

19



Bureau voor de Industriële Eigendom Nederland

11 1001841

12 C OCTROOI²⁰

21 Aanvraag om octrooi: 1001841

51 Int.Cl.⁶
G02F3/02, G02F1/295

22 Ingediend: 07.12.95

41 Ingeschreven:
10.06.97

73 Octrooihouder(s):
Koninklijke PTT Nederland N.V. te Den Haag.

47 Dagtekening:
10.06.97

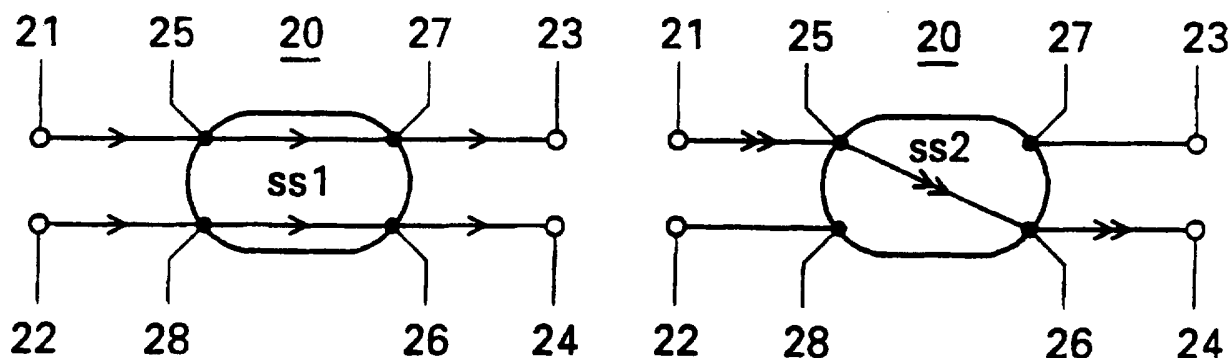
72 Uitvinder(s):
Mattijs Oskar van Deventer te Leidschendam
Johannes Jacobus Gerardus Maria van der Tol te Leidschendam

45 Uitgegeven:
01.08.97 I.E. 97/08

74 Gemachtigde:
Ir. G.J. Baas te 2509 CH Den Haag.

54 Optische koppelinrichting en optische schakelaar voor toepassing in de optische koppelinrichting.

57 In een optische koppelinrichting voor een knooppunt in een zelfherstellend optisch netwerk wordt door toepassing van een nieuw type optische 2x2-schakelaar (20) het aantal schakel-elementen gereduceerd. De schakelaar heeft twee schakelstanden, t.w. een parallel-stand (ss1), waarin een eerste en een tweede hoofdpoot (25, 26) optisch zijn doorgelinked respectievelijk met een eerste en tweede nevenpoot (27, 28), en een halve-kruisstand (ss2), waarin de hoofdpooten met elkaar zijn doorgelinked en de nevenpooten geen doorgelinked bezitten. Een geïntegreerde uitvoering van de schakelaar is gebaseerd op twee asymmetrische Y-juncties onderling gekoppeld via een gemeenschappelijke zijtak, waarin electrode-middelen werkzaam zijn voor het schakelbaar beïnvloeden van de propagatieconstante. Toepassing hiervan leidt tot een compacte geïntegreerde versie van de optische koppelinrichting met slechts twee schakel-elementen.



a

b

NL C 1001841

De inhoud van dit octrooi komt overeen met de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekeningen.

KONINKLIJKE PTT NEDERLAND N.V.

GRONINGEN

Titel: Optische koppelinrichting en optische schakelaar voor
toepassing in de optische koppelinrichting

A. Achtergrond van de uitvinding

1. Gebied van de uitvinding

De uitvinding ligt op het gebied van optische
koppelinrichtingen, zoals voor het koppelen van optische verbindingen
5 in optische netwerken. Meer in het bijzonder betreft zij een optische
koppelinrichting voorzien van zes aansluitpunten, genummerd één tot en
met zes, elk voor het aansluiten van een optische verbinding, en van
schakelmiddelen voor het tot stand brengen van optische
doorkoppelingen tussen de zes aansluitpunten, waarbij de
10 schakelmiddelen drie schakeltoestanden omvatten,

- een eerste schakeltoestand waarin doorkoppelingen bestaan
tussen het eerste en het vierde aansluitpunt, tussen het tweede en het
vijfde aansluitpunt, en tussen het derde en het zesde aansluitpunt,

- een tweede schakeltoestand waarin doorkoppelingen bestaan
15 tussen het eerste en het vijfde aansluitpunt en tussen het derde en
het zesde aansluitpunt, en

- een derde schakeltoestand waarin doorkoppelingen bestaan
tussen het eerste en het vierde aansluitpunt en tussen het tweede en
het zesde aansluitpunt,

20 waarbij de schakelmiddelen twee schakelaars, een eerste schakelaar en
een tweede schakelaar, insluiten, welke schakelaars elk zijn voorzien
van een hoofdpoort, een nevenpoort en een andere poort, en waarbij de
hoofdpoort en de nevenpoort van de eerste schakelaar respectievelijk
zijn gekoppeld met het eerste en het vierde aansluitpunt, en de
25 hoofdpoort en de nevenpoort van de tweede schakelaar respectievelijk
zijn gekoppeld met het zesde en het derde aansluitpunt.

Een dergelijke optische koppelinrichting is bekend, bijvoorbeeld
uit referenties [1] en [2]. Zij wordt toegepast als (onderdeel van
een) optisch schakelsysteem in een zelf-herstellend optisch netwerk
30 met een ringstructuur, een zogeheten "self-healing ring"-netwerk. Het
in de referentie [1] beschreven netwerk, meer in het bijzonder het

netwerk beschreven aan de hand van Figure 2 en Figure 3 (a), (b) en (c) (zie eveneens corresponderende figuren Figure 4.20 (a), (b) en (c) in referentie [2]), is een bidirectioneel netwerk dat twee of meer knooppunten omvat, welke in een ringstructuur met elkaar zijn verbonden. De ringstructuur omvat voor elk van de twee signaaltransportrichtingen twee fysiek gescheiden ringen, een transportring ("working ring") en een protectie-ring ("protection ring"), gevormd door twee aparte optische vezels. Over te zenden signalen worden door een knooppunt op de transportring voor de gewenste signaaltransportrichting gezet en door een ander knooppunt van de betreffende transportring afgenomen of afgetapt. Voor het op de ring zetten en afnemen van signalen is elk knooppunt voorzien van een netwerk-element bekend als "add/drop-multiplexer" (ADM). Verder is elk knooppunt voorzien van het genoemde optische schakelsysteem. Indien een deel van het netwerk defect raakt, bijvoorbeeld bij kabelbreuk tussen twee opeenvolgende knooppunten in de ringstructuur of bij uitval van (een ADM in) een knooppunt, worden voor elke signaaltransportrichting de signalen met behulp van het optisch schakelsysteem, in plaats van over de transportring, over de protectie-ring in de tegenovergestelde richting geleid, zodat op deze wijze de toegankelijkheid van elk ander, niet-defect knooppunt voor transmissie over de ring-structuur kan worden behouden. Dit bekende optische schakelsysteem omvat voor elk van beide signaaltransportrichtingen een optische koppelinrichting van bovengenoemde soort. Deze koppelinrichting omvat een schakelcircuit (genoemde schakelmiddelen) bestaande uit drie schakelaars, t.w. de genoemde eerste en tweede schakelaar, welke 1x2-schakelaars (schakelaars OP_B en OP_A in Figure 3) zijn, en een derde schakelaar welke een 2x2-schakelaar (schakelaar OP_C) is. De derde schakelaar is een "cross/bar"-schakelaar met twee ingangspoorten (A en B) en twee uitgangspoorten (AA en BB), waarbij een van de ingangspoorten (A) is gekoppeld met de andere poort (een tweede nevenpoort BB) van de eerste schakelaar, en een van de uitgangspoorten (AA) met de andere poort (een tweede nevenpoort B) van de tweede schakelaar, terwijl de andere ingangspoort (B) en de andere uitgangspoort (BB) respectievelijk zijn gekoppeld met het tweede en het vijfde aansluitpunt. Een uitgang en een ingang van de ADM zijn aangesloten, respectievelijk, op het eerste en het zesde aansluitpunt. Het inkomende en het uitgaande uiteinde van

de transportring zijn aangesloten, respectievelijk, op het derde en het vierde aansluitpunt, terwijl het inkomende en het uitgaande uiteinde van de protectie-ring zijn aangeloten, respectievelijk, op het tweede en het vijfde aansluitpunt. Een nadeel van deze bekende koppelinrichting is, dat voor een omschakeling van een signaaltransport via de transportring naar een signaaltransport via de protectie-ring steeds twee schakelaars afzonderlijk moeten worden aangestuurd. Aangezien met drie afzonderlijk aanstuurbare schakelaars acht verschillende schakeltoestanden mogelijk zijn, waarvan er echter slechts drie worden gebruikt, is deze bekende koppelinrichting en de aansturing van de erin opgenomen schakelmiddelen onnodig gecompliceerd. Dit geldt temeer voor een geïntegreerde vorm van de koppelinrichting.

15 B. Samenvatting van de uitvinding

Volgens een eerste aspect beoogt de uitvinding te voorzien in een optische koppelinrichting van bovengenoemde soort, welke genoemd nadeel van de bekende techniek niet heeft. Zij berust op het inzicht, dat door toepassing van een nieuw type optische 2x2-schakelaar dat hierna ook wel als "half-cross/bar"-schakelaar wordt aangeduid, de drie vereiste schakeltoestanden met een combinatie van twee van dergelijke schakelaars is te realiseren. De "half-cross/bar"-schakelaar heeft twee hoofdpoorten en twee nevenpoorten, en bezit twee schakeltoestanden, een parallel-toestand ("bar state") waarin de twee hoofdpoorten optisch zijn doorgekoppeld met verschillende nevenpoorten, en een halve kruisstand ("half-cross state") waarin slechts de beide hoofdpoorten met elkaar zijn doorgekoppeld, en de beide nevenpoorten geen doorkoppeling bezitten.

25 Een optische koppelinrichting heeft daartoe volgens de uitvinding het kenmerk van conclusie 1.

30 De schakelmiddelen van een dergelijke optische koppelinrichting bezitten nog een vierde schakeltoestand waarin, in een toepassing als beschreven in referentie [1], een op het eerste en het zesde aansluitpunt aangesloten ADM, bijvoorbeeld voor testdoeleinden, volledig kan worden losgekoppeld van een op het derde en het vierde aansluitpunt aangesloten transportring. Afhankelijk van de volgorde waarin de twee "half-cross/bar"-schakelaars ten opzichte van elkaar in de koppelinrichting zijn geplaatst, zijn er twee mogelijkheden. Hierop

gerichte voorkeursuitvoeringen hebben respectievelijk het kenmerk van conclusie 2 en conclusie 3.

Volgens een tweede aspect van de uitvinding wordt voorzien in een koppelinrichting volgens de aanhef van conclusie 4, met het kenmerk van conclusie 4.

Volgens een derde aspect van de uitvinding beoogt zij te voorzien in een geïntegreerde optische uitvoering van genoemde "half-cross/bar"-schakelaar. Een geïntegreerde optische schakelaar voor toepassing in een koppelinrichting volgens een der conclusies 1,--,3, welke schakelaar omvat:

- een ingangssectie voorzien van een eerste optische ingangsgeleider en een tweede optische ingangsgeleider,
 - een uitgangssectie voorzien van een eerste optische uitgangsgeleider en een tweede optische uitgangsgeleider,
 - een intermediaire sectie,
- heeft daartoe volgens de uitvinding het kenmerk van conclusie 7.

Uit referentie [3] is een digitale optische schakelaar bekend, gebaseerd op een asymmetrische Y-junctie en een schakelbare symmetrische Y-junctie, waarbij de Y-juncties middels hun stammen zijn gekoppeld. Deze digitale optische schakelaar is een 2x2-schakelaar van het "cross/bar"-type, waarmee de optische koppelinrichting volgens de uitvinding niet is te realiseren.

Verdere voorkeursuitvoeringen van de schakelaar volgens de uitvinding zijn samengevat in de onderconclusies 7 t/m 12.

25

C. Referenties

- [1] T.-H. Wu en W Way, "A novel passive protected SONET bi-directional self-healing ring architecture", MILCOM '91, Vol. 3, pp. 0894-0900;
- 30 [2] T.-H. Wu, "Fiber network service survivability", Artech House, Boston, 1992, i.h.b. Sect. 4.4.1. "Passive protected bidirectional self-healing ring architecture (BSHR4/PPR)", pp. 162-167;
- [3] WO-88/07220-A;
- 35 [4] W.K. Burns and A.F. Milton, "Mode conversion in planar-dielectric separating waveguides", IEEE J. Quant. Electron., Vol. QE-11, No. 1, Jan. 1975, pp 32-39.

Alle referenties worden beschouwd als geïncorporeerd in de onderhavige aanvraag.

D. Korte beschrijving van de tekening

5 De uitvinding zal nader worden toegelicht middels een beschrijving van een uitvoeringsvoorbeeld, waarbij wordt verwezen naar een tekening die de volgende figuren omvat:

- FIG. 1 toont schematisch een netwerkknooppunt van een zelfherstellend ringvormig optische netwerk voorzien van een bekende optische koppelinrichting;
- 10 met deelfiguren a en b, toont functioneel een optische schakelaar volgens de uitvinding, in twee verschillende schakeltoestanden;
- FIG. 3 met deelfiguren a t/m d, toont schematisch een eerste variant van een optische koppelinrichting volgens de uitvinding, in vier verschillende schakeltoestanden;
- 15 met deelfiguren a t/m d, toont schematisch een tweede variant van een optische koppelinrichting volgens de uitvinding, in vier verschillende schakeltoestanden;
- 20 FIG. 5 toont schematisch een eerste variant van een golfgeleiderpatroon van een optische schakelaar volgens de uitvinding in een bovenaanzicht;
- FIG. 6 toont schematisch een tweede variant van een golfgeleiderpatroon van een optische schakelaar volgens de uitvinding in een bovenaanzicht;
- 25 met deelfiguren a en b, toont schematisch twee varianten van een op het in FIG. 5 getoonde golfgeleiderpatroon gebaseerde optische koppelinrichting volgens de uitvinding;
- 30 FIG. 8 toont schematisch een dwarsdoorsnede van een golfgeleiderpatroon getoond in FIG. 5 volgens de lijn VII-VII;
- FIG. 9 met deelfiguren a en b, toont schematisch twee varianten van een op het in FIG. 5 getoonde golfgeleiderpatroon gebaseerde optische koppelinrichting volgens de uitvinding;
- 35 FIG. 10 toont schematisch een golfgeleiderpatroon van een asymmetrische Y-junctie;

FIG. 11 toont schematisch een golfgeleiderpatroon van een asymmetrische X-junctie;

FIG. 12 toont schematisch een derde variant van een golfgeleiderpatroon van een optische schakelaar volgens de uitvinding in een bovenaanzicht;

FIG. 13 toont schematisch een op een optische schakelaar volgens FIG. 12 gebaseerde derde variant van de optische koppelinrichting volgens de uitvinding.

10 E. Beschrijving van een uitvoeringsvoorbeeld

Uit referenties [1] en [2] is een optische koppelinrichting bekend, die wordt toegepast als onderdeel in een netwerkknooppunt van een optisch schakelsysteem in een zelfherstellend ringvormig optisch netwerk. In Fig. 1 is schematisch een netwerkknooppunt K weergegeven, dat is opgenomen in een transportring ("working ring") w en een protectiering ("protection ring") p van een dergelijk netwerk. Het netwerkknooppunt omvat een "add/drop-multiplexer" 11, hierna ADM genoemd, en een optische koppelinrichting 10. De ADM heeft een ingang i en een uitgang u. De koppelinrichting 10 heeft zes aansluitpunten, genummerd 1, 2, 3, 4, 5 en 6. De uitgang u en de ingang i van de ADM zijn respectievelijk aangesloten op de aansluitpunten 1 en 6 van de koppelinrichting 10. Uiteinden w1 en w2 van de transportring w zijn respectievelijk aangesloten op de aansluitpunten 3 en 4, terwijl uiteinden p1 en p2 van de protectie-ring p respectievelijk zijn aangesloten op de aansluitpunten 2 en 5. De koppelinrichting 10 omvat een optisch schakelcircuit bestaande uit twee 1x2 schakelaars S1 en S2, en een 2x2 schakelaar S3. De koppelinrichting 10 heeft drie schakeltoestanden:

- een eerste schakeltoestand st1 (signaalrichting volgens enkelvoudige pijlen), waarin het uiteinde w1 van de transportring w via schakelaar S2 is doorverbonden met de ingang i van de ADM, de uitgang u van de ADM via schakelaar S1 is doorverbonden met het uiteinde w2 van de transportring w, en waarin de uiteinden p1 en p2 van de protectie-ring p via schakelaar S3 rechtstreeks met elkaar zijn doorverbonden;
- een tweede schakeltoestand st2 (signaalrichting volgens dubbele pijlen), waarin het uiteinde w1 van de transportring w via schakelaar S2 is doorverbonden met de ingang i van de ADM,

1001841.

en de uitgang u van de ADM via schakelaar S1 en schakelaar S3 is doorverbonden met het uiteinde p2 van de protectie-ring p, en - een derde schakeltoestand st3 (signaalrichting volgens drievoudige pijlen), waarin het uiteinde p1 van de protectie-
5 ring p via schakelaar S3 en schakelaar S2 is doorverbonden met de ingang i van de ADM, en de uitgang u van de ADM via schakelaar S1 is doorverbonden met het uiteinde w2 van de transportring w.

Deze bekende koppelinrichting heeft het nadeel, dat in geval een
10 signaaltransport moet worden omgeschakeld van de transportring naar de protectie-ring, steeds twee van de drie schakelaars in het schakelcircuit afzonderlijk moeten worden aangestuurd en omgezet. Hierna wordt een nieuw type schakelaar beschreven. Twee van dergelijke schakelaars kunnen zo worden gecombineerd, dat een koppelinrichting
15 wordt verkregen, waarin voor de gewenste omschakelingen slechts één schakelaar hoeft te worden aangestuurd, terwijl bij aansturing van beide schakelaars een schakeltoestand mogelijk is die geschikt is voor testdoeleinden.

De optische schakelaar en op deze optische schakelaar gebaseerde
20 optische koppelinrichtingen zullen eerst meer functioneel worden beschreven. Vervolgens worden realisaties op enkele, in de geïntegreerde optica gebruikelijke materiaalsystemen toegelicht. Fig. 2 toont in deelfiguren a en b een optische schakelaar 20 in twee
25 verschillende schakelstanden ssl en ss2, respectievelijk. De schakelaar 20 is voorzien van vier optische aansluitpunten 21, 22, 23 en 24. De schakelaar 20 heeft verder een eerste hoofdpoot 25 en een tweede hoofdpoot 26 respectievelijk gekoppeld met de aansluitpunten 21 en 24, en een eerste nevenpoot 27 en een tweede nevenpoot 28 respectievelijk gekoppeld met de aansluitpunten 22 en 23. In de eerste
30 schakelstand ssl zijn de eerste hoofdpoot 25 en de tweede hoofdpoot 26 respectievelijk optisch doorverbonden met de eerste nevenpoot 27 en de tweede nevenpoot 28, zodanig dat er een optische verbinding bestaat tussen de aansluitpunten 21 en 23, en tussen de aansluitpunten 22 en 24. In de tweede schakelstand ss2 zijn slechts de eerste
35 hoofdpoot 25 en de tweede hoofdpoot 26 met elkaar optisch doorverbonden, terwijl de twee nevenpoorten 27 en 28 geen doorverbinding bezitten. De schakelstand ssl wordt hierna aangeduid als parallelstand (Eng.: bar state), terwijl de schakelstand ss2 wordt

aangeduid als halfkruisstand (Eng.: half-cross state) van de schakelaar 20.

FIG. 3 met deelfiguren a, b, c en d toont schematisch een eerste variant van een koppelinrichting 30 gebaseerd op twee schakelaars 31 en 32 van een zelfde type als getoond in FIG. 2. De koppelinrichting bezit, evenals de bekende koppelinrichting 10 van FIG. 1, zes aansluitpunten welke overeenkomstig zijn genummerd 1,--,6. De schakelaar 31 is voorzien van een eerste hoofdpoort 33, een tweede hoofdpoort 34, een eerste nevenpoort 35 en een tweede nevenpoort 36. De schakelaar 32 is voorzien van een eerste hoofdpoort 37, een tweede hoofdpoort 38, een eerste nevenpoort 39 en een tweede nevenpoort 40. De tweede hoofdpoort 34 van schakelaar 31 is optisch gekoppeld met de eerste hoofdpoort 37 van de schakelaar 32. Deelfiguur a van FIG. 3 geeft de koppelinrichting weer in de schakeltoestand st1, welke wordt ingenomen als de schakelaars 31 en 32 zich beide in de schakelstand ssl bevinden. Deelfiguur b van FIG. 3 toont de koppelinrichting in de schakeltoestand st2, welke wordt ingenomen wanneer de schakelaars 31 en 32 zich respectievelijk bevinden in de schakelstanden ss2 en ssl. Deelfiguur c van FIG. 3 toont de koppelinrichting in de schakeltoestand st3, welke wordt ingenomen wanneer de schakelaars 31 en 32 zich respectievelijk bevinden in de schakelstanden ssl en ss2. Deelfiguur d van FIG. 3 toont de koppelinrichting in een schakeltoestand st4, welke wordt ingenomen wanneer de schakelaars 31 en 32 zich beide bevinden in de schakelstand ss2. In deze schakeltoestand st4 zal een op de aansluitpunten 1 en 6 aangesloten ADM volledig zijn losgekoppeld zowel van de transportring w als van de protectie-ring p.

FIG. 4 met deelfiguren a, b, c en d toont op een zelfde wijze als FIG. 3 schematisch een tweede variant van een koppelinrichting 30' gebaseerd op twee schakelaars 31 en 32, waarbij de volgorde van de schakelaars 31 en 32 in de wijze waarop ze met elkaar zijn gekoppeld, is verwisseld. Dit is bereikt door de eerste nevenpoort 39 van de schakelaar 32 optisch te koppelen met de tweede nevenpoort 36 van de schakelaar 31. Deelfiguur a van FIG. 4 geeft de koppelinrichting 30' weer in de schakeltoestand st1, welke wordt ingenomen als de schakelaars 31 en 32 zich beide in de schakelstand ssl bevinden. Deelfiguur b van FIG. 4 toont de koppelinrichting 30' in de schakeltoestand st2, welke wordt

ingenomen wanneer de schakelaars 31 en 32 zich respectievelijk bevinden in de schakelstanden ss2 en ssl. Deelfiguur c van FIG. 4 toont de koppelinrichting in de schakeltoestand st3, welke wordt ingenomen wanneer de schakelaars 31 en 32 zich respectievelijk bevinden in de schakelstanden ssl en ss2.

Deelfiguur d FIG. 4 toont de koppelinrichting in een schakeltoestand st4', welke wordt ingenomen wanneer de schakelaars 31 en 32 zich beide bevinden in de schakelstand ss2. In deze schakeltoestand st4' zal een op de aansluitpunten 1 en 6 aangesloten ADM volledig zijn losgekoppeld van de transportring w en opgenomen in de protectie-ring p.

Zowel de schakeltoestand st4 van koppelinrichting 30 als de schakeltoestand st4' van koppelinrichting 30' zijn bruikbaar voor testdoeleinden. Afhankelijk van welke testsituatie gewenst is in een operationeel systeem, kan de eerste of de tweede variant van de koppelinrichting in een netwerkknooppunt worden toegepast.

Uit referentie [4] is bekend dat het gedrag van een zich Y-vormig vertakkende golfgeleider, hierna Y-junctie genoemd, kan worden uitgedrukt met behulp van een grootheid die "mode conversion factor" (MCF) wordt genoemd:

$$MCF \approx \Delta\beta / (\Theta\Gamma)$$

Hierin is $\Delta\beta$ het verschil in propagatieconstante in de twee takken van de Y-junctie, Θ de hoek tussen de twee takken, en Γ het laterale contrast, i.e. de vervalconstante van het met een lichtsignaal gepaarde gaande evanescente electro-magnetische veld in het vertakkingsgebied. Naarmate de absolute waarde van deze factor groter is, dus naarmate er een grotere asymmetrie bestaat tussen de propagatieconstanten in de twee takken van de Y-junctie, werkt de Y-junctie beter als modussplitser. Een dergelijke als modussplitser werkende Y-junctie wordt hierna aangeduid als asymmetrische Y-junctie. Voor een modussplitsing van minimaal 20 dB (i.e. van een in de golfgeleider geïnjecteerde nulde-orde modus komt minder dan 1% terecht in de tak met de laagste propagatieconstante) moet de factor groter zijn dan 1,5.

Hierna wordt een optische schakelaar beschreven welke is gebaseerd op twee asymmetrische Y-juncties, die met elkaar zijn gekoppeld via een der takken, en waarvan het schakelprincipe is beschreven met behulp van de deelfiguren a en b van FIG. 2.

FIG. 5 toont schematisch in bovenaanzicht een eerste variant van een

dergelijke schakelaar. Op een substraat 50 bevindt zich een golfgeleiderpatroon dat twee kanaalvormige golfgeleiders 51 en 52, hierna hoofdkanalen genoemd, buiten elkaars interactie-gebied omvat. De hoofdkanalen 51 en 52 bezitten Y-vormige vertakkingen 53 en 54, respectievelijk, die met elkaar zijn gekoppeld. In een vertakkingspunt 56 van vertakking 53 takt een kanaalvormig golfgeleider 55, hierna zijkanaal genoemd, onder een scherpe hoek θ af van het hoofdkanaal 51 en komt in een vertakkingspunt 57 van de vertakking 54 eveneens onder een scherpe hoek θ samen met het hoofdkanaal 52. De Y-vormige vertakkingen 53 en 54 vormen asymmetrische Y-juncties. De hoofdkanalen lopen bij voorkeur, maar niet noodzakelijk, parallel. De hoofdkanalen 51 en 52 en het zijkanaal 55 zijn monomodale golfgeleiders. De propagatieconstanten in de hoofdkanalen zijn in hoofdzaak gelijk, maar zij verschillen van de propagatieconstante in het zijkanaal. Op of nabij het zijkanaal 55 zijn schakelmiddelen 58 aangebracht voor het schakelbaar beïnvloeden van de propagatieconstante van het zijkanaal 55. Deze schakelbare beïnvloeding is zodanig dat afwisselend twee toestanden kunnen worden ingenomen: een eerste toestand sp_1 , waarin de propagatieconstante in het zijkanaal 55 kleiner is dan de propagatieconstanten in de hoofdkanalen 51 en 52; en een tweede toestand sp_2 , waarin de propagatieconstante in het zijkanaal 55 groter is dan de propagatieconstanten in de hoofdkanalen 51 en 52. De werking van de schakelaar is als volgt: Een lichtsignaal I_1 , dat aan een uiteinde 51.1 van het hoofdkanaal 51 intreedt, propageert als geleide modus van de nulde-orde in de richting van de vertakking 53. In de vertakking 53 kiest het lichtsignaal het kanaal met de hoogste propagatieconstante. In de eerste toestand sp_1 is de propagatieconstante in het hoofdkanaal 51 groter dan de propagatieconstante in het zijkanaal 55, en propageert het lichtsignaal verder naar een uiteinde 51.2 van het hoofdkanaal 51. Een lichtsignaal I_2 , dat tijdens de eerste toestand sp_1 aan een uiteinde 52.1 van het hoofdkanaal 52 intreedt, propageert als een nulde-orde geleide modus door het hoofdkanaal 52 in de richting van een tweede uiteinde 52.2, en passeert daarbij ongewijzigd de vertakking 54. In de tweede toestand sp_2 is de propagatieconstante in het zijkanaal 55 groter dan de propagatieconstante in het hoofdkanaal 51 en propageert het lichtsignaal I_1 door het zijkanaal 53 verder in de richting van de vertakking 54, en ongewijzigd via het vertakkingspunt 57 van de

vertakking 54 naar het uiteinde 52.2 van het hoofdkanaal 52. Omdat in de toestand sp_2 in de vertakking 54 de propagatieconstante in het zijkanaal 55 groter is, wordt het lichtsignaal I_2 in de vertakking 54 nabij het vertakkingspunt 57 omgezet in een signaal van de eerste-orde geleide modus. Aangezien het hoofdkanaal 52 monomodaal is, zal dit

5 eerste-orde geleide modus signaal echter voorbij het vertakkingspunt 57 uit het hoofdkanaal 52 wegstralen en het tweede uiteinde 52.2 van het hoofdkanaal 52 niet bereiken.

De toestanden sp_1 en sp_2 zijn eveneens realiseerbaar met behulp van gekoppelde schakelmiddelen 581 en 582, welke plaatselijk simultaan de

10 propagatieconstanten in de hoofdkanalen 51 en 52 beïnvloeden, respectievelijk in een portie 51.3 van het hoofdkanaal 51 volgend op het vertakkingspunt 56 in de vertakking 53 en in een portie 52.3 van het hoofdkanaal 52 voorafgaand aan het vertakkingspunt 57 in de

15 vertakking 54. Dit is getoond in FIG. 6.

De schakelmiddelen worden gekozen afhankelijk van het materiaal-systeem waarin het golfgeleiderpatroon van de schakelaar wordt verwezenlijkt.

Zo kan gebruik worden gemaakt van een beïnvloeding van de

20 brekingsindex, en daarmee van de propagatieconstante, door electro-optische, thermo-optische, etc., effecten. Een door de schakelmiddelen geïnduceerde verandering in propagatieconstante moet zodanig van grootte en teken zijn, dat de MCF in beide toestanden sp_1 en sp_2 in absolute waarde ongeveer gelijk is, maar tegengesteld is van teken.

25 Derhalve moet de absolute waarde van de verandering ca $2\Delta\beta$ zijn.

Alleen in dat geval blijven de beide vertakkingen in beide toestanden werken als asymmetrische Y-juncties met een zelfde splitsverhouding.

Verder worden bij een gegeven materiaalsysteem en daarop afgestemde schakelmiddelen de positie van de schakelmiddelen en de

30 propagatieconstanten in de hoofdkanalen en het zijkanaal bij voorkeur zodanig gekozen, dat bij onbekrachtigde schakelmiddelen de optische schakelaar de toestand sp_1 inneemt. Dit betekent dat in de variant van FIG. 5 in passieve toestand de effectieve brekingsindex van het zijkanaal 55 kleiner is dan de effectieve brekingsindices van althans

35 de porties 51.3 en 52.3 van de hoofdkanalen, en de schakelmiddelen een brekingsindex-verhoging in het zijkanaal 55 moeten induceren. In de variant van FIG. 6 moeten de schakelmiddelen juist een brekingsindex-verlaging induceren.

10 01841.

In een materiaalsysteem op basis van een halfgeleidermateriaal zoals indiumfosfide (InP) zijn beide mogelijkheden aanwezig. Door middel van het electro-optische effect kan een brekingsindex-verhoging worden verkregen, terwijl door ladingsdrager-injectie juist een
5 brekingsindex-verlaging wordt bewerkstelligd. Bij gebruik van een dergelijk materiaalsysteem kan de hele golfgeleiderstructuur van de schakelaar worden gerealiseerd met een zelfde type dijkvormige golfgeleider (Eng.: ridge type).

FIG. 7 toont schematisch een dwarsdoorsnede van de schakelaar als
10 getoond in FIG. 5 volgens een lijn VII-VII op basis van indiumfosfide, waarin gebruik wordt gemaakt van het electro-optische effect. Tussen een substraat 71 en een bovenlaag 72, beide van InP, bevindt zich een lichtgeleidende laag 73 van InGaAsP van dikte t . De bovenlaag 72 vertoont plaatselijk dijkvormige verhogingen 72.1, 72.2 en 72.3
15 respectievelijk voor de definitie van de hoofdkanalen 51 en 52, en het zijkanaal 55. De dijkvormige verhogingen 72.1 en 72.2 bezitten een breedte w_1 , en de dijkvormige verhoging 72.3 heeft een breedte $w_2 < w_1$. Een eerste electrode 74 is aangebracht boven de dijkvormige verhoging 72.3, die het zijkanaal 55 definiëert. Een tweede electrode 75 is (bij
20 wijze van voorbeeld als vlakvormige electrode) aangebracht aan de onderzijde van het substraat 71, onder de dijkvormige verhoging 72.3. Op de elektroden 74 en 75 is via geleidingen 76 en 77 een schakelbare spanningsbron V aansluitbaar voor het leveren van een spanning V voor het schakelbaar opwekken van een elektrisch veld tussen de elektroden,
25 waardoor een schakelbare verhoging van de brekingsindex in het door de dijkvormige verhoging 72.3 gedefiniëerde zijkanaal 55 tot stand wordt gebracht. De electrode 74 hoeft zich niet over de hele lengte van het zijkanaal 55 uit te strekken. Zij kan bestaan uit twee elektrisch verbonden delen, welke zich uitstrekken vanaf de vertakkingspunten 56
30 en 57.

Op soortgelijke wijze als FIG. 7 toont FIG. 8 een dwarsdoorsnede van de schakelaar als getoond in FIG. 6 volgens een lijn VIII-VIII op basis van indiumfosfide, waarin gebruik wordt gemaakt van
ladingsdrager injectie. Nu bestaat de eerste electrode 74 uit twee
35 elektrisch gekoppelde delen 74.1 en 74.2. Op de elektroden 74 en 75 is via geleidingen 76 en 77 een schakelbare stroombron I aansluitbaar voor het leveren van een stroom, waardoor ladingsdragerinjectie kan worden bewerkstelligd in de bovenlaag 72 terplaatse van de dijkvormige

verhogingen 72.1 en 72.2, tengevolge waarvan een brekingsindexverlaging tot stand komt in de door de dijkvormige verhogingen gedefinieerde porties 51.3 en 52.3 van de hoofdkanalen 51 en 52.

5 Een realisatie van de schakelaar volgens FIG. 7 heeft het voordeel dat de eerste electrode uit slechts één deel kan worden gevormd. Een realisatie volgens FIG. 8 heeft het voordeel dat een brekingsindexverandering tengevolge van ladingsdrager-injectie veel groter is dan die tengevolge van het electro-optische effect. Daardoor
10 kan de hoek θ relatief veel groter worden gekozen, en kan de lengte van de schakelaar bijgevolg veel beperkter blijven.

Om de koppelinrichtingen, welke functioneel zijn beschreven onder verwijzing naar de deelfiguren a t/m d van FIG. 3 en de deelfiguren a t/m d van FIG. 4, te realiseren, worden de golfgeleiderpatronen van
15 twee schakelaars Sw(1) en Sw(2) volgens FIG. 5 of FIG. 6 zodanig met elkaar gekoppeld, dat een van de hoofdkanalen van een schakelaar in het verlengde ligt van de andere schakelaar. Er zijn twee mogelijkheden, welke respectievelijk zijn getoond in deelfiguren a en b van FIG. 9. Een scheidingslijn Z1 (onderbroken lijn) onderscheidt de
20 golfgeleiderpatronen van de schakelaar Sw(1) en de schakelaar Sw(2). Onderdelen van de golfgeleiderpatronen hebben de zelfde nummers als overeenkomstige onderdelen in FIG. 5, aangevuld met een aanduiding (1) of (2), welke respectievelijk verwijst naar de betreffende schakelaar Sw(1) of Sw(2). De uiteinden van de hoofdkanalen zijn genummerd
25 overeenkomstig de zes aansluitpunten 1,--,6 van de koppelinrichtingen. Een eerste mogelijkheid is die, waarin het uiteinde 51.1 van het eerste hoofdkanaal 51 van de schakelaar Sw(2) direct aansluit op het uiteinde 52.2 van het tweede hoofdkanaal 52 van de schakelaar Sw(1). Deze mogelijkheid, die is weergegeven in deelfiguur a van FIG. 9,
30 realiseert de koppelinrichting van FIG.3. De tweede mogelijkheid is die, waarin het uiteinde 52.1 van het tweede hoofdkanaal 51 van de schakelaar Sw(1) direct aansluit op het uiteinde 51.2 van het eerste hoofdkanaal 51 van de tweede schakelaar Sw(2). Deze mogelijkheid, die is weergegeven in deelfiguur b van FIG. 9, realiseert de
35 koppelinrichting van FIG. 4.

Voor de optische schakelaar is een tweede variant voor het golfgeleiderpatroon mogelijk, waarin schakelmiddelen in het zijkanaal kunnen worden toegepast, die een brekingsindexverlaging

bewerkstelligen. Deze tweede variant is gebaseerd op enkele geleidings-eigenschappen welke specifiek zijn voor een asymmetrische Y-junctie met een bimodale stam.

In FIG. 10 is schematisch een golfgeleiderpatroon weergegeven van een dergelijke asymmetrische Y-junctie. Deze Y-junctie heeft een bimodale stam 101, een smalle monomodale tak 102 en een brede monomodale tak 103, een vertakkingspunt 104 en een vertakkingshoek Φ . Opgemerkt wordt dat de adjectieven 'smal' en 'breed' symbolisch worden gebruikt voor een lagere en hogere propagatieconstante van de takken. Een dergelijke Y-junctie gedraagt zich als volgt. Een lichtsignaal L1, dat in de smalle tak 102 propageert volgens een nulde-orde geleide modus in de richting van de vertakkingspunt 104, propageert in de bimodale stam 101 verder volgens een eerste-orde geleide modus. Omgekeerd zal een lichtsignaal L2, dat in de bimodale tak 101 propageert volgens een eerste-orde geleide modus in de richting van het vertakkingspunt 104, volgens een nulde-orde geleide modus verder propageren in de smalle tak 102, terwijl een lichtsignaal L3, dat in de bimodale tak 101 volgens een nulde-orde modus propageert, juist in de brede tak 103 zal verder propageren. Voor de signalen L1 en L2 werkt een dergelijke Y-junctie derhalve als een modus-omzetter, terwijl de Y-junctie voor de signalen L2 en L3 werkt als een modussplitser.

Worden twee van dergelijke asymmetrische Y-juncties met hun bimodale stammen 'ruggelings' gekoppeld, dan wordt een dubbel-asymmetrische X-junctie verkregen. Het golfgeleiderpatroon van zo'n X-junctie, dat schematisch is weergegeven in FIG. 11, bestaat uit twee elkaar kruisende golfgeleidende kanalen, t.w. een eerste kanaal gevormd door twee smalle takken 111 en 112, welke met elkaar zijn gekoppeld over een bimodale stam 113, en een tweede kanaal gevormd door twee brede takken 114 en 115, welke eveneens met elkaar zijn gekoppeld over de bimodale stam 113. Een lichtsignaal L4, dat in de ene smalle tak 111 wordt geïnjecteerd, zal voorbij de bimodale stam verder propageren via de andere smalle tak 112. Als echter de propagatieconstante in de brede tak 115 (kunstmatig) wordt verlaagd tot beneden de propagatieconstante van de smalle tak 112, zal het signaal verder propageren via de brede tak 115. Hierbij zij opgemerkt, dat hetzelfde kan worden bereikt door een overeenkomstige verhoging van de propagatieconstante in de smalle tak 112. Een dergelijke X-junctie wordt toegepast als een Y-vormige vertakking in het

1001841

golfgeleiderpatroon van FIG. 5 in plaats van elk der vertakkingen 53 en 54. Een der brede takken, i.c. de tak 114, wordt niet gebruikt. Een dergelijke niet gebruikte tak wordt ook wel dummy tak genoemd. FIG. 12 toont de tweede variant van een golfgeleiderpatroon voor de

5 schakelaar. Dit golfgeleiderpatroon omvat een eerste hoofdkanaal 121 met monomodale uiteinden 121.1 en 121.2 en een bimodaal tussenstuk 121.3, en een tweede hoofdkanaal 122 met monomodale uiteinden 122.1 en 122.2 en een bimodaal tussen stuk 122.3. De hoofdkanalen 121 en 122 zijn vanuit de bimodale tussenstukken 121.3 en 122.3 gekoppeld via een

10 zijkanaal 123, dat een scherpe hoek Φ maakt met elk der hoofdkanalen. Op of nabij het zijkanaal 123 zijn schakelmiddelen 124 aangebracht voor de verlaging van de propagatieconstante in het zijkanaal. De hoofdkanalen 121 en 122 hebben dummy zijtakken 121.4 en 122.4, respectievelijk. In vergelijking met de eerste variant die is

15 opgebouwd uit twee gekoppelde Y-vormige vertakkingen met monomodale stam, is deze tweede variant opgebouwd uit vier Y-vormige vertakkingen met een bimodale stam. Een eerste Y-vormige vertakking 125 wordt gevormd door het monomodale uiteinde 121.1, het bimodale tussenstuk 121.3 en de dummy zijtak 121.4; een tweede Y-vormige vertakking 126

20 wordt gevormd door het bimodale tussenstuk 121.3, het monomodale uiteinde 121.2 en het zijkanaal 123; een derde Y-vormige vertakking wordt gevormd door het monomodale uiteinde 122.1, het bimodale tussenstuk 122.3 en het zijkanaal 123; en tenslotte een vierde Y-vormige vertakking door het bimodale tussenstuk 122.3, het monomodale

25 uiteinde 122.2 en de dummy zijtak 122.4. Deze tweede variant heeft exact dezelfde schakelfunctie als de eerste variant. Zij heeft echter nog een bijzondere eigenschap, als de schakelaar in een toestand verkeert, waarin de propagatieconstante in het zijkanaal 123 is verlaagd. In dat geval propageert een in het uiteinde 121.1 van het

30 hoofdkanaal 121 geïnjecteerd signaal I_3 via de tussenstukken 121.3 en 122.3 en het er tussen gelegen zijkanaal 123, en treedt uit via het uiteinde 122.2 van het hoofdkanaal 122. Een gelijktijdig in het uiteinde 122.1 van het tweede hoofdkanaal 122 geïnjecteerd signaal I_4 propageert dan via het tussenstuk 122.3 verder door de dummy-tak

35 122.4, waaruit het aan een uiteinde 129 zal afstralen. Om een eventuele versturende werking van afgestraald signalen te voorkomen wordt zo'n dummy-tak bij voorkeur verlengd tot een bijvoorbeeld de rand van de chip waarop het schakelpatroon is gerealiseerd.

Door twee golfgeleiderpatronen volgens de tweede variant met elkaar te koppelen op een soortgelijke wijze als voor de eerste variant is weergegeven in de deelfiguren a en b van FIG. 9, worden weer koppelinrichtingen verkregen met de schakelfuncties volgens de deelfiguren a t/m d van FIG. 3 en de deelfiguren a t/m d van FIG. 4, respectievelijk.

Voor de koppelinrichting welke overeenkomt met die van deelfiguur a van FIG. 9 is evenwel nog een variant mogelijk, die qua lengte ongeveer een derde korter is.

Deze variant is weergegeven in FIG. 13. Een scheidingslijn Z2 (onderbroken lijn) onderscheidt de golfgeleiderpatronen van een schakelaar Sw(3) en een schakelaar Sw(4). Onderdelen van de golfgeleiderpatronen hebben de zelfde nummers als overeenkomstig onderdelen in FIG. 12, aangevuld met een aanduiding (3) of (4), welke respectievelijk verwijst naar de betreffende schakelaar Sw(3) of Sw(4). De uiteinden van de hoofdkanalen zijn genummerd overeenkomstig de zes aansluitpunten 1,--,6 van de koppelinrichtingen. De schakelpatronen van de schakelaars Sw(3) en Sw(4) zijn nu niet gekoppeld via een uiteinde van een hoofdkanaal van elke schakelaar. In deze variant zijn de patronen zodanig gekoppeld dat het bimodale tussenstuk 122.3(3) van het hoofdkanaal 122(3) van de schakelaar Sw(3) direct overgaat in het bimodale tussenstuk 121.3(4) van het hoofdkanaal 121(4) van de schakelaar Sw(4). Een dergelijke koppeling is mogelijk aangezien de tweede vertakking 126(4) van de schakelaar Sw(4) de functie overneemt die een vierde vertakking 128(3) zou moeten hebben voor de derde schakelaar Sw(3), terwijl de derde vertakking 127(3) van de schakelaar Sw(3) de functie overneemt die een eerste vertakking 125(4) zou moeten hebben voor de schakelaar Sw(4). Een dergelijke vierde vertakking voor schakelaar Sw(3) en een dergelijke eerste vertakking voor schakelaar Sw(4) zijn derhalve overbodig, waardoor deze variant voor de koppelinrichting aanzienlijk korter is dan tweemaal de lengte van de toegepaste schakelaar, en twee dummy-takken minder heeft. Deze variant heeft voorts de bijzonderheid, dat als de schakelmiddelen in beide zijkanalen 123(3) en 123(4) zijn bekrachtigd, en derhalve een bij aansluitpunt 1 geïnjecteerd optisch signaal naar het aansluitpunt 6 wordt geleid, een gelijktijdig bij aansluitpunt 2 geïnjecteerd signaal naar het aansluitpunt 5 wordt geleid. Dit betekent dat in die toestand de optische verbinding tussen

de aansluitpunten 2 en 5 intact blijft, dit in tegenstelling tot de koppelinrichting volgens deelfiguur a van FIG. 9.

In het voorgaande is onder verwijzing naar FIG. 7 en FIG. 8 reeds een tweetal realisaties van de optische "half-cross/bar" schakelaar op
5 indiumfosfide beschreven. Een ander geschikt materiaal is lithiumniobaat vanwege de grote electro-optische effecten, de goede kwaliteit van golfgeleiders daarin, en de lage koppolverliezen met glasvezels. Door een geschikte keuze van de kristal-oriëntatie van een
10 substraat van lithiumniobaat, van de richting van de golfgeleiders daarop, en van de polariteit van een voor brekingsindex-veranderingen aan te leggen elektrische velden is een verhoging van de brekingsindex mogelijk voor beide polarisaties tegelijkertijd. Daarmee zijn een schakelaar volgens FIG. 5 en koppelinrichtingen volgens de deelfiguren a en b van FIG. 9 realiseerbaar. Net als bij de uit referentie [3]
15 bekende digitale optische schakelaar zijn de schakelaars ook hier mogelijk met splitshoeken van 1-3 mrad (0,006-0,17 graad), een schakelspanning van enkele tientallen volts, en een overspraak beter dan 20 dB. Daarmee worden de koppelinrichtingen ca 2 cm lang. Andere aantrekkelijke materialen voor de realisaties van de
20 schakelaars en de koppelinrichtingen zijn poolbare glasachtige organische polymeren. In dunne lagen van een dergelijk materiaal zijn golfgeleiders eenvoudig realiseerbaar. In gepoolde toestand bezitten deze materialen relatief grote electro-optische effecten. Verder vertonen deze materialen een thermo-optisch effect dat veel groter is
25 dan het electro-optische effect. Bij een temperatuurverhoging treedt een brekingsindex-verlaging op, zodat voor de schakelaars de varianten getoond in FIG. 6 en FIG. 12 bij voorkeur in aanmerking komen. Door dit grote effect kunnen de schakelaars met splitshoeken in de orde van één graad worden gerealiseerd, zodat de lengte beperkt kan blijven tot
30 enkele milimeters, terwijl het schakelen slechts enkele mW's vereist.

1001841.

F. Conclusies

1. Optische koppelinrichting voorzien van zes aansluitpunten, genummerd één tot en met zes, elk voor het aansluiten van een optische verbinding, en van schakelmiddelen voor het tot stand brengen van optische doorkoppelingen tussen de zes aansluitpunten, waarbij de
- 5 schakelmiddelen drie schakeltoestanden omvatten,
- een eerste schakeltoestand waarin doorkoppelingen bestaan tussen het eerste en het vierde aansluitpunt, tussen het tweede en het vijfde aansluitpunt, en tussen het derde en het zesde aansluitpunt,
 - een tweede schakeltoestand waarin doorkoppelingen bestaan

10 tussen het eerste en het vijfde aansluitpunt en tussen het derde en het zesde aansluitpunt, en

 - een derde schakeltoestand waarin doorkoppelingen bestaan tussen het eerste en het vierde aansluitpunt en tussen het tweede en het zesde aansluitpunt,

15 waarbij de schakelmiddelen twee schakelaars, een eerste schakelaar en een tweede schakelaar, insluiten, welke schakelaars elk zijn voorzien van een hoofdpoot, een nevenpoot en een andere poot, en waarbij de hoofdpoot en de nevenpoot van de eerste schakelaar respectievelijk zijn gekoppeld met het eerste en het vierde aansluitpunt, en de

20 hoofdpoot en de nevenpoot van de tweede schakelaar respectievelijk zijn gekoppeld met het zesde en het derde aansluitpunt, met het kenmerk,

dat de andere poot een andere hoofdpoot is en dat de twee schakelaars verder zijn voorzien van een andere nevenpoot,

25 dat elk van de twee schakelaars twee subschakeltoestanden bezit,

 - + een eerste subschakeltoestand waarin de hoofdpoot en de andere hoofdpoot zijn doorgekoppeld met, respectievelijk, de nevenpoot en de andere nevenpoot, en
 - + een tweede subschakeltoestand waarin de hoofdpoot is

30 doorgekoppeld met de andere hoofdpoot, en de nevenpoot en de andere nevenpoot geen doorkoppeling bezitten,

waarbij de eerste schakeltoestand correspondeert met de eerste subschakeltoestand van de eerste en de tweede schakelaar, de tweede schakeltoestand correspondeert met de tweede subschakeltoestand van de

35 eerste schakelaar en de eerste subschakeltoestand van de tweede schakelaar, en de derde schakeltoestand correspondeert met de eerste subschakeltoestand van de eerste schakelaar en de tweede

subschakeltoestand van de tweede schakelaar.

2. Koppelinrichting volgens conclusie 1 met het kenmerk, dat de andere nevenpoort van de eerste schakelaar en van de tweede schakelaar gekoppeld zijn, respectievelijk, met het tweede en met het vijfde aansluitpunt, en de andere hoofdpoot van de eerste schakelaar is gekoppeld met de andere hoofdpoot van de tweede schakelaar, waarbij de schakelmiddelen een vierde schakeltoestand bezitten, in welke vierde schakeltoestand een doorkoppeling bestaat tussen het eerste en het zesde aansluitpunt, en het tweede, het derde, het vierde en het vijfde aansluitpunt geen doorkoppeling bezitten, en voor welke vierde schakeltoestand de eerste en de tweede schakelaar zich beide in de tweede subschakeltoestand bevinden.

3. Koppelinrichting volgens conclusie 1 met het kenmerk, dat de andere hoofdpoot van de eerste schakelaar en van de tweede schakelaar gekoppeld zijn, respectievelijk, met het vijfde en met het tweede aansluitpunt, en de andere nevenpoort van de eerste schakelaar is gekoppeld met de andere nevenpoort van de tweede schakelaar, waarbij de schakelmiddelen een vierde schakeltoestand bezitten, in welke vierde schakeltoestand een doorkoppeling bestaat tussen het eerste en het vijfde aansluitpunt en tussen het tweede en het zesde aansluitpunt, en het derde en het vierde aansluitpunt geen doorkoppeling bezitten, en voor welke vierde schakeltoestand de eerste en de tweede schakelaar zich beide in de tweede subschakeltoestand bevinden.

4. Optische koppelinrichting voorzien van zes aansluitpunten, genummerd één tot en met zes, elk voor het aansluiten van een optische verbinding, en van schakelmiddelen voor het tot stand brengen van optische doorkoppelingen tussen de zes aansluitpunten, met het kenmerk,

dat de schakelmiddelen een substraat omvatten met daarop gevormd twee optische schakelaars elk insluitende:

- een ingangssectie voorzien van een eerste optische ingangseleider en een tweede optische ingangseleider,
- een uitgangssectie voorzien van een eerste optische uitgangseleider en een tweede optische uitgangseleider, en
- een optische schakelsectie voorzien van

+ een eerste asymmetrische Y-junctie voorzien van een eerste optische golfgeleidende stam en een eerste en een tweede optische

1001841.

golfgeleidende tak, waarbij de stam en de eerste tak van de eerste Y-junctie respectievelijk zijn gekoppeld met de eerste ingangseleider en de eerste uitgangseleider,

5 + een tweede asymmetrische Y-junctie voorzien van een optische golfgeleidende stam en een eerste en een tweede optische golfgeleidende tak, van welke tweede Y-junctie de stam en de eerste tak respectievelijk zijn gekoppeld met de tweede uitgangseleider en de tweede ingangseleider, en de tweede tak is gekoppeld met de tweede tak van de eerste Y-junctie, en van

10 + middelen voor het schakelbaar beïnvloeden van de optische propagatietoestand in de met elkaar gekoppelde tweede takken van de twee Y-juncties, waarbij de eerste ingangseleider en de eerste uitgangseleider van de eerste schakelaar respectievelijk zijn gekoppeld met het eerste en het vierde aansluitpunt, en de tweede ingangseleider en de tweede uitgangseleider van de tweede schakelaar respectievelijk zijn gekoppeld met het derde en het zesde aansluitpunt.

5. Koppelinrichting volgens conclusie 4 met het kenmerk, dat de tweede ingangseleider van de eerste schakelaar is gekoppeld met het tweede aansluitpunt, de eerste uitgangseleider van de tweede schakelaar is gekoppeld met het vijfde aansluitpunt, en de tweede uitgangseleider van de eerste schakelaar is gekoppeld met de eerste ingangseleider van de tweede schakelaar.

6. Koppelinrichting volgens conclusie 5 met het kenmerk, dat de eerste ingangseleider van de tweede schakelaar is gekoppeld met het tweede aansluitpunt, de tweede uitgangseleider van de eerste schakelaar is gekoppeld met het vijfde aansluitpunt, en de eerste uitgangseleider van de tweede schakelaar is gekoppeld met de tweede ingangseleider van de eerste schakelaar.

30 7. Geïntegreerde optische schakelaar voor toepassing in een koppelinrichting volgens een der conclusies 1,--,3 welke schakelaar omvat:

- een ingangssectie voorzien van een eerste optische ingangseleider en een tweede optische ingangseleider,
- 35 - een uitgangssectie voorzien van een eerste optische uitgangseleider en een tweede optische uitgangseleider, en
- een optische schakelsectie insluitende

+ een eerste asymmetrische Y-junctie voorzien van een eerste

optische golfgeleidende stam en een eerste en een tweede optische golfgeleidende tak, waarbij de stam en de eerste tak van de eerste Y-junctie respectievelijk zijn gekoppeld met de eerste ingangseleider en de eerste uitgangseleider,

5 + een tweede asymmetrische Y-junctie voorzien van een optische golfgeleidende stam en een eerste en een tweede optische golfgeleidende tak, van welke tweede Y-junctie de stam en de eerste tak respectievelijk zijn gekoppeld met de tweede uitgangseleider en de tweede ingangseleider, en de tweede tak is gekoppeld met de tweede
10 tak van de eerste Y-junctie, en

 + middelen voor het schakelbaar beïnvloeden van de optische propagatietoestand in de met elkaar gekoppelde tweede takken van de twee Y-juncties.

8. Schakelaar volgens conclusie 7, waarin

15 - de ingangssectie verder is voorzien van een derde optische ingangseleider,
- de uitgangssectie verder is voorzien van een derde optische uitgangseleider,
- de schakelsectie verder insluit

20 + een derde asymmetrische Y-junctie voorzien van een optische golfgeleidende stam en een eerste en een tweede optische golfgeleidende tak,
 + een vierde asymmetrische Y-junctie voorzien van een optische golfgeleidende stam en een eerste en een tweede optische
25 golfgeleidende tak, van welke vierde Y-junctie de stam en de eerste tak respectievelijk zijn gekoppeld met de derde uitgangseleider en de derde ingangseleider, en de tweede tak is gekoppeld met de tweede tak van de derde Y-junctie, en van
+ verdere middelen voor het schakelbaar beïnvloeden van de
30 optische propagatietoestand in de met elkaar gekoppelde tweede takken van de derde en de vierde Y-juncties.

9. Schakelaar volgens conclusie 8, waarin de eerste tak van de derde Y-junctie samenvalt met de eerste tak van de tweede Y-junctie, welke eerste takken enerzijds over de stam van de tweede Y-junctie met
35 de tweede uitgangseleider, en anderzijds over de stam van de derde Y-junctie met de tweede ingangseleider zijn gekoppeld.

10. Schakelaar volgens conclusie 9, waarin de stam van de derde Y-junctie samenvalt met de stam van de tweede Y-junctie, welke stammen

enerzijds over de eerste tak van de derde Y-junctie met de tweede uitgangsgeleider, en anderzijds over de eerste tak van de tweede Y-junctie met de tweede ingangsgeleider zijn gekoppeld.

11. Schakelaar volgens een der conclusies 7,--,10 waarin de
5 ingangsgeleiders en de uitgangsgeleiders, en de Y-juncties zijn gevormd uit monomodale golfgeleiders, de tweede tak van elke Y-junctie een lagere propagatie-constante bezit dan de met de laatst genoemde tweede tak corresponderende eerste tak van de zelfde Y-junctie, en
10 waarin genoemde middelen en genoemde verdere middelen zijn ingericht voor het bewerkstelligen van een schakelbare verhoging van de propagatie-constante in de tweede takken van de Y-juncties tot boven de propagatie-constante in de eerste takken van de Y-juncties.

12. Schakelaar volgens een der conclusies 7,--,10 waarin
- de ingangsgeleiders, de uitgangsgeleiders en de eerste en tweede
15 takken van de genoemde Y-juncties zijn gevormd uit monomodale golfgeleiders, en de stammen van de genoemde Y-juncties zijn gevormd uit bimodale golfgeleiders,
- de tweede tak van elke Y-junctie een hogere propagatie-constante bezit dan de met de tweede tak corresponderende eerste tak van de
20 zelfde Y-junctie,
- genoemde middelen en genoemde verdere middelen zijn ingericht voor het bewerkstelligen van een schakelbare verlaging van de propagatie-constante in de tweede takken van de Y-juncties tot beneden de
25 propagatieconstante in de eerste takken van de Y-juncties, en waarin tussen een bimodale stam welke is gekoppeld met een van de monomodale ingangs- en uitgangsgeleiders, een dummy asymmetrische Y-junctie is opgenomen voorzien van twee takken, waarvan één tak de betreffende ingangs- of uitgangsgeleider vormt.

10 01841.

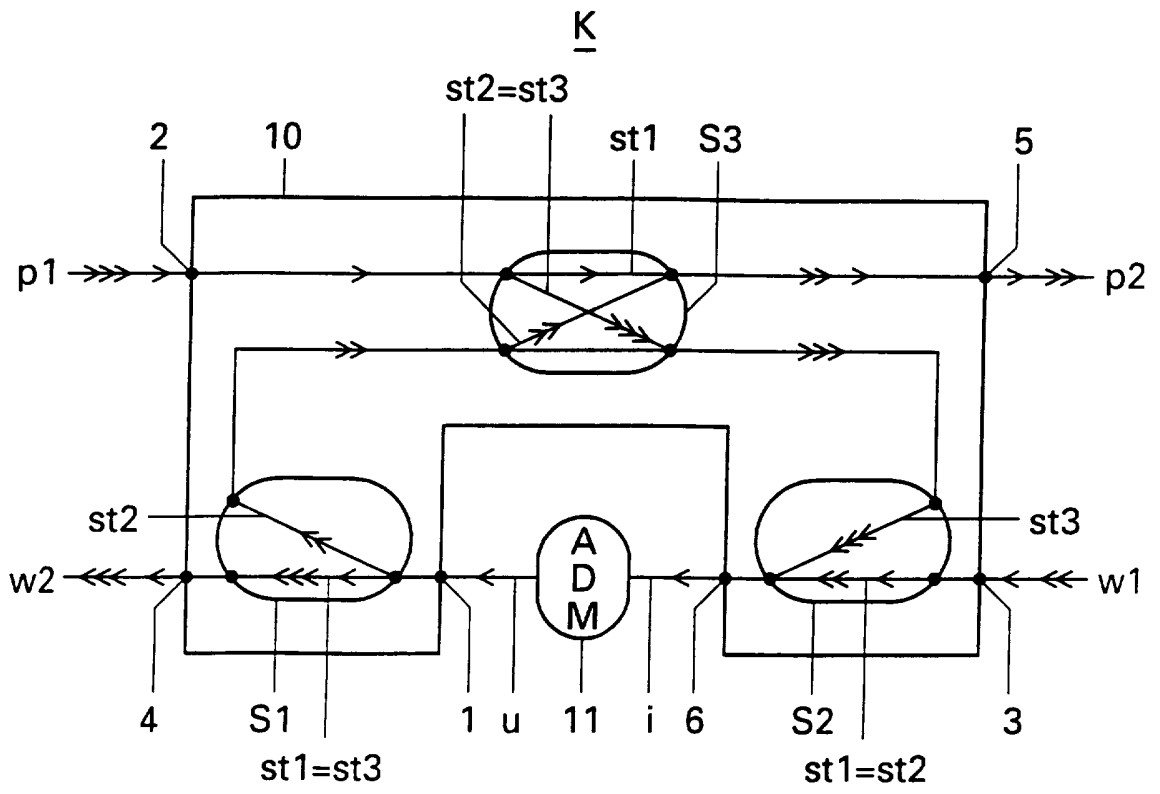


Fig. 1

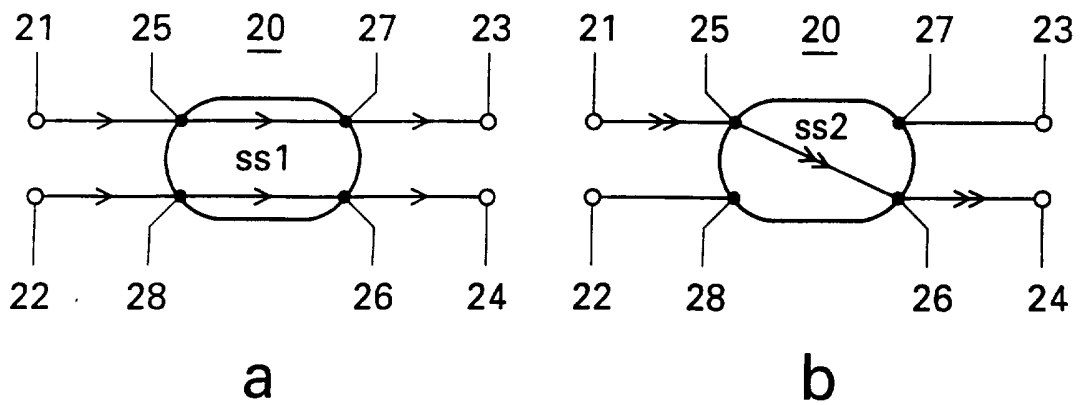


Fig. 2

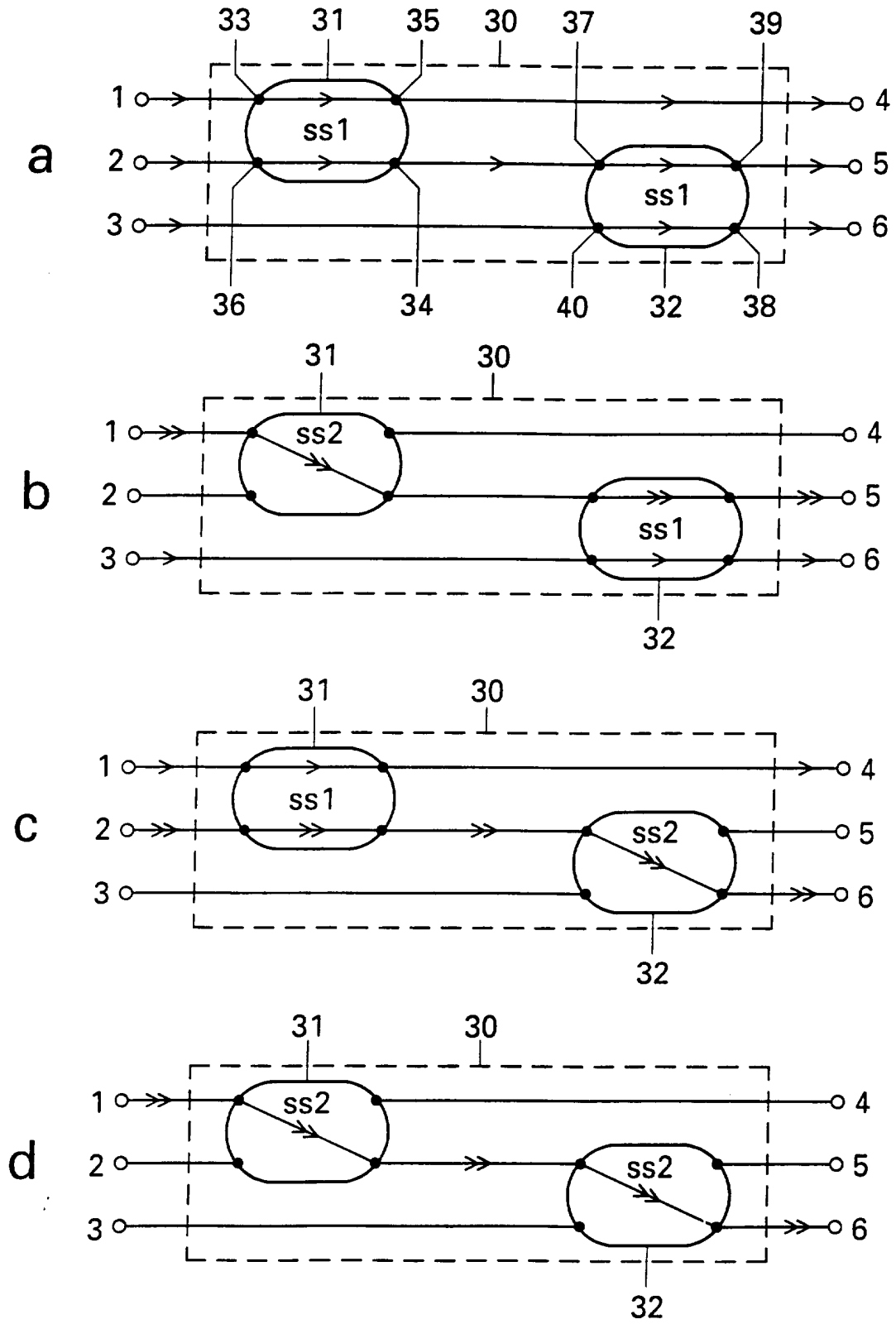


Fig. 3

3/8

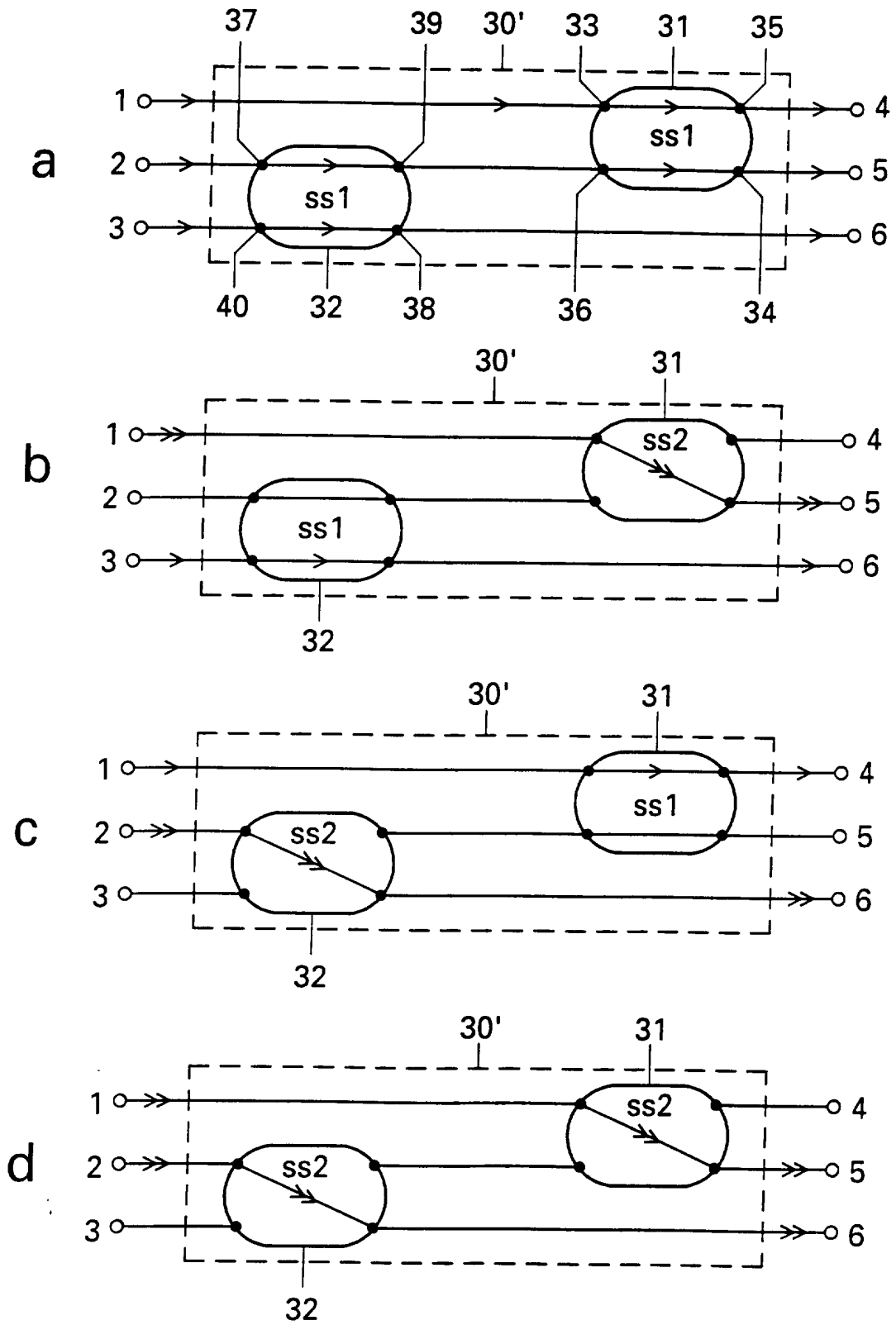


Fig. 4

1001841

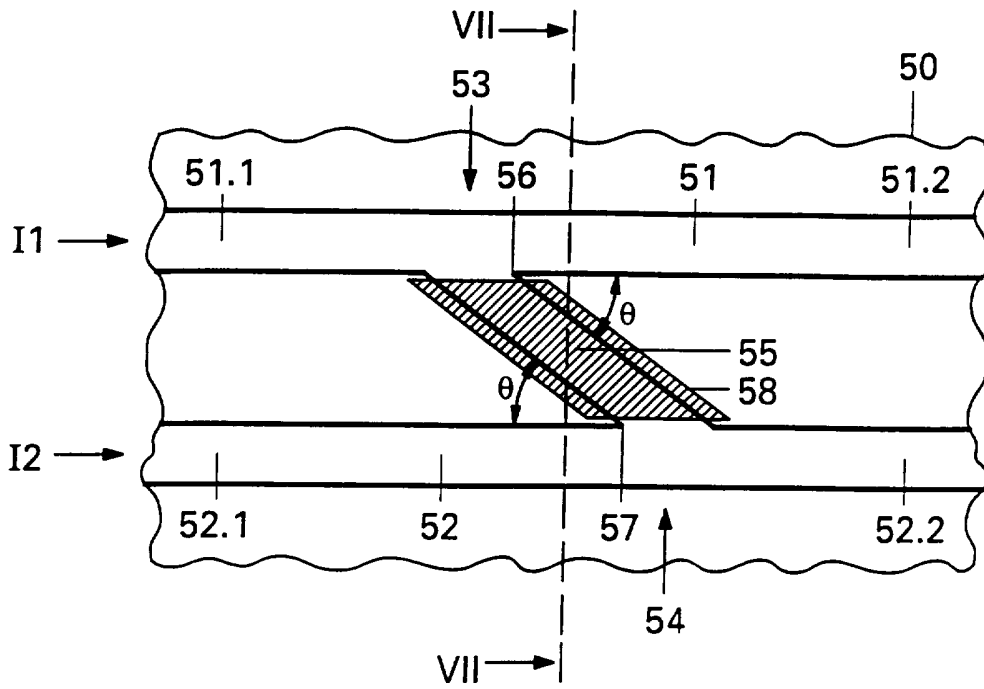


Fig. 5

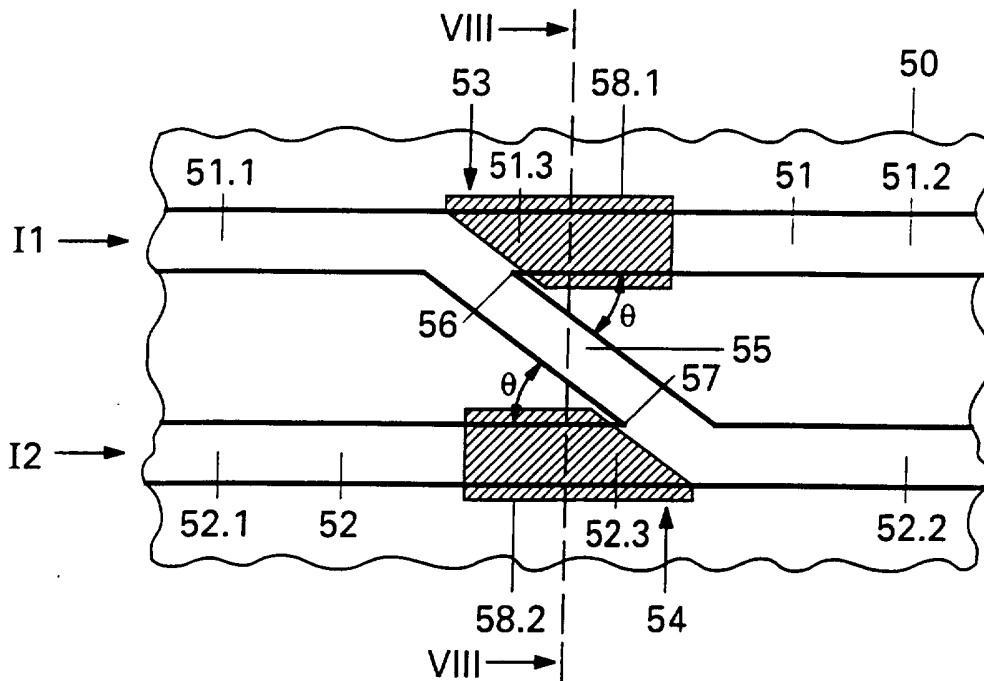


Fig. 6

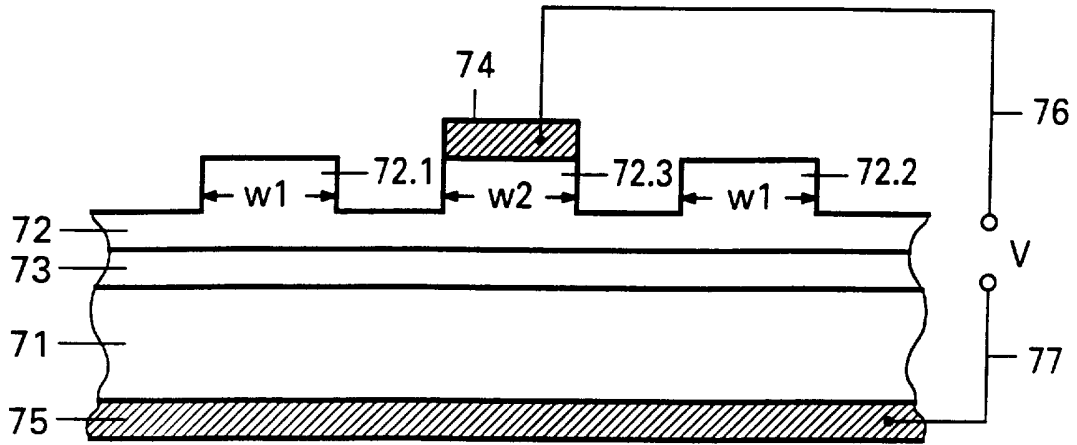


Fig. 7

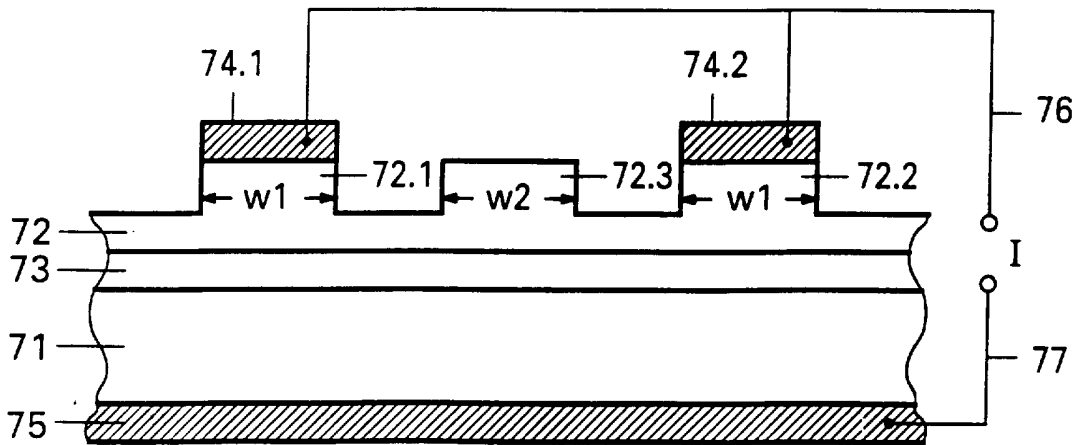
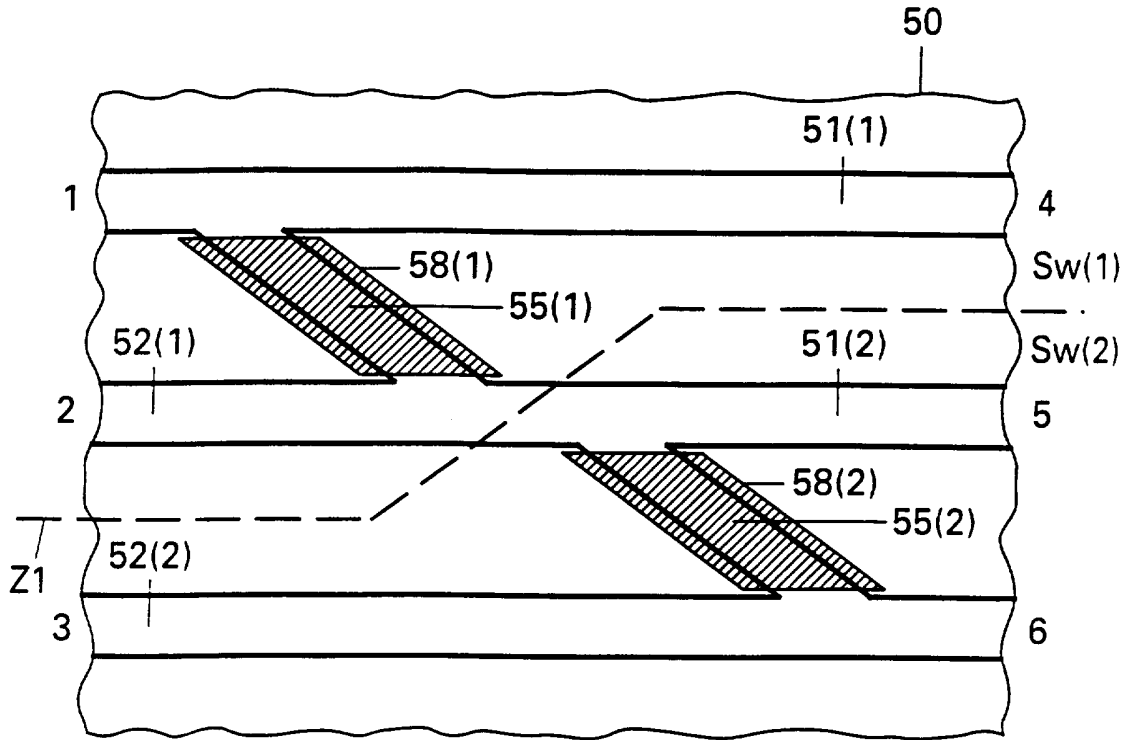
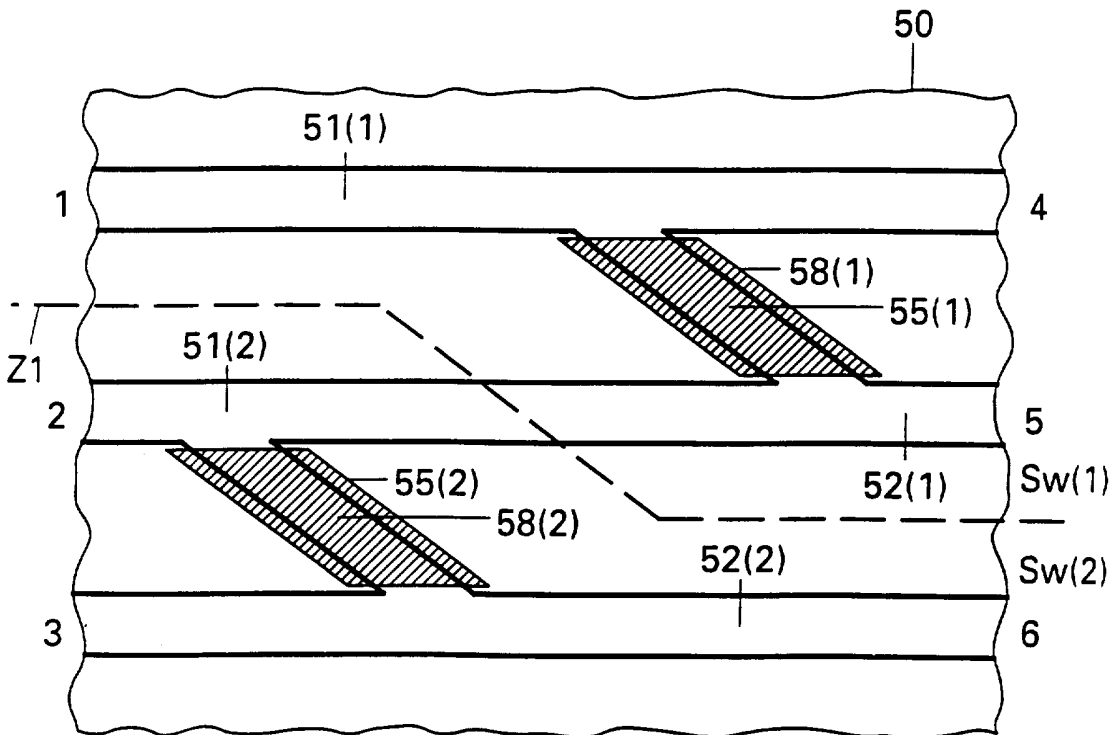


Fig. 8



a



b

Fig. 9

7/8

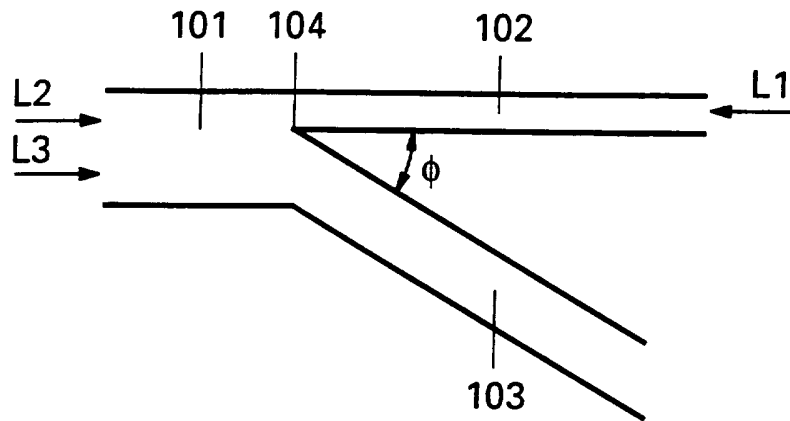


Fig. 10

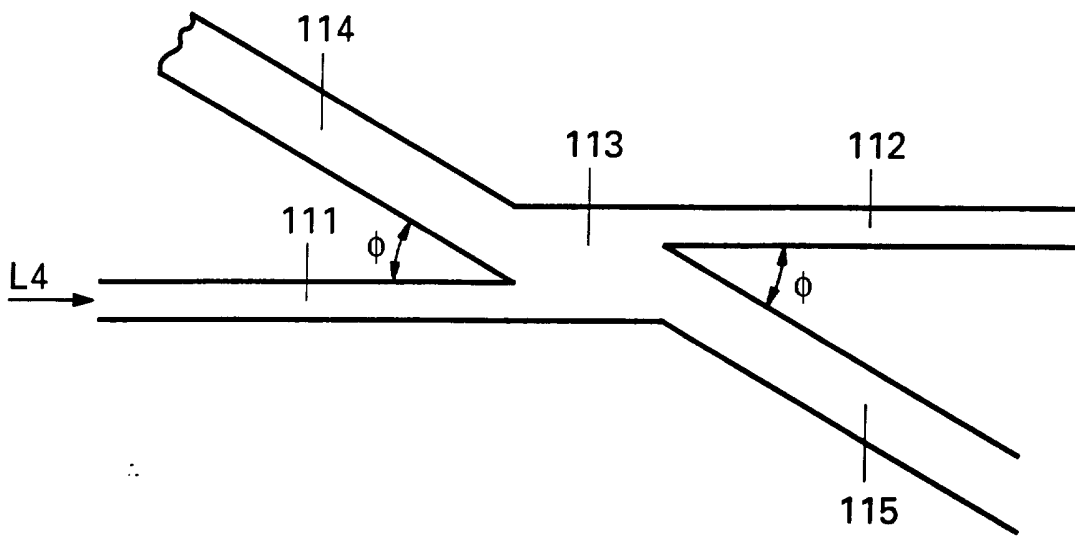


Fig. 11

10 01841.

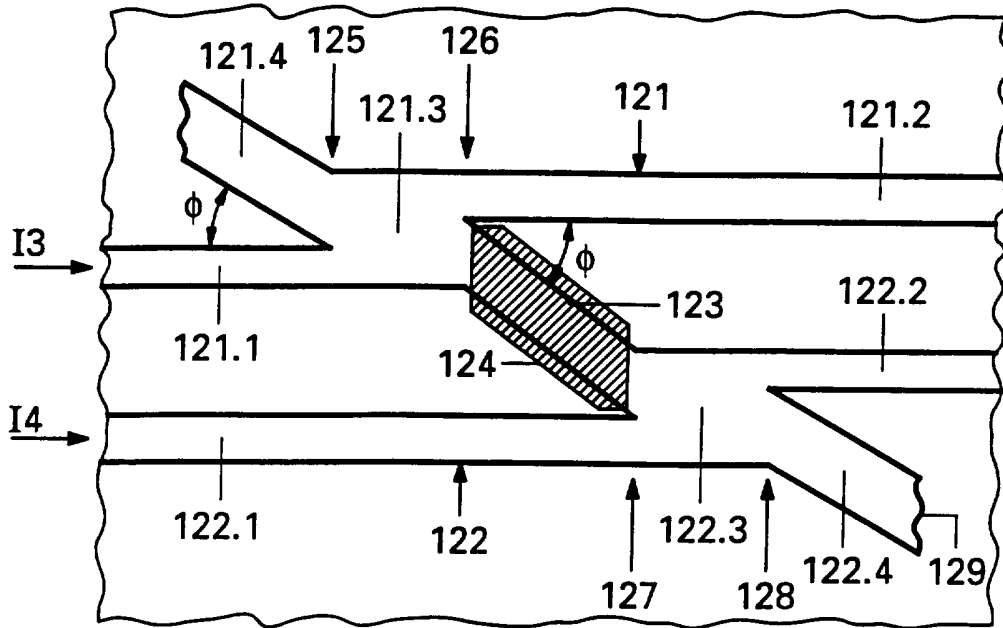


Fig. 12

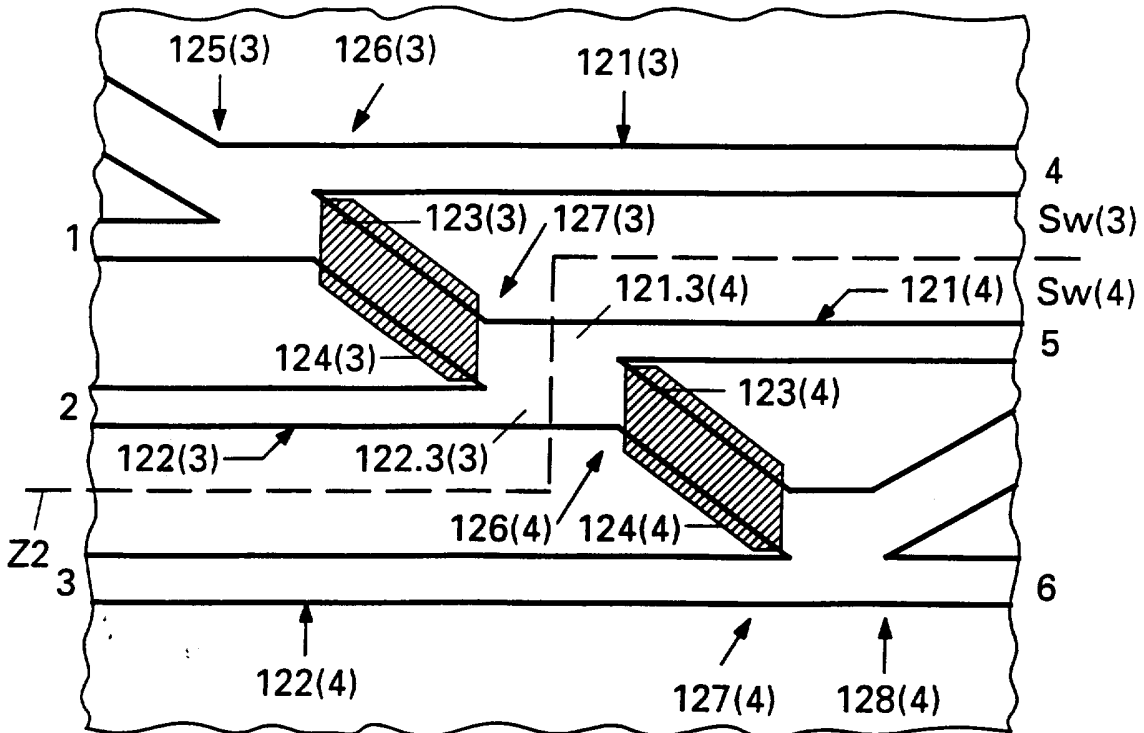


Fig. 13

**SAMENWERKINGSVERDRAG (PCT)
 RAPPORT BETREFFENDE
 NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN INTERNATIONAAL TYPE**

| | |
|---|---|
| IDENTIFIKATIE VAN DE NATIONALE AANVRAGE | Kenmerk van de aanvrager of van de gemachtigde |
| | 402090NE |
| Nederlandse aanvraag nr. | Indieningsdatum |
| 1001841 | 7 december 1995 |
| | Ingeroepen voorrangsdatum |
| Aanvrager (Naam) | |
| KONINKLIJKE PTT NEDERLAND N.V. | |
| Datum van het verzoek voor een onderzoek van internationaal type | Door de instantie voor Internationaal Onderzoek (ISA) aan het verzoek voor een onderzoek van internationaal type toegekend nr. |
| -- | SN 26798 NL |
| I. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP (bij toepassing van verschillende classificaties, alle classificatiesymbolen opgeven) | |
| Volgens de internationale classificatie (IPC) | |
| Int. Cl. ⁶ : G 02 F 1/313, H 04 Q 3/52 | |
| II. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK | |
| Onderzochte minimum documentatie | |
| Classificatiesysteem | Classificatiesymbolen |
| Int. Cl. ⁶ | G 02 F, H 04 Q |
| Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen | |
| | |
| III. <input type="checkbox"/> GEEN ONDERZOEK MOGELIJK VOOR BEPAALDE CONCLUSIES (opmerkingen op aanvullingsblad) | |
| IV. <input type="checkbox"/> GEBREK AAN EENHEID VAN UITVINDING (opmerkingen op aanvullingsblad) | |

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek

NL 1001841

A. CLASSIFICATIE VAN HET ONDERWERP
IPC 6 G02F1/313 H04Q3/52

Volgens de Internationale Classificatie van octrooien (IPC) of zowel volgens de nationale classificatie als volgens de IPC.

B. ONDERZOCHE GEBIEDEN VAN DE TECHNIEK

Onderzochte minimum documentatie (classificatie gevolgd door classificatiesymbolen)
IPC 6 G02F H04Q

Onderzochte andere documentatie dan de minimum documentatie, voor dergelijke documenten, voor zover dergelijke documenten in de onderzochte gebieden zijn opgenomen

Tijdens het internationaal nieuwheidsonderzoek geraadpleegde elektronische gegevensbestanden (naam van de gegevensbestanden en, waar uitvoerbaar, gebruikte trefwoorden)

C. VAN BELANG GEACHTE DOCUMENTEN

| Categorie * | Geciteerde documenten, eventueel met aanduiding van speciaal van belang zijnde passages | Van belang voor conclusie nr. |
|-------------|--|-------------------------------|
| A | US,A,4 932 735 (KOAI KWANG T) 12 Juni 1990 zie kolom 4, regel 45 - regel 51; figuur 4A; tabel 1 --- | 1,4 |
| A | FR,A,2 429 445 (FAVRE FRANCOIS) 18 Januari 1980 zie bladzijde 6, alinea 2; figuur 3 --- | 1,4 |
| A | WO,A,86 01907 (BRITISH TELECOMM) 27 Maart 1986 zie bladzijde 4, laatste alinea - bladzijde 6, alinea 1; figuur 4 ----- | 1,4 |

Verdere documenten worden vermeld in het vervolg van vak C.

Leden van dezelfde octrooifamilie zijn vermeld in een bijlage

* Speciale categorieën van aangehaalde documenten

A document dat de algemene stand van de techniek weergeeft, maar niet beschouwd wordt als zijnde van bijzonder belang

E eerder document, maar gepubliceerd op de datum van indiening of daarna

L document dat het beroep op een recht van voorrang aan twijfel onderhevig maakt of dat aangehaald wordt om de publicatiedatum van een andere aanhaling vast te stellen of om een andere reden zoals aangegeven

O document dat betrekking heeft op een mondelinge uiteenzetting, een gebruik, een tentoonstelling of een ander middel

P document gepubliceerd voor de datum van indiening maar na de ingeroepen datum van voorrang

T later document, gepubliceerd na de datum van indiening of datum van voorrang en niet in strijd met de aanvraag, maar aangehaald ter verduidelijking van het principe of de theorie die aan de uitvinding ten grondslag ligt

X document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet als nieuw worden beschouwd of kan niet worden beschouwd op inventiviteit te berusten

Y document van bijzonder belang; de uitvinding waarvoor uitsluitende rechten worden aangevraagd kan niet worden beschouwd als inventief wanneer het document beschouwd wordt in combinatie met één of meerdere soortgelijke documenten, en deze combinatie voor een deskundige voor de hand ligt

& document dat deel uitmaakt van dezelfde octrooifamilie

Datum waarop het nieuwheidsonderzoek van internationaal type werd voltooid

6 Augustus 1996

Verzenddatum van het rapport van het nieuwheidsonderzoek van internationaal type

26 AUG. 1996

Naam en adres van de instantie

European Patent Office, P.B. 5818 Patendaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

De bevoegde ambtenaar

Wongel, H

VERSLAG VAN HET NIEUWHEIDSONDERZOEK VAN
INTERNATIONAAL TYPE

Informatie over leden van dezelfde octrooifamilie

Nummer van het verzoek om een nieuwheidsonderzoek
NL 1001841

| In het rapport genoemd octrooigeschrift | Datum van publicatie | Overeenkomend(e) geschrift(en) | Datum van publicatie |
|--|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| US-A-4932735 | 12-06-90 | GEEN | |
| FR-A-2429445 | 18-01-80 | GEEN | |
| WO-A-8601907 | 27-03-86 | AT-T- 107039 | 15-06-94 |
| | | CA-A- 1274995 | 09-10-90 |
| | | DE-D- 3587848 | 14-07-94 |
| | | DE-T- 3587848 | 06-10-94 |
| | | EP-A- 0195796 | 01-10-86 |
| | | JP-T- 62500265 | 29-01-87 |
| | | US-A- 4815803 | 28-03-89 |