

①9



Octroolraad  
Nederland

①1 192171

①2 C OCTROOI

②1 Aanvraag om octrooi: 8401315

②2 Ingediend: 24.04.84

⑤1 Int.Cl.<sup>6</sup>  
H04B10/13, H04J14/02, G02B6/12

③0 Voorrang:  
25.04.83 US 0000488537

④3 Ter inzage gelegd:  
16.11.84 I.E. 84/22

④4 Openbaargemaakt:  
01.10.96 I.E. 96/10

④7 Dagtekening:  
04.02.97

④5 Uitgegeven:  
01.04.97 I.E. 97/04

⑦3 Octrooihouder(s):  
AT&T Corp. te New York, New York, Verenigde  
Staten van Amerika (US).

⑦4 Gemachtigde:  
Ir. Th.A.H.J. Smulders c.s. te 2587 BN Den  
Haag.

⑤4 Optische demultiplexer.

## Optische demultiplexer

De uitvinding heeft betrekking op een optische demultiplexer, omvattende: een lineair stelsel van optische enkelmodus vezels, waarvan er één een ingangsvezel is die is ingericht om een golflengtemultiplex lichtbundel te ontvangen, terwijl meerdere van genoemde vezels uitgangsvazels zijn; een diffractierooster en een lens voor het koppelen van de componenten van de lichtbundel uit de ingangsvezel naar respectieve van de uitgangsvazels; en een geïntegreerd optisch convergerend golfgeleiderstelsel dat is aangebracht tussen de vezels en de lens en dat een aantal in een substraat met relatief kleine brekingsindex ingebedde golfgeleiderstroken omvat, waarbij de afstand tussen naburige golfgeleiderstroken groter is aan het nabij de vezels gelegen uiteinde van het golfgeleiderstelsel dat aan het nabij de lens gelegen uiteinde van het golfgeleiderstelsel.

Een dergelijke demultiplexer is bekend uit de Japanse octrooiaanvraag 56.126.806.

In de optische communicatietechniek zijn de daarbij toegepaste optische vezels de laatste tijd dermate verbeterd, dat het golflengtegebied waar de verliezen gering zijn, vergroot is. Hiervan wordt nuttig gebruik gemaakt door langs elke vezel meerdere signalen van onderling verschillende golflengte gelijktijdig over te dragen; de lichtbundel in een dergelijke vezel wordt aangeduid met de term "golflengtemultiplex lichtbundel". Bij een dergelijke techniek is het noodzakelijk om de golflengtemultiplex lichtbundel ruimtelijk te kunnen scheiden in bundels met steeds één golflengte, die worden overgedragen langs respectieve vezels, teneinde de afzonderlijke bundels individueel en onafhankelijk verder te kunnen verwerken. Bij wijze van voorbeeld kan een dergelijke scheiding worden uitgevoerd door middel van organen die hoekdispersie vertonen, zoals een tralie. In dit verband wordt bij wijze van voorbeeld gewezen op de publicaties "Optical Devices for Wavelength Multiplexing and Demultiplexing" van W.J. Tomlinson; "High-capacity Wavelength Demultiplexer with a Large Diameter GRIN Rod Lens" van B.D. Metcalf et al in Applied Optics, maart 1982, vol. 21, nr. 5, blz. 794-796; en "20-Channel Micro-Optic Grating Demultiplexer for 1.1-1.6  $\mu\text{m}$  Band using a Small Focusing Parameter Graded-Index Rod Lens" van M. Seki et al in Electronics Letters, maart 1982, vol. 18, nr. 6, blz. 257-258.

Bij enkelmodusvezels is de kern diameter klein ten opzichte van de buitendiameter van de mantel. Zoals blijkt uit de voornoemde Japanse octrooiaanvraag, resulteert hieruit het probleem, dat geen dichte pakking kan worden verkregen van de kanalen, hetgeen leidt tot een ondoelmatig gebruik van de beschikbare bandbreedte. Voor het vergroten van de verpakkingsdichtheid van de kanalen is in de genoemde Japanse octrooiaanvraag het gebruik van een golfgeleiderstelsel met convergerende golfgeleiders voorgesteld.

De onderhavige uitvinding beoogt een nog dichtere pakking van kanalen te verschaffen.

De onderhavige uitvinding is gebaseerd op het inzicht, dat de bereikbare grens van de pakkingsdichtheid niet zozeer wordt bepaald door puur geometrische overwegingen, maar door de overspraak tussen kanalen.

In het bijzonder beoogt de onderhavige uitvinding derhalve de overspraak tussen kanalen te verminderen.

Daartoe heeft volgens een eerste aspect van de uitvinding, de optische demultiplexer van het bovengenoemde type het kenmerk, dat zich in het substraat tussen naburige golfgeleiderstroken groeven uitstrekken bij het nabij de lens gelegen uiteinde van het golfgeleiderstelsel.

Volgens een tweede aspect van de uitvinding heeft de optische demultiplexer van het bovengenoemde type het kenmerk, dat de voortplantingsconstanten van naburige golfgeleiders van het golfgeleiderstelsel ongelijk zijn.

De uitvinding zal onderstaand nader worden toegelicht onder verwijzing naar de tekening. Daarbij toont:

- figuur 1 een bekende demultiplexinrichting van het reflectietype met buigingsroosters;
- figuur 2 de responsie karakteristiek van de demultiplexinrichting volgens figuur 1;
- figuur 3 een demultiplexinrichting met een convergerend golfgeleiderstelsel;
- figuur 4 een golfgeleidersubstraat voorzien van groeven.

In de tekening toont figuur 1 een bekende multiplex-/demultiplexinrichting 10 van het reflectietype met buigingsrooster. Ter illustratie en ter toelichting is de inrichting weergegeven werkend als demultiplexinrichting, voorzien van een optische multimodusvezel 9 als gemeenschappelijke ingang en een lineair stelsel van optische multimodus-uitgangsvazels 11-1, 11-2, ..., 11-6. Signalen bij verschillende golflengten  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_6$ , die door de vezel 9 worden geleverd, worden ruimtelijk gescheiden door middel van een gegroefd buigingsrooster 13 van het reflectietype. Een lens 12, welke tussen het vezelstelsel en het rooster is opgesteld, dient om de verschillende optische bundels te focuseren.

Tijdens het bedrijf wordt golfenergie bij de golflengten van  $\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_6$ , geëmitteerd door de vezel 9, gefocusseerd op het rooster 13, van waaruit de energie selectief wordt teruggekaatst. De resulterende

intensiteitsverdeling, als een functie van de afstand  $D$  langs het vezelstelsel, is aangegeven in figuur 2.

Gemeten vanuit een willekeurige referentiepunt  $O$ , treedt de eerste intensiteitspiek op bij de golflengte  $\lambda_1$  op bij een afstand  $d_1$  langs de  $D$ -as. Op een soortgelijke wijze treden pieken op voor de golflengten  $\lambda_2$ ,

$\lambda_3, \dots, \lambda_6$  bij afstanden  $d_2, d_3, \dots, d_6$ . Derhalve kunnen de verschillende componenten van het ingangs-

- 5 signaal elk overeenkomende met een afzonderlijk signaalkanaal, ruimtelijk worden gescheiden doordat een vezel wordt opgesteld in het brandpunt bij elk van de gebogen signalen als aangegeven in figuur 1. Bij voorkeur is het rooster 13 zodanig uitgevoerd, dat de afstand  $D$  tussen de intensiteitspieken gelijk is aan de buitendiameter van de vezels. Hierdoor wordt het meest doeltreffend gebruik gemaakt van de beschikbare optische bandbreedte. De kanaalbandbreedte is een functie van de kern diameter  $C$ . Boor multimodus-  
10 vezels, waarbij de verhouding tussen de kern diameter en de manteldiameter bij benadering 0,5 bedraagt, wordt derhalve een doeltreffend gebruik gemaakt van de beschikbare bandbreedte. In tegenstelling daarmee is de kern-mantelverhouding voor vezels met enkelvoudige modus zeer veel kleiner. Typerende kern- en manteldiameters zijn respectievelijk  $8 \mu\text{m}$  en  $125 \mu\text{m}$  zodat het rendement van 50% tot ongeveer 6% wordt gereduceerd. Hetgeen nodig is, is een middel om de pakkingdichtheid van de kanalen te  
15 vergroten. Dit geschiedt door tussen de vezels en het reflecterende rooster een convergerend golfgeleiderstelsel op te stellen, als aangegeven in figuur 3. Meer in het bijzonder omvat de demultiplexinrichting een stelsel 31 van vezelsecties 31-1, 31-2.....31-n, een geïntegreerd, optisch convergerend golfgeleiderstelsel 30, een lens 32 en een gegroefd buigingsrooster 34. Bij voorkeur is elke vezelsectie afgesloten met een geschikt (niet afgebeeld) verbindingsoorgaan voor het tot stand brengen van een verbinding met de  
20 stelselvezels. Bij deze illustratieve uitvoeringsvorm is de lens 32 een grinzlens met een spoed van  $1/4$ , die op een meer geschikte wijze kan worden gekoppeld met het golfgeleiderstelsel dan een discrete lens. Er is een wig 33 aanwezig voor een meer doeltreffende koppeling tussen de lens 32 en het rooster 34.

Zoals boven is vermeld, is een dichte pakking van de signaalkanalen onmogelijk wanneer gebruik wordt gemaakt van conventionele vezels met enkelvoudige modus ten gevolge van de kleine kern-

- 25 mantelverhouding. Het gebruik van niet genormaliseerde vezels voor enkelvoudige modus met zeer dunne mantels en een diensgevolge grotere kern-mantelverhouding zou tot aanzienlijke manipulatiemoeilijkheden leiden. Door gebruik te maken van een geïntegreerd golfgeleiderstelsel worden deze beide problemen vermeden. Zoals aangegeven, is elk van de vezels 31-1, 31-2.....31-n afgesloten aan een uiteinde van een van de golfgeleiders 30-1, 30-2.....31n. Het golfgeleiderstelsel convergeert, zodat bij het lenseind de  
30 afstand tussen de golfgeleiders veel kleiner is dan de manteldiameter van de standaardvezel voor enkelvoudige modus. Overspraak zal tenslotte de golfgeleiderverpakkingdichtheid begrenzen. De overspraak is evenwel gering voor afstanden van een orde twee maal zo groot als de modus grootte en kan, indien nodig, verder worden gereduceerd door in het golfgeleidersubstraat tussen naast elkaar gelegen golfgeleiders groeven aan te brengen, als aangegeven in figuur 4. In deze figuur is het eind van het stelsel  
35 bij de lens aangegeven. Ter illustratie zijn vijf golfgeleiders 41, 42, 43, 44 en 45 weergegeven, die in een geschikte substraat 46 zijn ingebed. Om de verschillende kanalen op een meer doeltreffende wijze te ontkoppelen zijn in het substraat 46 in het gebied tussen naast elkaar gelegen golfgeleiders groeven 50, 51, 52 en 53 gevormd. Men kan een grotere ont koppeling verwezenlijken door de voortplantingsconstanten van naast elkaar gelegen golfgeleiders ongelijk aan elkaar te maken.

40

## Conclusies

### 1. Optische demultiplexer, omvattende:

- 45 een lineair stelsel van optische enkelmodusvezels, waarvan er één een ingangsvezel is die is ingericht om een golflengtemultiplex lichtbundel te ontvangen, terwijl meerdere van genoemde vezels uitgangsv ezels zijn;  
een diffractierooster en een lens voor het koppelen van de componenten van de lichtbundel uit de ingangsvezel naar respectieve van de uitgangsv ezels; en  
50 een geïntegreerd optisch convergerend golfgeleiderstelsel dat is aangebracht tussen de vezels en de lens en dat een aantal in een substraat met relatief kleine brekingsindex ingebedde golfgeleiderstroken omvat, waarbij de afstand tussen naburige golfgeleiderstroken groter is aan het nabij de vezels gelegen uiteinde van het golfgeleiderstelsel dan aan het nabij de lens gelegen uiteinde van het golfgeleiderstelsel, met het kenmerk, dat zich in het substraat (46) tussen naburige golfgeleiderstroken (41-45) groeven  
55 (50-53) uitstrekken bij het nabij de lens gelegen uiteinde van het golfgeleiderstelsel.

### 2. Optische demultiplexer, omvattende:

- een lineair stelsel van optische enkelmodusvezels, waarvan er één een ingangsvezel is die is ingericht om een golflengtemultiplex lichtbundel te ontvangen, terwijl meerdere van genoemde vezels uitgangsvvezels zijn;
- een diffractierooster en een lens voor het koppelen van de componenten van de lichtbundel uit de ingangsvezel naar respectieve van de uitgangsvvezel; en
- 5 een geïntegreerd optisch convergerend golfgeleiderstelsel dat is aangebracht tussen de vezels en de lens en dat een aantal in een substraat met relatief kleine brekingsindex ingebedde golfgeleiderstroken omvat, waarbij de afstand tussen naburige golfgeleiderstroken groter is aan het nabij de vezels gelegen uiteinde van het golfgeleiderstelsel dan aan het nabij de lens gelegen uiteinde van het golfgeleiderstelsel,
- 10 met het kenmerk, dat de voortplantingsconstanten van naburige golfgeleiders van het golfgeleiderstelsel ongelijk zijn.

---

Hierbij 2 bladen tekening

---

FIG. 1

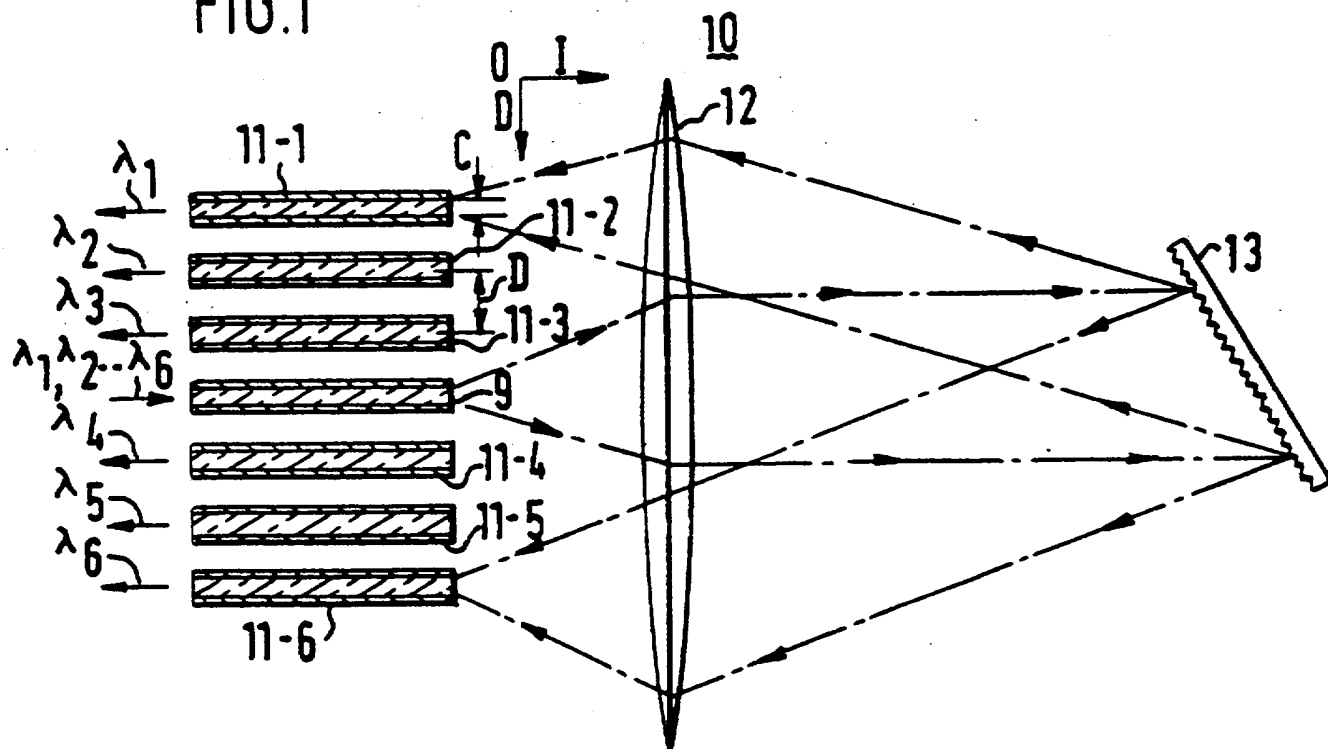


FIG. 2

