bare den del som forplanter seg i første-ordens modus som blir omformet til en nullte-ordens ledet modus i utgangskanalen 7, idet utgangskanalen har den laveste forplantningskonstant. Omvendt vil den del av det optiske signal som kommer inn i modussplitteren 5 i nullte-ordens modusen forlate modussplitteren utelukkende via utgangskanalen 6 med den høyeste forplantningskonstant. Siden det bare er lyset hos bølgelengden  $\lambda_1$  som er i første-ordens modus, vil et utgangssignal  $S_{o1}(\lambda_1)$  som forplanter seg via utgangskanalen 7, omfatte hele  $\lambda_1$  komponenten fra det opprinnelige innkommende optiske signal  $S_{i1}(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots)$ , spesielt med den polarisasjon som er ervervet av nevnte komponent i omformerer. Et utgangssignal  $S_{o1}(\lambda_2, \lambda_3, \dots)$  som forplanter seg via utgangskanalen 6, omfatter det gjenværende optiske signal, det vil si det opprinnelige innkommende optiske signal  $S_{i1}(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots)$  som  $\lambda_1$  komponenten har blitt fjernet fra.

Dersom alle  $\lambda$  komponenter i det innkommende optiske signal  $S_{i1}(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots)$  forplanter seg med samme polarisasjon, blir modusomformerer 3 fortrinnsvis valgt på en slik måte at polarisasjonen TY skiller seg fra TX, siden ytterligere polarisasjonsfiltre i det tilfelle kan brukes i utgangska-

nalene 6 og 7 hos modussplitteren 5, for ytterligere å øke undertrykkningen av de ønskede bølgelengdekomponenter.

Dersom  $\lambda_1$  komponenten i inngangssignalet ikke har noen definert polarisasjon, kan den forplante seg både i en  $TE_{00}$  og i en  $TM_{00}$  ledet modus. Dette betyr at en demultiplekser ifølge figur 1 med kun én modusomformer 3 bare kan splitte av den  $\lambda_1$  komponent som har én av de to polarisasjoner, med det resultat at den  $\lambda_1$  komponent som har den andre polarisasjon fremdeles er til stede i utgangssignalet som fremkommer på utgangskanalen 6. Heretter blir det beskrevet to demultiplekser-varianter, ved hjelp av hvilke denne  $\lambda_1$  komponent også kan bli fjernet.

En første måte er å inkorporere, i tillegg, en andre modusomformer som er selektiv for den  $\lambda_1$  komponent som har den andre polarisasjon i den bimodale mellomliggende kanal 4 nedstrøms fra den første modusomformer 3, nemlig  $100\%TX_{00} \rightarrow *TY_{01}(\lambda_1)$  modusomformeren 3. Figur 2 viser det tilsvarende blokkdiagram. Komponenter som svarer til demultiplekseren på figur 1, har et antall med den samme siste figur i blokkdiagrammet på figur 2. Nevnte andre modusomformer er betegnet med 18, og delene av den mellomliggende kanal 14 på begge sider av modusomformeren 18 er betegnet med 14.1 og 14.2. Modusomformeren 18 er en  $100\%TW_{00} \rightarrow TZ_{01}(\lambda_1)$  modusomformer, hvor TW og TZ betegner polarisasjoner som ikke er lik henholdsvis TX og TY. Begge polarisasjonene til  $\lambda_1$  komponenten forplanter seg deretter i en første-ordens ledet modus over delen 14.2 av den mellomliggende kanal 14. For å oppnå det resultat at utgangssignalet  $S_{01}(\lambda_1)$  i utgangskanalen 17 innbefatter denne  $\lambda_1$  komponent i det minste nesten fullstendig, er det videre nødvendig å sette det krav at modussplitteren 15 er polarisasjonsuavhengig. Imidlertid har modussplittere av den ovenfor nevnte type generelt sett denne egenskap.

En andre måte er å sette to demultipleksere ifølge blokkdiagrammet på figur 1, i serie. Et blokkdiagram av et slikt

arrangement er vist på figur 3. Komponentene hos den første demultiplekser (boks A med stiplet linje) er nummerert fra og med 21 til og med 27, idet samsvaret med komponentene hos demultiplekseren ifølge blokkdiagrammet på figur 1

5 igjen er uttrykt på den siste figur. Det samme gjelder for komponentene hos den andre demultiplekser (boks B med stiplet linje), som er nummerert fra og med 31 til og med 37. Seriekoblingen oppnås ved å sammenføye av utgangskanalen 26 hos den første demultiplekser med inngangskanalen 31 hos den andre demultiplekser ved punktet P.

10 Modusomformerer 23 er en  $100\%TX_{00} \rightarrow TY_{01}(\lambda_1)$  omformer. Modusomformerer 33 er en  $100\%TW_{00} \rightarrow TZ_{01}(\lambda_1)$  omformer, hvor TW, TX, TY og TZ igjen betegner polarisasjoner som kan velges vilkårlig, åpenbart selvfølgelig, med den restriksjon at TW og

15 TX må være forskjellige. Et utgangssignal  $S_{031}(\lambda_1)$  på utgangskanalen 27 består av den  $\lambda_1$  komponent som forplanter seg med TW polarisasjonen i inngangssignalet  $S_{13}(\lambda_1, \lambda_2, \dots)$ , forblir i det resterende signal som forlater den første demultiplekser via utgangskanalen 26, og som kommer inn i

20 den andre demultiplekser via inngangskanalen 31. Etter omforming til den første-ordens ledede modus med TZ polarisasjon, blir også  $\lambda_1$  komponenten med TW polarisasjonen i den andre demultiplekser, splittet av fra det sammensatte signal og former et utgangssignal  $S_{032}(\lambda_1)$  i

25 utgangskanalen 37. Et utgangssignal  $S_{03}(\lambda_2, \dots)$  på utgangskanal 36 utgjør nå det inngangssignal som er blitt frigitt, i alle fall nesten fullstendig, fra  $\lambda_1$  komponenten. En fordel ved denne demultiplekser er at begge polarisasjonene til  $\lambda_1$  komponenten fra inngangssignalet er separat tilgjengelige for behandling på utgangskanalene 27 og 37, noe som

30 kan finne nyttig anvendelse i en polarisasjonsdiversitetsmottaker. En ytterligere fordel oppnås ved å velge polarisasjonen TZ til å være lik TY. I det tilfelle, i den videre behandling av de to signaler som er blitt splittet

35 av, kan det tross alt gjøres bruk av optiske komponenter som er utformet for polarisasjonen som kan behandles mer effektivt. I tillegg opererer demultiplekseren i det tilfelle som en fullstendig passiv polarisasjonsomformer

som er uavhengig av den innkommende polarisasjonstilstand.

Modusomformerne og modussplitterne som brukes i de ovenfor beskrevne demultipleksere, opererer i revers for optiske signaler med motsatt forplantningsretning. Således blir en modussplitter en kombinerer, og en  $100\%TX_{00} \rightarrow TY_{00}(\lambda_1)$  omformer blir en  $100\%TY_{01} \rightarrow TX_{00}(\lambda_1)$  omformer. Ved nå å bruke utgangssignalene (6,7; 16,17; 36,37; 27) som inngangskanaler for inngangssignalene som svarer til de forskjellige  $S_0$ -signaler, blir de opprinnelige inngangssignaler  $S_i$  oppnådd som utgangssignaler ved de opprinnelige inngangskanaler (1; 11; 21), som nå blir brukt som utgangskanaler. Dette betyr at demultiplekserne i henhold til oppfinnelsen opererer i motsatt retning, det vil si med signalreversering, som multipleksere, og at de kan brukes som slike. Dette er indikert på tegningen med tykke piler, henholdsvis DEMUX og MUX. I dette tilfelle må det sørges for at multiplekserne ifølge blokkdiagrammene på figurene 1 og 3 blir forsynt med signaler som har riktige polarisasjoner.

## P a t e n t k r a v

1. Integrert optisk bølgelengdedemultiplekser for å splitte ut et første optisk signal ( $S_{o1}(\lambda_1)$ ;  $S_{o2}(\lambda_1)$ ;  $S_{o31}(\lambda_1)$ ,  $S_{o32}(\lambda_1)$ ) som har en første bølgelengde ( $\lambda_1$ ) fra et sammensatt  
 5 andre optisk signal ( $S_{i2}(\lambda_1, \lambda_2--)$ ;  $S_{i1}(\lambda_1, \lambda_2--)$ ;  $S_{i3}(\lambda_1, \lambda_2)$ ) som forplanter seg i en første ledet modus og som har minst den første og andre bølgelengde ( $\lambda_1, \lambda_2$ ), idet demultiplekseren omfatter:

- modusomformerorganer (3; 13, 18; 23, 33) som er selek-  
 10 tive for den første bølgelengde ( $\lambda_1$ ) for å omforme nevnte første ledede modus til en andre ledet modus hvis orden skiller seg fra den første
- en første modussplitter (5; 15; 35) som knytter seg til modusomformerorganene

15 k a r a k t e r i s e r t v e d a t

- modusomformerorganene (3, 13, 18, 23, 33) omfatter en kanaltipe bølgeleder som inkluderer en innledende bølgeledende seksjon, en mellomliggende bølgeledende seksjon og en utgående bølgeledende seksjon, hvor den  
 20 mellomliggende bølgeledende seksjon har en periodisk geometrisk struktur som består en periodisk sekvens av to bølgeledende delseksjoner innen en periodelengde, lengdene av delseksjonene og antallet perioder er tilpasset nevnte omforming
- den første modussplitter (5, 15, 35) er en asymmetrisk Y-forbindelse koblet til kanaltipe bølgelederen av nevnte omformerorganer.  
 25

2. Bølgelengdedemultiplekser som angitt i krav 1, hvor i det minste det første optiske signal ( $S_{o2}(\lambda_1)$ ) i det sammen-  
 30 satte andre optiske signal ( $S_{i2}(\lambda_1, \lambda_2, --)$ ) har en udefinert polarisasjon,

k a r a k t e r i s e r t v e d at modusomformerorganene omfatter:

- en monomodal inngangskanal (11; 21) for det sammensatte optiske signal
- 5 • en første adapter (12; 22) som knytter seg til inngangskanalen som forbindelsen fra en monomodal til en bimodal optisk bølgeleder
- en første modusomformer (13; 23) som knytter seg til den første adapter og som er selektiv for den første bølgelengde for omforming av den nullte-ordens ledede modus  
10 hos en første av de to polarisasjonene (TE eller TM) til den første-ordens ledede modus hos en av de to polarisasjonene
- en andre modusomformer (18; 33) som knytter seg til den første modusomformer og som er selektiv for den første bølgelengde, for omforming av den nullte-ordens ledede modus hos den andre av de to polarisasjoner til den første-ordens ledede modus hos en av de to polarisasjoner  
15
- ved at Y-forbindelsen (15; 35) omfatter en bimodal inngangskanal (14.2; 34) og to monomodale utgangskanaler (16, 17; 36, 37) med forskjellige forplantningskonstanter.  
20

3. Bølgelengdemultiplekser som angitt i krav 1, hvor i  
25 det minste det første optiske signal ( $S_{01}(\lambda_1)$ ) som skal splittes av fra det sammensatte optiske signal har en definert polarisasjon,  
k a r a k t e r i s e r t v e d at modusomformerorganene omfatter:

- 30 • en monomodal polarisasjons-bevarende inngangskanal (1) for det sammensatte signal

- en adapter (2) som forbindelsen fra en monomodal til en bimodal optisk bølgelengder
- en modusomformer (3) som er selektiv for den første bølgelengde, for fullstendig omforming av den nullteordens ledede modus med en eller to polarisasjoner
- ved at Y-forbindelsen (5) omfatter en bimodal inngangskanal (4) og to monomodale utgangskanaler (6, 7) med forskjellige forplantningskonstanter.

4. Bølgelengdedemultiplekser som angitt i krav 2, karakterisert ved at en andre Y-forbindelse (25) med en bimodal inngangskanal (24) og to monomodale utgangskanaler (26, 27) med forskjellige forplantningskonstanter, er inkorporert mellom den første og andre modusomformer (33), idet den første modusomformer knytter seg til den bimodale inngangskanal og den andre modusomformer er tilknyttet, via en andre adapter (32), til utgangskanalen med den høyeste forplantningskonstant.

5. Bølgelengdedemultiplekser som angitt i krav 2 eller 3, karakterisert ved at hver av modusomformerne er slik at signalet som er omformet til den førsteordens ledede modus har annen polarisasjon enn signalet i nullteordens ledede modus.

6. Integrert optisk bølgelengde multiplekser for å kombinere et første optisk signal ( $S_{o1}(\lambda_1); S_{o2}(\lambda_1)$ ) med en første bølgelengde ( $\lambda_1$ ) med et andre optisk signal ( $S_{o1}(\lambda_2); S_{o2}(\lambda_2)$ ) med minst én andre bølgelengde ( $\lambda_2$ ) som er forskjellig fra den første bølgelengde, hvilke optiske signaler begge forplanter seg i en identisk første ledet modus, idet multiplekseren omfatter:

- signalkombineringsorganer
- modusomformingsorganer for å omforme det første optiske

signal av nevnte andre modus til det første ledede modus

k a r a k t e r i s e r t v e d a t  
 signalkombineringsorganene omfatter en moduskombinerer (5,  
 15), i hvilken det første optiske signal omformes til en  
 5 andre ledet modus forskjellig fra det første modus, og det  
 andre optiske signal forblir i den første ledede modus, og  
 modusomformerorganene (3, 13, 18) som knytter seg til  
 moduskombinereren, er selektive for den første bølgelengde,  
 og omfatter en kanaltype bølgeleder som inkluderer en  
 10 innledende bølgeledende seksjon, en mellomliggende bølge-  
 ledende seksjon og en utgående bølgeledende seksjon, hvor  
 den mellomliggende bølgeledende seksjon har en periodisk  
 geometrisk struktur som består av en periodisk sekvens av  
 to bølgeledende delseksjoner innen en periodelengde, idet  
 15 lengden av delseksjonene og antallet perioder er tilpasset  
 nevnte omforming.

7. Bølgelengdemultiplekser som angitt i krav 6,  
 k a r a k t e r i s e r t v e d a t moduskombinereren er  
 en asymmetrisk Y-forbindelse.

20 8. Bølgelengdemultiplekser som angitt i krav 7, hvor det  
 første optiske signal ( $S_{o_2}(\lambda_1)$ ) har en udefinert polarisasjon,  
 k a r a k t e r i s e r t v e d a t Y-forbindelsen omfat-  
 ter en første monomodal inngangskanal (17) for det første  
 optiske signal ( $S_{E_1}(\lambda_1)$ ;  $S_{E_{32}}(\lambda_1)$ ;  $S_{E_{32}}(\lambda_1)$ ) og en andre mono-  
 25 modal inngangskanal (16) for det andre optiske signal,  
 hvilke inngangskanaler skiller seg fra hverandre i for-  
 plantningskonstant, den første optiske kanal har den  
 laveste forplantningskonstant, og hvilke inngangskanaler er  
 kombinert til en bimodal mellomliggende kanal (14.2), i  
 30 hvilken det første optiske signal forplanter seg i det  
 første-ordens ledede modus og det andre optiske signal  
 forplanter seg i det nullte-ordens ledede modus,  
 ved at modusomformerorganene omfatter:

- en første modusomformer (18) som knytter seg til den

mellomliggende kanal og som er selektiv for den første bølgelengde, for omforming av i det minste mesteparten av den første-ordens ledede modus med en første av de to polarisasjoner (TE eller TM) til den nullte-ordens ledede modus med en av de to polarisasjoner

- en andre modusomformer (13) som knytter seg til den første modusomformer og som er selektiv for den første bølgelengde, for omforming av i det minste mesteparten av den første-ordens ledede modus med en andre av de to polarisasjoner hos det første optiske signal, til den nullte-ordens ledede modus med den andre av de to polarisasjoner
- en adapter (12) som knytter seg til den andre modusomformer, som forbindelsen fra en bimodal til en monomodal optisk bølgeledende utgangskanal (11).

9. Bølgelengdemultiplekser som angitt i krav 7, hvor det første optiske signal ( $S_{02}(\lambda_1)$ ) har en definert polarisasjon, k a r a k t e r i s e r t v e d a t Y-forbindelsen (5) omfatter en første monomodal inngangskanal (7) for det første optiske signal og en andre monomodal inngangskanal (6) for det andre optiske signal, hvilke inngangskanaler skiller seg fra hverandre i forplantningskonstant, idet den første optiske kanal har den laveste forplantningskonstant, og hvilke inngangskanaler er kombinert til en bimodal mellomliggende kanal (4), og

ved at modusomformerorganene omfatter:

- en første modusomformer (3) som knytter seg til den mellomliggende kanal og som er selektiv for den første bølgelengde, for omforming av i det minste mesteparten av den første-ordens ledede modus med nevnte definerte polarisasjon til den nullte-ordens ledede modus med en av de to polarisasjoner

- en adapter (2) som er knyttet til den første modusomformer, som forbindelsen fra en bimodal til en monomodal optisk bølgeledende utgangskanal (1).

10. Integreert optisk anordning for bølglengdedemultiplek-  
 5 sing i en første signalretning ( $\rightarrow$ ) og for bølglengde-  
 multipleksing i en andre signalretning (7) som er reversert  
 i forhold til den første signalretning omfattende:

- modusomformerorganer (3, 13, 18) som er selektive for en  
 forhåndsdefinert bølglengde ( $\lambda_1$ ) for modusomforming  
 10 fra en første ledet modus til en andre ledet modus, som  
 i orden er forskjellig fra den første i den første  
 signalretning, og fra den andre ledede modus til den  
 første ledede modus i reversert signalretning
- splitting/kombineringsorganer (5, 15) for modussplitting  
 15 i den første signalretning og for kombineringsorganene  
 i den andre signalretning knyttet til modusomformerorganene

k a r a k t e r i s e r t v e d at modusomformerorganene  
 omfatter en kanaltype bølgeleder inkludert en innledende  
 bølgeledende seksjon, en mellomliggende bølgeledende  
 20 seksjon og en utgående bølgeledende seksjon, hvor den  
 mellomliggende bølgeledende seksjon har en periodisk geo-  
 metrisk struktur som består av en periodisk sekvens av to  
 bølgeledende delseksjoner innen en periodelengde, idet  
 lengden av delseksjonene og antallet perioder er tilpasset  
 25 nevnte omforming, og splitting/kombineringsorganene inklu-  
 derer en asymmetrisk y-forbindelse knyttet til nevnte  
 omformerorganer via en bølgeledende kanal (4, 14.2) med det  
 andre ledende modus, og utstyrt med to forgrenende bølge-  
 ledende kanaler (6, 7, 16, 17) med det første ledende modus  
 30 og som har forskjellige forplantningskonstanter.

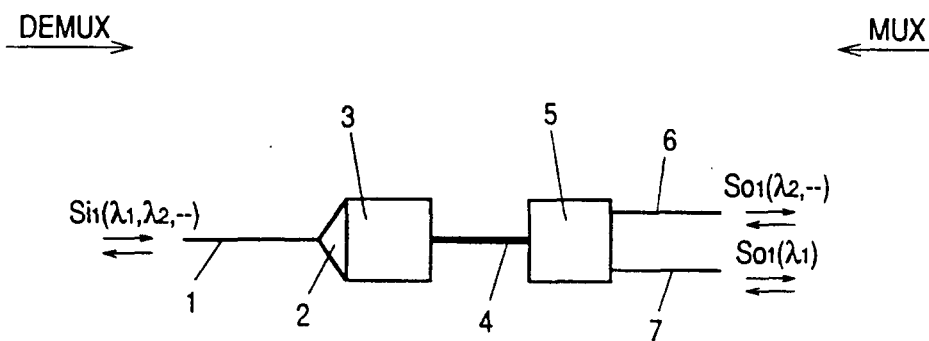


FIG. 1

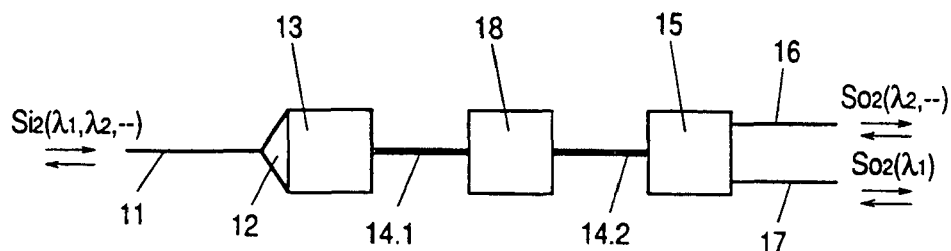


FIG. 2

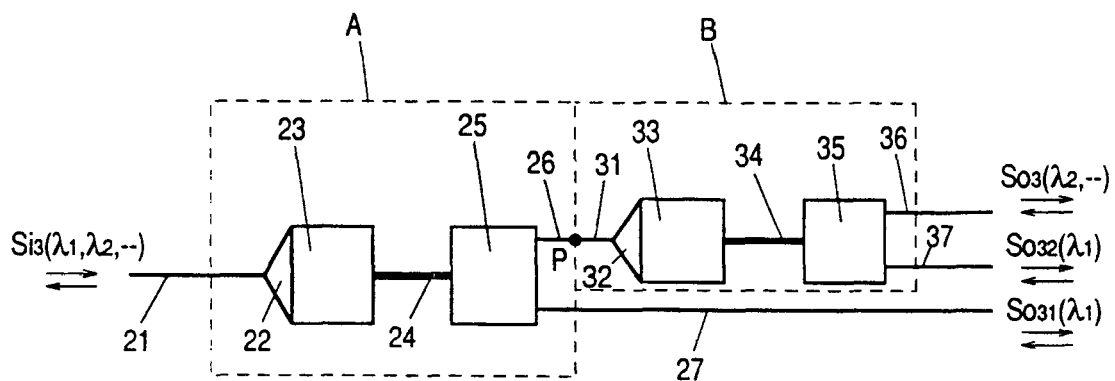


FIG. 3