PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 99/52003**
G02B 6/293	**A1**	(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 14. Oktober 1999 (14.10.99)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/01042

(22) Internationales Anmeldedatum: 6. April 1999 (06.04.99)

(30) Prioritätsdaten:
198 15 404.6 6. April 1998 (06.04.98) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D–80333 München (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: ALBRECHT, Helmut [DE/DE]; Wessobrunner Platz 9A, D–81377 München (DE). HEISE, Gerhard [DE/DE]; Gustav–Heinemann–Ring 6, D–81739 München (DE).

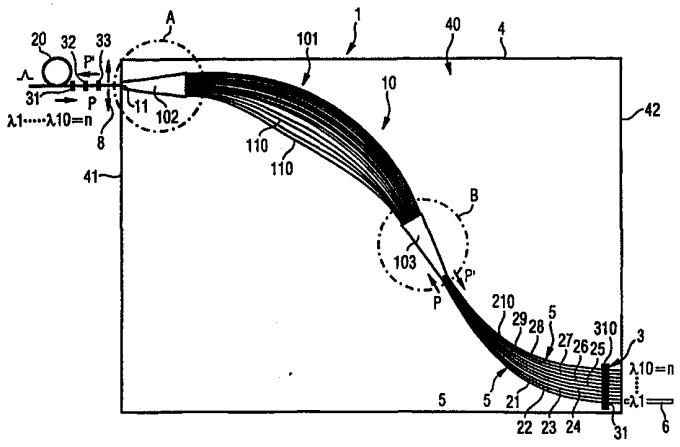
(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D–80506 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: JP, MX, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: ARRANGEMENT FOR SPATIAL SEPARATION AND/OR CONVERGENCE OF OPTICAL WAVELENGTH CHANNELS

(54) Bezeichnung: ANORDNUNG ZUR RÄUMLICHEN TRENNUNG UND/ODER ZUSAMMENFÜHRUNG OPTISCHER WELLENLÄNGENKANÄLE



(57) Abstract

An arrangement for spatial separation and/or convergence of at least two optical wavelength channels (λ1, λ2, ... λn), comprising an optical phased array device (10). The inventive arrangement contains a device (3) for producing an attenuation function (Λ_S) which attenuates the transmission function (Λ1, Λ2, ... Λn, Λ) according to wavelength, at least for one of the waveguides (20, 21, 22, ... 2n) which is exclusively available for each channel and/or for a common waveguide for all channels.

(57) Zusammenfassung

Anordnung zur räumlichen Trennung und/oder Zusammenführung zumindest zweier optischer Wellenlängenkanäle ($\lambda 1$, $\lambda 2$, ... λn) bestehend aus einer optischen Phased–Array–Einrichtung (10), die erfindungsgemäß durch eine Einrichtung (3) zur Erzeugung einer Schwächungsfunktion (Λ_S) für eine wellenlängenabhängige Schwächung der Transmissionsfunktion ($\Lambda 1$, $\Lambda 2$, ... Λn, Λ) zumindest eines der für jeden Kanal allein vorhandenen und/oder des für alle Kanäle gemeinsam vorhandenen Wellenleiters (20, 21, 22, ...2n) gekennzeichnet ist.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	**ES**	Spanien	**LS**	Lesotho	**SI**	Slowenien
AM	Armenien	**FI**	Finnland	**LT**	Litauen	**SK**	Slowakei
AT	Österreich	**FR**	Frankreich	**LU**	Luxemburg	**SN**	Senegal
AU	Australien	**GA**	Gabun	**LV**	Lettland	**SZ**	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	**GB**	Vereinigtes Königreich	**MC**	Monaco	**TD**	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	**GE**	Georgien	**MD**	Republik Moldau	**TG**	Togo
BB	Barbados	**GH**	Ghana	**MG**	Madagaskar	**TJ**	Tadschikistan
BE	Belgien	**GN**	Guinea	**MK**	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	**TM**	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	**GR**	Griechenland			**TR**	Türkei
BG	Bulgarien	**HU**	Ungarn	**ML**	Mali	**TT**	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	**IE**	Irland	**MN**	Mongolei	**UA**	Ukraine
BR	Brasilien	**IL**	Israel	**MR**	Mauretanien	**UG**	Uganda
BY	Belarus	**IS**	Island	**MW**	Malawi	**US**	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	**IT**	Italien	**MX**	Mexiko		
CF	Zentralafrikanische Republik	**JP**	Japan	**NE**	Niger	**UZ**	Usbekistan
CG	Kongo	**KE**	Kenia	**NL**	Niederlande	**VN**	Vietnam
CH	Schweiz	**KG**	Kirgisistan	**NO**	Norwegen	**YU**	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	**KP**	Demokratische Volksrepublik Korea	**NZ**	Neuseeland	**ZW**	Zimbabwe
CM	Kamerun			**PL**	Polen		
CN	China	**KR**	Republik Korea	**PT**	Portugal		
CU	Kuba	**KZ**	Kasachstan	**RO**	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	**LC**	St. Lucia	**RU**	Russische Föderation		
DE	Deutschland	**LI**	Liechtenstein	**SD**	Sudan		
DK	Dänemark	**LK**	Sri Lanka	**SE**	Schweden		
EE	Estland	**LR**	Liberia	**SG**	Singapur		

Beschreibung

Anordnung zur räumlichen Trennung und/oder Zusammenführung optischer Wellenlängenkanäle

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur räumlichen Trennung und/oder Zusammenführung zumindest zweier optischer Wellenlängenkanäle nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Anordnungen der genannten Art sind bekannt. Bei besonderen Ausführungsformen einer solchen Anordnung weist die Gittereinrichtung, die sowohl zur Trennung als auch Zusammenführung der Kanäle verwendet ist, ein optisches Gitter, einen optischen Freistrahlbereich, der zwischen dem allen Kanälen gemeinsam zugeordneten Raumpunkt und dem Gitter angeordnet ist, und einen optischen Freistrahlbereich, der zwischen dem Gitter und jedem einem Kanal allein zugeordneten Raumpunkt angeordnet ist.

Bei einer besonderen derartigen Ausführungsform besteht das Gitter aus einem Phased-Array, d.h. aus mehreren streifenartigen optischen Wellenleitern, deren jeder
- je eine Endfläche, die dem allen Kanälen gemeinsam zugeordneten Raumpunkt zugekehrt ist,
- je eine andere Endfläche, die den Raumpunkten, deren jeder je einem Kanal allein zugeordnet ist, zugekehrt ist, und
- je eine optische Länge zwischen der einen und anderen Endfläche, die von Wellenleiter zu Wellenleiter variiert,

aufweist.

Wird die besondere Ausführungsform als Demultiplexer betrieben, bei dem die Kanäle räumlich getrennt werden, bilden die einen Endflächen der Wellenleiter des Phased-Array Eintrittsöffnungen des Gitters und die anderen Endflächen dieser Wellenleiter Austrittsöffnungen des Gitters. Beim Betrieb dieser Ausführungsform als Multiplexer, bei dem die räumlich getrennten Kanäle zusammengeführt werden, bilden die anderen

Endflächen der Wellenleiter des Phased-Array Eintrittsöffnungen des Gitters und die einen Endflächen dieser Wellenleiter Austrittsöffnungen des Gitters. Die Wellenleiter des Phased-Array wirken in jedem Fall als optisches Phasengitter.

Anstelle eines Gitters in Form eines Phased Array können auch andere optische Gitter, beispielsweise geätzte Gitter verwendet werden (siehe IEEE, Photonics Technology Lett., Vol. 8, Nr. 10, Okt. 1996, S. 1340 bis 1342).

Die Gittereinrichtung einer derartigen Anordnung bestimmt eine wellenlängenabhängige Transmissionsfunktion jedes streifenartigen optischen Wellenleiters, der einem Kanal allein und/oder allen Kanälen gemeinsam zugeordnet ist und eine Endfläche aufweist, die der Gittereinrichtung zugekehrt und bei dem Raumpunkt angeordnet ist, welcher dem einen Kanal allein bzw. allen Kanälen gemeinsam zugeordnet ist. Diese Transmissionsfunktion ist zumindest in erster Näherung eine Gauß-Funktion (siehe erwähntes Dokument IEEE).

Günstiger wäre ein mehr rechteckförmiger Verlauf der wellenlängenabhängigen Transmissionsfunktion eines solchen Wellenleiters, damit in einem bestimmten Wellenlängenbereich bei Schwankungen der Umgebungstemperatur und/oder Wellenlänge der sich die Einfügedämpfung dieses Wellenleiters nur unwesentlich ändert.

Um die inhärente Gauß-ähnlichen Transmissionsfunktion eines solchen Wellenleiters einzuflachen, d.h. mehr rechteckförmig zu gestalten, sind verschiedene Möglichkeiten beschrieben geworden.

So ist es aus Electr. Lett., 30, 1994, S. 300-301 bekannt, den einem Kanal allein zugeordneten Wellenleiter zur Einflachung dessen Transmissionsfunktion nicht wie üblich als Monomodewellenleiter, sondern als Multimodewellenleiter auszubilden.

Aus ist es bekannt, zwei leicht unterschiedliche Phased Arrays miteinander zu verschachteln, so daß sich bei dem einem Kanal allein zugeordneten Raumpunkt der Anordnung zwei spektral gezielt verschobene Gauß-ähnliche Transmissionsfunktionen zu einer breiteren abgeflachten Transmissionsfunktion überlagern.

Auch ist es bekannt, eine Anordnung so auszubilden, daß bei dem allen Kanälen gemeinsam zugeordneten Raumpunkt der Anordnung zwei sich überlappende Gauß-ähnliche Transmissionsfunktionen vorliegen, die mit einem 3-dB-Strahlteiler (siehe US-A-5 412 744), mit einem sog. "Multimode-Interference"-Koppler (siehe erwähntes Dokument IEEE) und/oder mit einer sog. "Horn"-Struktur (siehe Electr. Lett. 32, 1996, S. 1661-1662) realisiert werden können. Die bei diesem Raumpunkt erzeugte eingeflachte Transmissionsfunktion in Form der beiden sich überlappenden Gauß-ähnliche Transmissionsfunktionen wird von der Gittereinrichtung auf jeden Raumpunkt der Anordnung abgebildet, der einem Kanal allein zugeordnet ist.

Bei den drei zuletzt erwähnten Realisierungen ist der entscheidende Vorgang der Einflachung die Bildung eines Faltungsintegrals aus einer elektrischen Feldverteilung gemäß der sich überlappenden Gauß-ähnlichen Transmissionsfunktionen mit der Gauß-förmigen Mode jedes einem Kanal allein zugeordneten Wellenleiters Anordnung.

Aus Optics Lett. 20, 1995, S. 43-45 ist es bekannt, die elektrische Feldverteilung bei den die Austrittsöffnungen des Gitters bildenden anderen Endflächen der Wellenleiter des Phased Array zu ändern. Grundlage dieser Realisierung ist, daß der zwischen diesen Endflächen und den je einem Kanal allein zugeordneten separaten Raumpunkten angeordnete Freistrahlbereich Linsenwirkung aufweist und damit die elektrische Feldverteilung bei diesen Endflächen und die elektrische Feldverteilung bei diesen separaten Raumpunkten

über eine Fourier-Transformation verknüpft sind. Durch eine geeignete Wahl des Querschnitts der Wellenleiter des Phased Arrays und einer zusätzlichen Änderung der optischen Länge dieser Wellenleiter kann bei den anderen Endflächen dieser Wellenleiter eine elektrische Feldverteilung mit entsprechend einer sin(x)/x-Funktion erzeugt werden, die durch die Fourier-Transformation in eine rechteckförmige Feldverteilung bei einem separaten Raumpunkten überführt wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine baulich einfach zu realisierende Anordnung der eingangs genannten Art bereitzustellen, bei welcher in einem Wellenleiter mit einer bei einem Raumpunkt der Anordung angeordneten Endfläche die wellenlängenabhängige Transmissionsfunktion dieses Wellenleiters nach freier Wahl und ohne spektraler Verbreiterung dieser Funktion auf einfache Weise eingestellt werden kann.

Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Gemäß dieser Lösung weist die erfindungsgemäße Anordnung lediglich eine zusätzliche Einrichtung zur Erzeugung einer Schwächungsfunktion zu einer wellenlängenabhängigen Schwächung der Transmissionsfunktion zumindest eines Wellenleiters mit einer bei einem Raumpunkt der Anordnung angeordneten Endfläche auf.

Die von der Einrichtung erzeugte wellenlängenabhängige Schwächungsfunktion wird einer gegebenen Transmissionsfunktion des Wellenleiters überlagert und durch diese Überlagerung in eine geänderte Transmissionsfunktion dieses Wellenleiters überführt.

Die wellenlängenabhängige Schwächungsfunktion kann beliebig gewählt werden, so daß aus einer gegebenen Transmissionsfunktion eines Wellenleiters prinzipiell jede gewünschte Transmissionsfunktion dieses Wellenleiters erzeugt werden

kann. Insbesondere kann aus einer gegebenen Transmissionsfunktion des Wellenleiters, die wie beispielsweise eine Gauß-Funktion eine Spitze oder einen Scheitel aufweist, eine abgeflachte Transmissionsfunktion des Wellenleiters erzeugt werden, indem eine Schwächungsfunktion verwendet wird, welche die Funktionswerte der Transmissionsfunktion in der Umgebung der Spitze oder des Scheitels auf etwa konstante Funktionswerte erniedrigt. Eine spektrale Verbreiterung der Transmissionsfunktion des Wellenleiters ist dabei nicht notwendig.

Danach wird der obere Teil einer gegebenen Transmissionsfunktion flach abgeschnitten, wobei gegenüber oben beschriebenen bekannten Anordnungen der wesentliche Vorteil besteht, daß es bei der erfindungsgemäßen Lösung zu keiner Verbreiterung der Transmissionsfunktionen kommt und damit die Nebensprecheigenschaften der Anordnung durch die Abflachung nicht beeinflußt werden.

Desweiteren kann die erfindungsgemäße Abflachung vorteilhafterweise an eine spektrale Breite angepaßt werden.

Bei einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung weist die Einrichtung zur Erzeugung der Schwächungsfunktion zur wellenlängenabhängigen Schwächung der Transmissionsfunktion des zumindest einen Wellenleiters ein optisches Sperrfilter auf, das auf eine in dem Wellenleiter übertragene optische Leistung wirkt und eine wellenlängenabhängige Filterkurve aufweist, welche die Schwächungsfunktion bildet.

Diese Ausgestaltung hat den Vorteil, daß die Gittereinrichtung unverändert bleiben kann und keine Strahlteiler, Multimode-Interferenz-Koppler, Hornstrukturen oder eine Verdoppelung von Phased-Array-Strukturen erforderlich sind.

Das Sperrfilter kann in dem betreffenden Wellenleiter auf einfache Weise, beispielsweise in Form eines Bragg-Gitters realisiert werden, beispielsweise mit einem Excimer-Laser und Phasenmasken oder holografisch.

Dadurch ist es vorteilhafterweise möglich, für jeden Wellenlängenkanal ein Sperrfilter gemäß Kundenwunsch mit unterschiedlicher Bandbreite und Dämpfung in einem diesem Kanal zugeordneten Wellenleiter zu realisieren, wobei vorteilhafterweise die Abflachung der Transmissionsfunktion jedes dieser Wellenleiter kundenspezifisch eingestellt werden kann.

Unabhängig vom Betrieb der erfindungsgemäßen Anordnung als Demultiplexer oder Multiplexer kann für jeden Wellenlängenkanal das Sperrfilter in dem diesem Kanal allein zugeordneten Wellenleiter und/oder in dem allen Wellenlängenkanälen gemeinsam zugeordneten Wellenleiter ausgebildet sein.

Eine andere besonders bevorzugte Ausgestaltung einer erfindungsgemäßen Anordnung ist so ausgebildet, daß die Einrichtung zur Erzeugung der Schwächungsfunktion eine in der Gittereinrichtung ausgebildete Vorrichtung aufweist, welche eine in der Gittereinrichtung übertragene optische Leistung jedes Kanals ortsaufgelöst schwächt (Anspruch 3).

Dabei kann die in der Gittereinrichtung ausgebildete Vorrichtung zur Schwächung einer in der Gittereinrichtung übertragenen optischen Leistung vorteilhafterweise ein quer zu einer Ausbreitungsrichtung der optischen Leistung sich erstreckendes optisches Sperrfilter mit einer ortsaufgelösten Transmissionscharakteristik aufweisen (Anspruch 4), das auf verschiedene Art und Weise realisiert werden kann.

Weitere bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung gehen aus den Ansprüchen 5 und 6 hervor.

Die Erfindung wird in der nachfolgenden Beschreibung anhand der Figuren beispielhaft näher erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 eine Draufsicht auf ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Anordnung zur räumlichen Trennung und/oder Zusammenführung Wellenlängenkanälen,

Figur 2 in vergrößerter Darstellung den Ausschnitt A in Figur 1,

Figur 3 in vergrößerter Darstellung den Ausschnitt B in Figur 1,

Figur 4 typische wellenlängenabhängige Transmissionsfunktionen pro Kanal der Anordnung nach Figur 1 ohne Abflachung,

Figur 5 ein Diagramm mit einer beispielhaften wellenlängenabhängigen Transmissionsfunktion für einen Kanal ohne Abflachung, einer beispielhaften erfindungsgemäßen wellenlängenabhängigen Schwächungsfunktion und einer mit dieser Schwächungsfunktion aus der beispielhaften Transmissionsfunktion erzeugten abgeflachten Transmissionsfunktion,

Figur 6 eine Modifikation des Beispiels nach Figur 1 in der gleichen Darstellung, wobei die Einrichtung zur Erzeugung der Schwächungsfunktion eine in der Gittereinrichtung ausgebildete Vorrichtung zur generellen Schwächung einer übertragenen optischen Leistung jedes Kanals aufweist, und

Figur 7 ein Diagramm mit einer beispielhaften Hüllkurve der optischen Feldfunktionen in den Austrittsöffnungen eines Gitters der Gittereinrichtung, einer Schwächungsfunktion zur Schwächung der Feldfunktionen, einer aus dieser Schwächung resultierenden neuen Hüllkurve und einer daraus resultierenden Transmissionsfunktion für einen Kanal.

Das in der Figur 1 dargestellte Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Anordnung 1 basiert speziell und ohne Beschränkung der Allgemeinheit auf der in der WO 96/00915 (94 P 1417 P) beschriebenen vorteilhaften Anordnung zur räumlichen Trennung und/oder Zusammenführung zumindest mehrerer optischer Wellenlängenkanäle $\lambda 1$, $\lambda 2$, ... λn.

Danach sind bei dem in Figur 1 dargestellten erfindungsgemäßen Beispiel ähnlich wie bei der bekannten Anordnung auf der Oberfläche 40 eines Substrats 4 zwischen einer Substratkante 41 und einer dazu im wesentlichen parallelen anderen Substratkante 42

- ein der einen Substratkante 41 zugeordneter optischer Freistrahlbereich 102 in Form eines Schichtwellenleiters und ein von diesem Schichtwellenleiter 102 räumlich getrennter und der anderen Substratkante 42 zugeordneter optischer Freistrahlbereich in Form eines anderen Schichtwellenleiter 103,
- eine optische Phasenschieberanordnung in Form eines Phased-Array 101 aus mehreren gekrümmt verlaufenden streifenartigen optischen Wellenleitern 110 mit von Wellenleiter 110 zu Wellenleiter 110 variierender optischer Länge

und

- eine Aus- und/oder Einkoppelanordnung 5 aus der Anzahl n der Kanäle $\lambda 1$, $\lambda 2$, ... λn gleichen Anzahl streifenartiger optischer Wellenleiter 21, 22, ... 2n, die beispielsweise zu den Wellenleitern 110 des Phased-Array 101 entgegengesetzt gekrümmt verlaufen, angeordnet,

wobei im allgemeinen die Anzahl n der Kanäle kleiner als die Anzahl der Wellenleiter 110 des Phased-Array 101 gewählt ist.

Beispielsweise sind die Anzahl n der Kanäle gleich 10 und die Anzahl der Wellenleiter 110 des Phased-Array 101 gleich 15 gewählt, obgleich die Anzahl der Wellenleiter 110 erheblich größer als 15 sein kann.

Von den streifenartigen optischen Wellenleitern 110 weist nach den Figuren 2 und 3 jeder je eine Endfläche 111 , die einer dem Phased-Array 101 zugekehrten Endfläche 102_2 des einen Schichtwellenleiters 102 gegenüberliegt, und je eine andere Endfläche 112 auf die einer dem Phased-Array 101 zugekehrten Endfläche 103_2 des anderen Schichtwellenleiters 103 gegenüberliegt.

Die von Wellenleiter 110 zu Wellenleiter 110 variierende optisch Länge L jedes Wellenleiters 110 ist zwischen der einen und anderen Endfläche 111 und 112 dieses Wellenleiters 110 gemessen und jeweils durch das Produkt aus einer effektiven Brechzahl jedes Wellenleiters 110 und dessen längsaxiale geometrische Länge zwischen dessen Endflächen 111 und 112 definiert.

Der eine Schichtwellenleiter 102 weist eine vom Phased-Array 101 abgekehrte Endfläche 102_1 auf, die beispielsweise mit der einen Substratkante 41 abschließt und in der ein Punkt 11 liegt, durch den alle Kanäle λ1 bis λ10 in den einen Schichtwellenleiter 102 einkoppelbar und/oder aus diesem auskoppelbar sind.

Der andere Schichtwellenleiter 103 weist eine vom Phased-Array 101 abgekehrte und der Aus- und/oder Einkoppelanordnung 5 zugekehrte Endfläche 103_1 auf, in der pro Kanal λi (i = 1 bis 10) je ein separater Punkt 12_i liegt, bei dem allein optische Leistung P dieses Kanals λi, die auf den Punkt 11 in der Endfläche 102_1 des einen Schichtwellenleiters 102 konzen-

triert ist und in diesen Schichtwellenleiter 102 eingekoppelt wird, vom Phased-Array 101 durch den anderen Schichtwellenleiter 103 rekonzentriert wird. Der Punkt 12_i ist dem Kanal λi allein zugeordnet.

Umgekehrt wird optische Leistung P jedes Kanals λi, die bei dem diesem Kanal λi allein zugeordneten Punkt 12_i in der Endfläche 103_1 des anderen Schichtwellenleiters 103 konzentriert ist und in diesen Schichtwellenleiter 103 eingekoppelt wird, vom Phased-Array 101 durch den einen Schichtwellenleiter 103 bei dem Punkt 11 in der Endfläche 102_1 dieses Schichtwellenleiters 102 rekonzentriert. Der Punkt 11 ist demnach allen Kanälen λi gemeinsam zugeordnet.

Die rekonzentrierte optische Leistung eines Kanals λi kann von der eingekoppelten konzentrierten optischen Leistung P abweichen und sei deshalb mit P' bezeichnet.

Das Phased-Array 101 bildet zusammen mit den Schichtwellenleitern 102 und 103 die optische Gittereinrichtung 10 des Beispiels nach Figur 1, wobei der Punkt 11 der allen Kanälen λi gemeinsam zugeordnete Raumpunkt der Gittereinrichtung und jeder separate Punkt 2i ein Raumpunkt der Gittereinrichtung 10 ist, der dem Kanal λi allein zugeordnet ist.

Das Phased-Array 101 bildet ein optisches Gitter der Gittereinrichtung 10 in Form eines Phasengitters, der eine Schichtwellenleiter 102 einen optischen Freistrahlbereich der zwischen dem allen Kanälen λi gemeinsam zugeordneten Raumpunkt 11 und dem Gitter 101 angeordnet ist, und der andere Schichtwellenleiter 103 einen optischen Freistrahlbereich, der zwischen dem Gitter 101 und jedem einem Kanal λi allein zugeordneten Punkt 12_i angeordnet ist.

Die Aus- und/oder Einkoppelanordnung 5 weist pro Kanal λi je einem diesem Kanal λi allein zugeordneten streifenartigen optischen Wellenleiter 2i mit einer Endfläche 20i auf, die bei

dem diesem Kanal λi allein zugeordneten Raumpunkt 12_i angeordnet ist und durch welche die bei diesem Punkt 12_i rekonzentrierte optische Leistung P' dieses Kanals λi zumindest teilweise in diesen Wellenleiter 2i einkoppelt wenn die Anordnung als Demultiplexer betrieben ist.

Jeder Wellenleiter 2i der Aus- und/oder Einkoppelanordnung 5 weist eine von der Gittereinrichtung 10 mitbestimmte wellenlängenabhängige Transmissionsfunktion Λi auf.

In der Figur 4 sind für den Fall i = 1 bis 8 anstelle von 1 bis 10 typische wellenlängenabhängige Transmissionsfunktionen Λi der Wellenleiter 2i der Aus- und/oder Einkoppelanordnung 5 des Beispiels nach Figur 1 dargestellt. Auf der Abszisse ist die optische Wellenlänge λ, auf der Ordinate die Einfügedämpfung aufgetragen. Jede Transmissionsfunktion Λi gehört allein zum Wellenleiter 2i und Kanal λi. Das Beispiel ist für einen Kanalabstand von 200 GHz ausgelegt.

Jede dieser Transmissionsfunktionen Λi ist einer Gauß-Funktion ähnlich.

Erfindungsgemäß weist die Anordnung nach Figur 1 eine Einrichtung 3 zur Erzeugung einer Schwächungsfunktion Λ_S für eine wellenlängenabhängige Schwächung der Transmissionsfunktion Λi zumindest eines Wellenleiters 2i auf.

Die Wirkungsweise der Schwächungsfunktion Λ_S sei anhand der Figur 5 erläutert. In diese Figur ist für einen einzelnen Wellenleiter 2i der Aus- und/oder Einkoppelanordnung 5 und damit für den einzelnen Kanal λi schematisch ein Beispiel der wellenlängenabhängigen Transmissionsfunktion Λi dieses Wellenleiters 2i dargestellt.

Diese Transmissionsfunktion Λi ist Gauß-ähnlich und im Unterschied zur Figur 4 in einem Koordinatensystem dargestellt bei dem auf der Abszisse nicht die Wellenlänge, sondern die

optische Frequenz ν, und auf der Ordinate die Quadratwurzel der Einfügedämpfung aufgetragen ist. Der Punkt 0 auf der Abszisse entspricht der Zentralwellenlänge λi des gleich bezeichneten Wellenlängenkanals und zeigt die Lage eines Scheitels si der Transmissionsfunktion Λi auf der Abszisse an.

Die Einrichtung 3 erzeugt die Schwächungsfunktion Λ_S, die der Transmissionsfunktion Λi überlagert ist. Durch Subtraktion der Schwächungsfunktion Λ_S von der Transmissionsfunktion Λi entsteht die neue Transmissionsfunktion $\Lambda i'$ die in der Umgebung von 0 auf der Abszisse gegenüber der ursprünglichen Transmissionsfunktion Λi abgeflacht ist.

Die Abflachung entsteht durch geeignete Wahl des Kurvenverlaufs der Schwächungsfunktion Λ_S, insbesondere dadurch daß die Schwächungsfunktion Λ_S im Punkt 0 auf der Abszisse einen negativen Scheitel -s aufweist. Besonders geeignet für diesen Fall sind Schwächungsfunktionen Λ_S mit Gauß-förmigem, parabolischem oder trigonometrischem Verlauf. Generell kann bei gegebener Transmissionsfunktion Λi oder Λ und gewünschter Transmissionsfunktion $\Lambda i'$ oder Λ' die Schwächungsfunktionen Λ_S so bestimmt werden, daß die gewünschte Transmissionsfunktion $\Lambda i'$ oder Λ' von der gegebenen Transmissionsfunktion Λi oder Λ subtrahiert wird.

Beim Beispiel nach Figur 1 ist die Einrichtung 3 zur Erzeugung der Schwächungsfunktion Λ_S zur wellenlängenabhängigen Schwächung der Transmissionsfunktion Λi eines Wellenleiters 2i auf einfache Weise durch ein optisches Sperrfilter 3i realisiert, das auf eine in diesem Wellenleiter 2i übertragene optische Leistung P oder P' wirkt und eine wellenlängenabhängige Filterkurve aufweist, welche die Schwächungsfunktion Λ_S bildet.

Beispielsweise ist in jedem Wellenleiter 2i (i = 1 bis 10) je ein Sperrfilter 3i ausgebildet, dessen Filterkurve Λ_S der Transmissionsfunktion Λi dieses Wellenleiters 3i angepaßt ist. In der Figur 1 sind nur das Sperrfilter 31 im Wellenleiter 21 und das Sperrfilter 310 im Wellenleiter 210 bezeichnet.

Ein Sperrfilter 3i für einen mehrere oder jeden Kanal λi kann auch in einem allen Kanälen λi gemeinsam zugeordneten streifenartigen optischen Wellenleiter 20 mit einer Endfläche 200 ausgebildet sein, die bei dem allen Kanälen λi gemeinsam zugeordneten Raumpunkt 11 angeordnet ist und eine von der Gittereinrichtung 10 mitbestimmte wellenlängenabhängigen Transmissionsfunktion Λ aufweist. Sperrfilter 3i für verschiedene Kanäle λi müssen in diesem Wellenleiter 20 in einer Ausbreitungsrichtung optischer Leistung P oder P' im Wellenleiter 20 hintereinander angeordnet sein. In der Figur 1 sind der Einfachheit halber nur drei solche Sperrfilter gezeigt, die mit 31, 32 und 33 bezeichnet sind.

Ein Sperrfilter 3i für einen Kanal λi kann entweder im zugehörigen Wellenleiter 2i oder im Wellenleiter 20 oder im Wellenleiter 2i und im Wellenleiter 20 ausgebildet sein.

Ein Sperrfilter 3i kann in jeder Art streifenartigen Wellenleiters ausgebildet sein. Streifenartiger Wellenleiter bedeutet hier jeden Wellenleiter, in welchem sich optische Leistung P oder P' im wesentlichen nur in einer Richtung ausbreitet. Darunter fallen sowohl intergrierte Streifenwellenleiter als auch optische Fasern.

Beim Beispiel nach Figur 1 sind die Wellenleiter 2i integrierte Streifenwellenleiter, genaugenommen Monomodewellenleiter, während der Wellenleiter 20 eine Systemfaser ist, die ebenfalls monomodig ist.

Ein Sperrfilter 3i kann auch in einer an einen Wellenleiter 2i angekoppelten Faser 6 ausgebildet sein.

Als Sperrfilter 3i sind Bragg-Gitter gut geeignet, die in einem streifenartigen Wellenleiter durch Maskenbelichtung und/oder holographisch erzeugt werden können.

Sowohl beim Betrieb der Anordnung nach Figur 1 als Demultiplexer als auch als Multiplexer weist jeder Wellenleiter 2i und der Wellenleiter 20 eine abgeflachte Transmissionsfunktion auf.

Beim Betrieb dieser Anordnung als Demultiplexer wird optische Leistung P jedes zu trennenden Kanals λi durch den Wellenleiter 20 dem allen Kanälen gemeinsam zugeordneten Raumpunkt 11 zugeführt und zu dem diesem Kanal λi allein zugeordneten Wellenleiter 2i übertragene optische Leistung P' dieses Kanals λi aus diesem Wellenleiter 2i entnommen. Beim Betrieb als Multiplexer wird optische Leistung P jedes zusammenzuführenden Kanals λi durch den diesem Kanal λi allein zugeordneten Wellenleiter 2i nur dem diesem Kanal λi allein zugeordneten Raumpunkt zugeführt und zu dem allen Kanälen λi zugeordneten Wellenleiter 20 übertragene optische Leistung P' dieses Kanals λi aus diesem Wellenleiter 20 entnommen

Das in Figur 6 dargestellte Beispiel der erfindungsgemäße Anordnung unterscheidet sich sich vom Beispiel nach Figur 1 nur durch eine andere Realisierung der Einrichtung 3 zur Erzeugung der Schwächungsfunktion Λ_S. Diese Einrichtung 3 weist keine in den Wellenleitern 2i und 20 ausgebildete Sperrfilter 3i, sondern eine in der Gittereinrichtung 10 ausgebildete Vorrichtung 30 auf, welche eine in der Gittereinrichtung 10 übertragene optische Leistung P ortsaufgelöst schwächt.

Dieses Beispiel basiert darauf, daß die Freistrahlbereiche 102 und 103 jeweils Linsenwirkung aufweisen und eine Fourier-Transformation vermitteln. Eine auf den Raumpunkt 11 konzen-

trierte optische Feldverteilung wird nach Einkopplung in den Freistrahlbereich 102 räumlich auf die längs einer Linie x (Figur 2) angeordneten einen Endflächen 111 der Wellenleiter 110 des Phased-Array 101 verteilt, wobei die Feldverteilung entlang der Linie x mit der konzentrierten Feldverteilung im Punkt 11 verknüpft ist.

In jeden Wellenleiter 110 des Phased-Array 101 wird ein Anteil der den einen Endflächen 111 zugeführten optischen Leistung P eingekoppelt und zur anderen Endfläche 112 dieses Wellenleiters 110 übertragen. Dadurch ist an jeder anderen Endfläche 112 je eine auf diese Fläche 112 konzentrierte einzelne optische Feldverteilung vorhandenen. Die anderen Endflächen 112 sind längs einer Linie y (Figur 3) angeordnet. Die einzelnen Feldverteilungen in den anderen Endflächen 112 weisen längs der Linie y eine Einhüllende auf, die gleich der Feldverteilung entlang der Linie x ist. Die anderen Endflächen 112 bilden in diesem Fall die Austrittsöffnungen des Gitters 101, das bewirkt, daß für jeden Kanal λi die aus allen anderen Endflächen 112 austretende optische Leistung P' dieses Kanals λi im Freistrahlbereich 103 übertragen und bei dem Punkt 12i konzentriert wird, der diesem Kanal λi allein zugeordnet ist.

Die bei diesem Punkt 12i konzentrierte optische Feldverteilung und die Einhüllende längs der Linie y sind jeweils durch eine Fourier-Transformierte miteinander verknüpft.

Ähnliches gilt für den umgekehrten Fall, bei dem die Leistung P von einem Punkt 2i ausgeht und über eine Hüllkurve längs der Linie x beim Punkt 11 rekonzentriert wird, d.h. im Multiplexfall.

Durch Schwächung der Hüllkurve längs der Linie y oder x und/oder der Feldverteilung längs der Linie x bzw. y und/oder der in den Wellenleitern 110 des Phased-Array 101 übertragenen optischen Leistung P in der Richtung x oder y kann die

wellenlängenabhängige Transmissionscharakteristik Λi und Λ in gewünschter Weise verändert, insbesondere abgeflacht werden.

Eine Möglichkeit zur Realisierung der ortsaufgelösten Schwächung der Hüllkurve ist die Ausbildung der Wellenleiter 110 des Phased-Array 101. Dies betrifft die Gestalt und/oder die Dimension der Wellenleiter 110 und/oder die Ausbildung der Wellenleiter 110 an deren einen Endflächen 111 und/oder der anderen Endflächen 112 und/oder im Verlauf der Wellenleiter 110 zwischen der einen Endfläche 111 und anderen Endfläche 112.

Bei einer bevorzugten Ausgestaltung der Anordnung nach Figur 6 weist die in der Gittereinrichtung (10) ausgebildete Vorrichtung 30 zur Schwächung einer optischen Leistung P ein quer zu einer Ausbreitungsrichtung r der optischen Leistung P sich erstreckendes optisches Sperrfilter 300 mit einer ortsaufgelösten Transmissionscharakteristik auf, die den gewünschten Verlauf der Hüllkurve gewährleistet. Das Sperrfilter 300 kann durch ein Plättchen realisiert sein, das gegenüber den einen Endflächen 111 der Wellenleiter 110 des Phased-Array 101 und/oder gegenüber den anderen Endflächen 112 dieser Wellenleiter 110 und/oder in diesen Wellenleitern 110 angeordnet ist.

In der Figur 7 ist ein Beispiel einer Hüllkurve längs der Linie y in Figur 3 (oder x in Figur 2) dargestellt und mit 70 bezeichnet. Die Linie y bildet die Abszisse, auf der Ordinate ist die optische Transmission aufgetragen. Die Hüllkurve 70 ist im wesentlichen Gauß-förmig, weist an der einen zentralen Wellenleiter 110 des Phased-Array 101 markierenden und mit 0 bezeichneten Stelle auf der Linie y einen Scheitel und bei den auf beiden Seiten der Stelle 0 am weitesten außen liegenden Wellenleitern 110 des Phased-Array 101 jeweils eine niedrigste aber von null verschiedene Transmission auf.

Die Vorrichtung 30 oder das Sperrfilter 300 weist eine längs der Linie y ortsaufgelöste Transmissionscharakteristik 71 auf, welche die Hüllkurve 70 und damit die übertragene optische Leistung über der Linie y schwächt.

Die Transmissionscharakteristik 71 schwächt die Hüllkurve 70 so, daß die Transmission bei den auf beiden Seiten der Stelle 0 am weitesten außen liegenden Wellenleitern 110 des Phased-Array 101 gleich null und bei der Stelle 0 erniedrigt ist.

Beispielsweise ist die schwächende Transmissionscharakteristik 71 längs der Linie y im wesentlichen konstant. Mit dieser konstanten Charakteristik 71 ergibt sich die geschwächte Hüllkurve 72, die der ursprünglichen Transmissionscharakteristik 70 ähnlich ist, aber überall eine vergleichsweise niedrigere Transmission aufweist.

Die Fourier-Transformierte der geschwächten Hüllkurve 72 ergibt für jeden Kanal λi eine gegenüber der ursprünglichen Transmissionsfunktion Λi des diesem Kanal λi zugeordneten Wellenleiters 2i geschwächte Transmissionsfunktion $\Lambda i'$.

Zur Erzeugung einer geschwächten Transmissionsfunktion $\Lambda i'$, die gegenüber einer ursprünglichen Gauß-förmigen Transmissionsfunktion Λi abgeflacht ist, ist die ortsaufgelöste schwächende Transmissionscharakteristik 71 so zu gestalten, daß sie gleich der Fourier-Transformierten der diese Abflachung erzeugenden Schwächungsfunktion Λ_S ist Generell kann bei gegebener Transmissionsfunktion Λi oder Λ und gewünschter Transmissionsfunktion $\Lambda i'$ oder Λ' so vorgegangen werden, daß die Schwächungsfunktion Λ_S durch Subtraktion der gewünschten Transmissionsfunktion $\Lambda i'$ oder Λ' von der gegebenen Transmissionsfunktion Λi oder Λ bestimmt und dann die Fourier-Transformatierte des Subtraktionsergebnisses gebildet wird, oder daß die Fourier-Transformatierte der gewünschten Transmissionsfunktion $\Lambda i'$ oder Λ' von der Fourier-Transfor-

matierten der gegebenen Transmissionsfunktion Λi oder Λ subtrahiert wird.

Die gewünschte Transmissionsfunktion sollte nicht genau rechteckförmig gewählt werden. Günstig ist eine abgeflachte Gauß-ähnliche Transmissionsfunktion $\Lambda i'$ oder Λ', da eine solche der Gauß-ähnlichen Mode eines Wellenleiters 2i oder 20 besser angepaßt ist.

Der Doppelpfeil 8 in den Figuren 1 und 6 deutet eine vorteilhafte aber prinzipiell nicht notwendige Kompensationseinrichtung zur Kompensation einer Temperaturabhängigkeit der Anordnung an, wie sie in der nicht vorveröffentlichten internationalen Anmeldung mit dem internationalen Aktenzeichen PCT/DE 97/02196 (GR 96 P 2292) vorgeschlagen ist.

Patentansprüche

1. Anordnung (1) zur räumlichen Trennung und/oder Zusammenführung zumindest zweier optischer Wellenlängenkanäle ($\lambda 1$, $\lambda 2$, ... λn) bestehend aus

- einer optischen Gittereinrichtung (10), die
  - eine optische Leistung (P) jedes Kanals ($\lambda 1$; $\lambda 2$; ... λn) die einem bestimmten, allen Kanälen ($\lambda 1$, $\lambda 2$, ... λn) gemeinsam zugeordneten Raumpunkt (11) zugeführt ist, in
  - eine optische Leistung (P') transformiert, die bei einem bestimmten separaten, diesem Kanal ($\lambda 1$; $\lambda 2$; ... λn) allein zugeordneten Raumpunkt (12_1, 12_2, ...12_n) konzentriert ist, und
- pro Kanal ($\lambda 1$; $\lambda 2$; ... λn) je einem diesem Kanal ($\lambda 1$; $\lambda 2$; ... λn) allein zugeordneten streifenartigen optischen Wellenleiter (21, 22, ...2n) mit
  - einer Endfläche (201, 202, ... 20n), die bei dem diesem Kanal ($\lambda 1$; $\lambda 2$; ... λn) allein zugeordneten Raumpunkt (12_1; 12_2; ...12_n) angeordnet ist und durch welche die bei diesem Punkt (12_1; 12_2; ...12_n) konzentrierte optische Leistung (P') dieses Kanals ($\lambda 1$; $\lambda 2$; ... λn) zumindest teilweise in diesen Wellenleiter (21; 22; ...2n) einkoppelt, und
  - einer von der Gittereinrichtung (10) mitbestimmten wellenlängenabhängigen Transmissionsfunktion ($\Lambda 1$; $\Lambda 2$, ... Λn),

und/oder

- einer optischen Gittereinrichtung (10), die
  - eine optische Leistung (P) jedes Kanals ($\lambda 1$; $\lambda 2$; ... λn), die dem diesem Kanal ($\lambda 1$, $\lambda 2$, ... λn) allein zugeordneten separaten Raumpunkt (12_1, 12_2, ...12_n) zugeführt ist, in
  - eine optische Leistung (P') transformiert, die bei dem allen Kanälen ($\lambda 1$, $\lambda 2$, ... λn) gemeinsam zugeordneten Raumpunkt (11) konzentriert ist, und
- einem allen Kanälen ($\lambda 1$, $\lambda 2$, ... λn) gemeinsam zugeordneten streifenartigen optischen Wellenleiter (20) mit

- einer Endfläche (200), die bei dem allen Kanälen ($\lambda 1$, $\lambda 2$, ... λn) gemeinsam zugeordneten Raumpunkt (11) angeordnet ist und durch welche die bei diesem Punkt (11) konzentrierte optische Leistung (P') jedes Kanals ($\lambda 1$; $\lambda 2$; ... λn) zumindest teilweise in diesen Wellenleiter (21; 22; ...2n) einkoppelt, und
- einer von der Gittereinrichtung (10) mitbestimmten wellenlängenabhängigen Transmissionsfunktion (Λ),

gekennzeichnet durch,

- eine Einrichtung (3) zur Erzeugung einer Schwächungsfunktion (Λ_S) für eine wellenlängenabhängige Schwächung der Transmissionsfunktion ($\Lambda 1$, $\Lambda 2$, ... Λn, Λ) zumindest eines Wellenleiters (20, 21, 22, ...2n).

2. Anordnung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (3) zur Erzeugung der Schwächungsfunktion (Λ_S) zur wellenlängenabhängigen Schwächung der Transmissionsfunktion ($\Lambda 1$, $\Lambda 2$, ... Λn, Λ) des zumindest einen Wellenleiters (20, 21, 22, ...2n) ein optisches Sperrfilter (31, 32, ... 3n) aufweist, das auf eine in diesem Wellenleiter (20, 21, 22, ...2n) übertragene optische Leistung (P, P') wirkt und eine wellenlängenabhängige Filterkurve aufweist, welche die Schwächungsfunktion (Λ_S) bildet.

3. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (3) zur Erzeugung der Schwächungsfunktion (Λ_S) eine in der Gittereinrichtung (10) ausgebildete Vorrichtung (30) aufweist, welche eine in der Gittereinrichtung (10) übertragene optische Leistung (P) eines Kanals ($\lambda 1$; $\Delta 2$; ... λn) ortsaufgelöst schwächt.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Gittereinrichtung (10) ausgebildete Vorrichtung (30) zur Schwächung einer in der Gittereinrichtung (10) übertragenen optischen Leistung (P) eines Kanals ($\lambda 1$; $\lambda 2$; ... λn) ein quer zu einer Ausbreitungsrichtung (r)

der optischen Leistung (P) sich erstreckendes optisches Sperrfilter (300) mit einer ortsaufgelösten Transmissionscharakteristik (301) aufweist.

5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß
die Gittereinrichtung (10)
- ein optisches Gitter (101),
- einen optischen Freistrahlbereich (102), der
  - zwischen dem allen Kanälen ($\lambda 1$, $\lambda 2$, ... λn) gemeinsam zugeordneten Punkt (11) und dem Gitter (101) angeordnet ist, und
- einen optischen Freistrahlbereich (103), der
  - zwischen dem Gitter (101) und jedem einem Kanal ($\lambda 1$; $\lambda 2$; ... λn) allein zugeordneten Punkt (12_1; 12_2; ... 12_n) angeordnet ist,

aufweist.

6. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß
das Gitter (11) aus
- mehreren streifenartigen optischen Wellenleitern (110) besteht, deren jeder
  - je eine Endfläche (111), die dem allen Kanälen ($\lambda 1$, $\lambda 2$, ... λn) gemeinsam zugeordneten Punkt (11) zugekehrt ist,
  - je eine andere Endfläche (112), die den Punkten (12_1; 12_2; ... 12_n) zugekehrt ist, deren jeder je einem Kanal ($\lambda 1$; $\lambda 2$; ... λn) allein zugeordnet ist, und
  - je eine optische Länge (L) zwischen der einen (111) und anderen Endfläche (112), die von Wellenleiter (110) zu Wellenleiter (110) variiert,

aufweist.

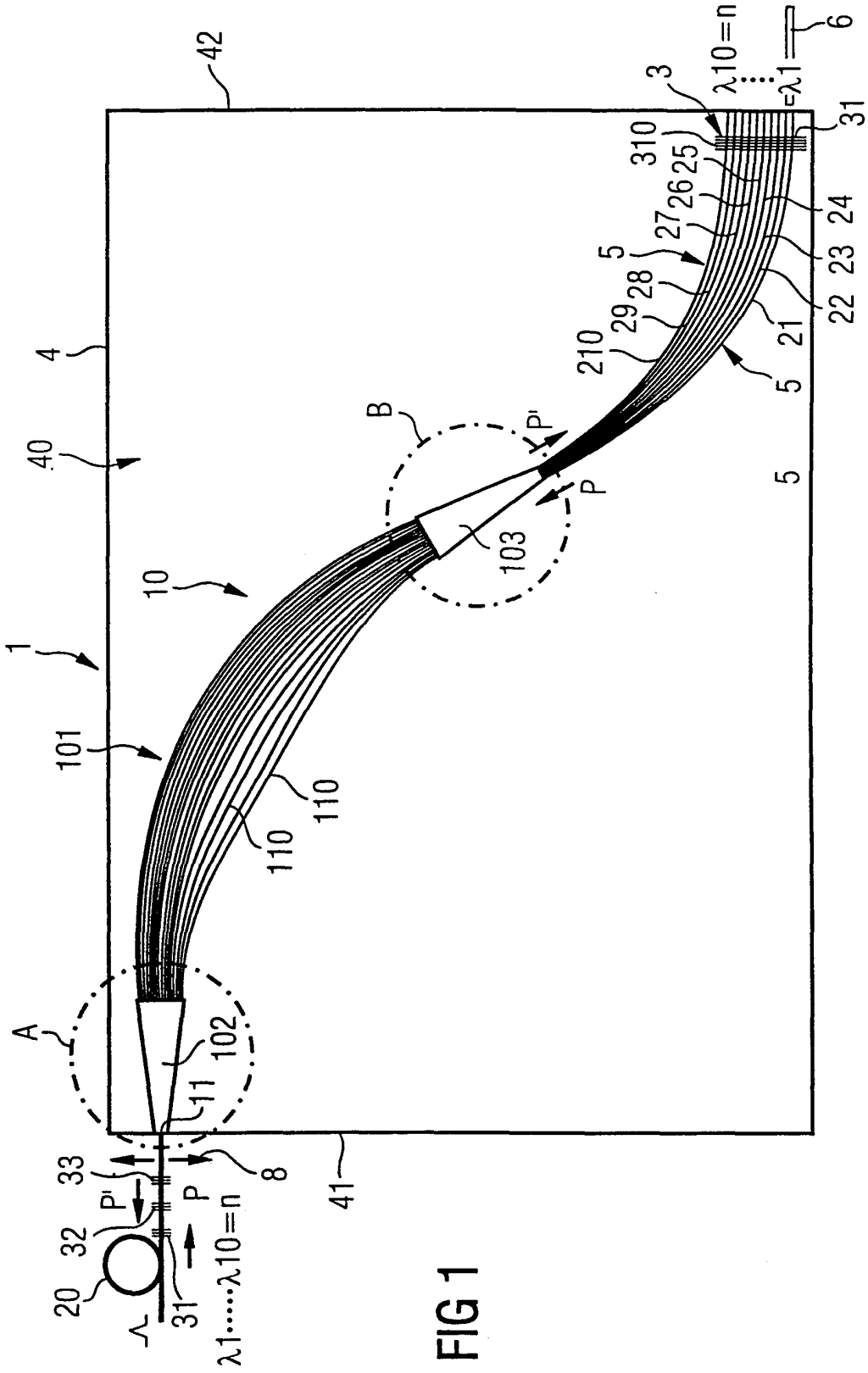

42
3
λ10=n
=λ1
6
31
310
25
26
27
24
5
23
28
22
29
21
210
5
4
40
B
P'
P
103
5
10
1
101
110
110
A
102
11
33
P'
P
8
41
32
20
31
λ1....λ10=n

FIG 1

FIG 2

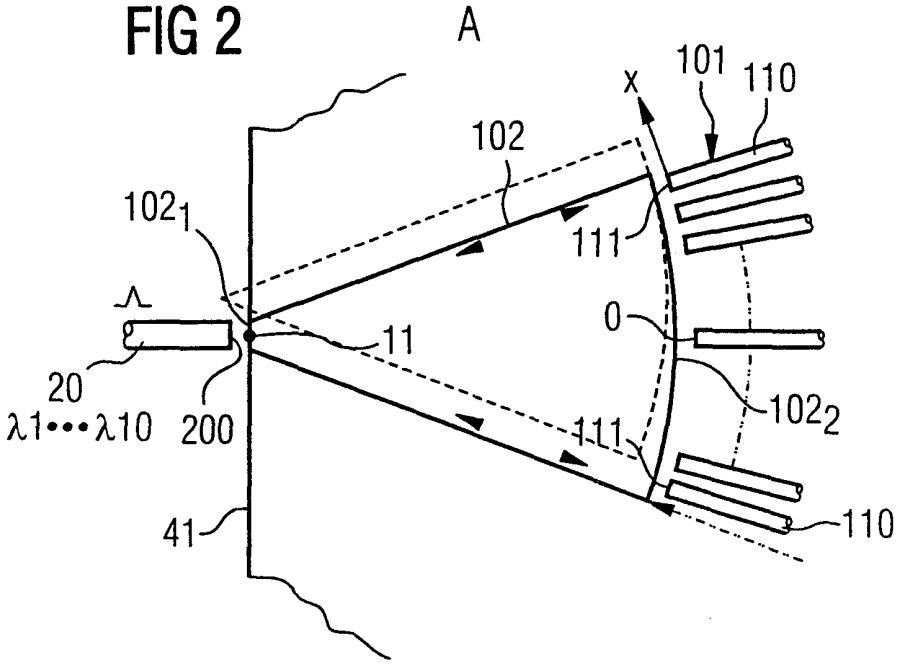

A
x
101
110
102
102_1
111
Λ
0
11
20
λ1•••λ10
200
111
102_2
41
110

FIG 3

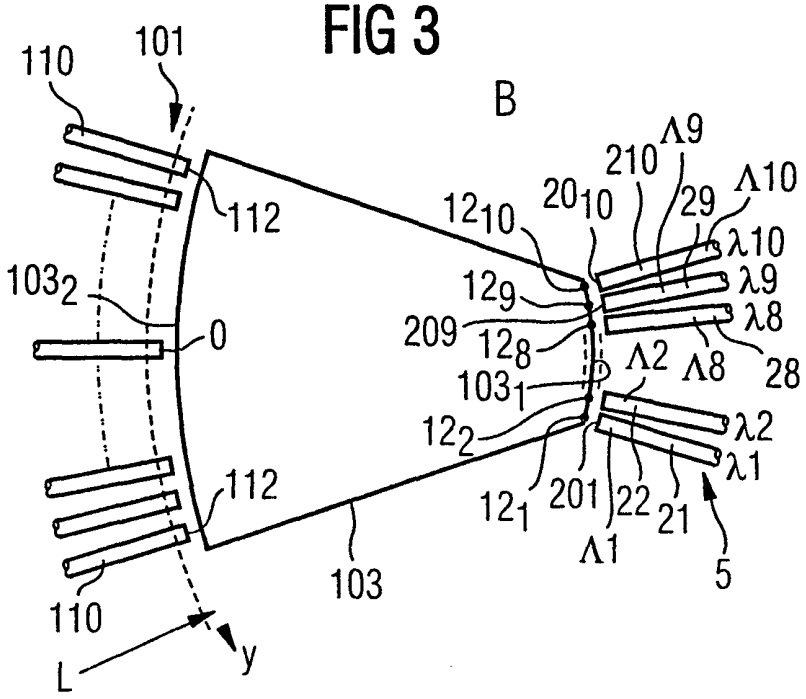

B
110
101
112
103_2
0
112
110
L
y
103
12_{10}
20_{10}
210
Λ9
29
Λ10
λ10
λ9
λ8
12_9
209
12_8
Λ2
Λ8
28
103_1
12_2
λ2
λ1
12_1
201
22
21
Λ1
5

FIG 4

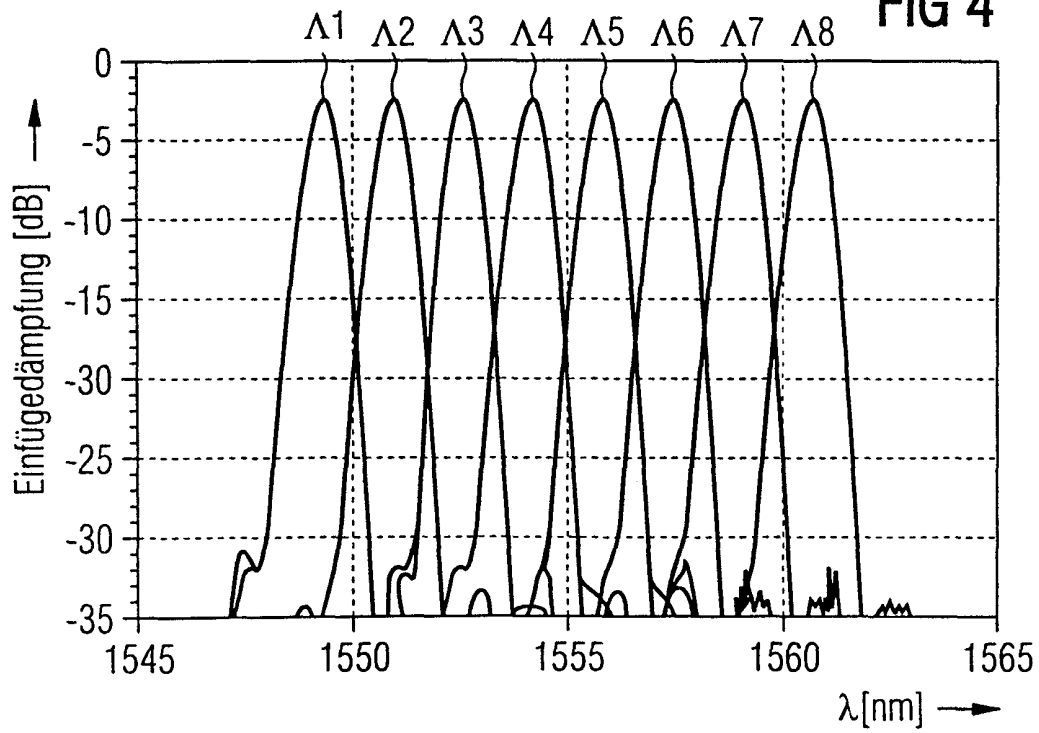
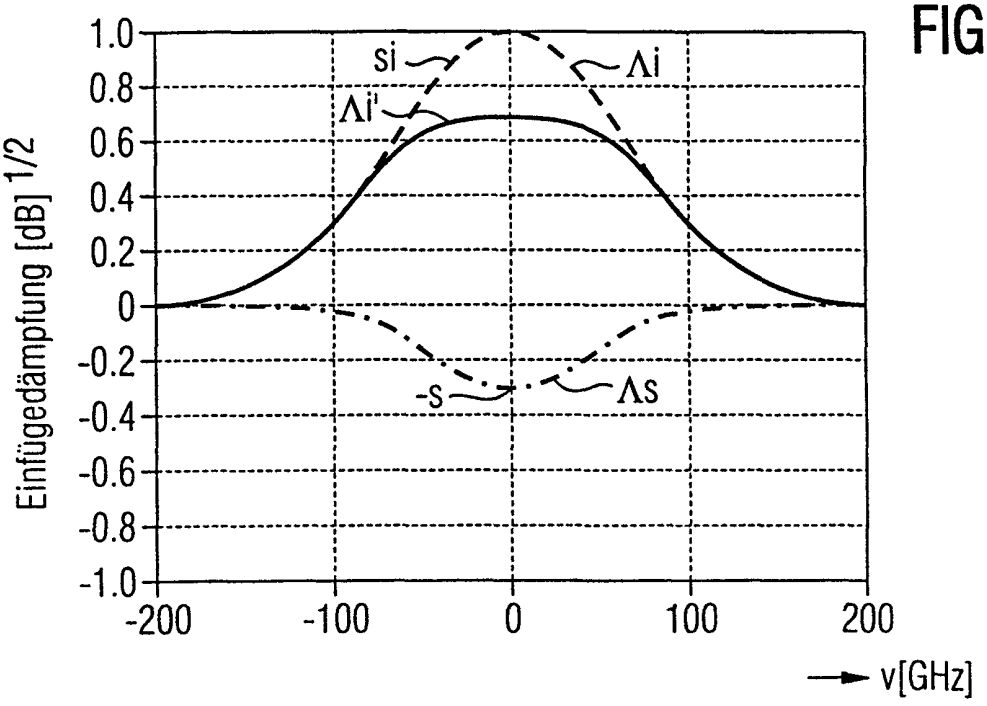

Λ1 Λ2 Λ3 Λ4 Λ5 Λ6 Λ7 Λ8
0
-5
-10
-15
-30
-25
-30
-35
Einfügedämpfung [dB]
1545
1550
1555
1560
1565
λ[nm]

FIG 5


1.0
0.8
0.6
0.4
0.2
0
-0.2
-0.4
-0.6
-0.8
-1.0
Si
Λi
Λi'
-S
Λs
Einfügedämpfung [dB] 1/2
-200
-100
0
100
200
v[GHz]

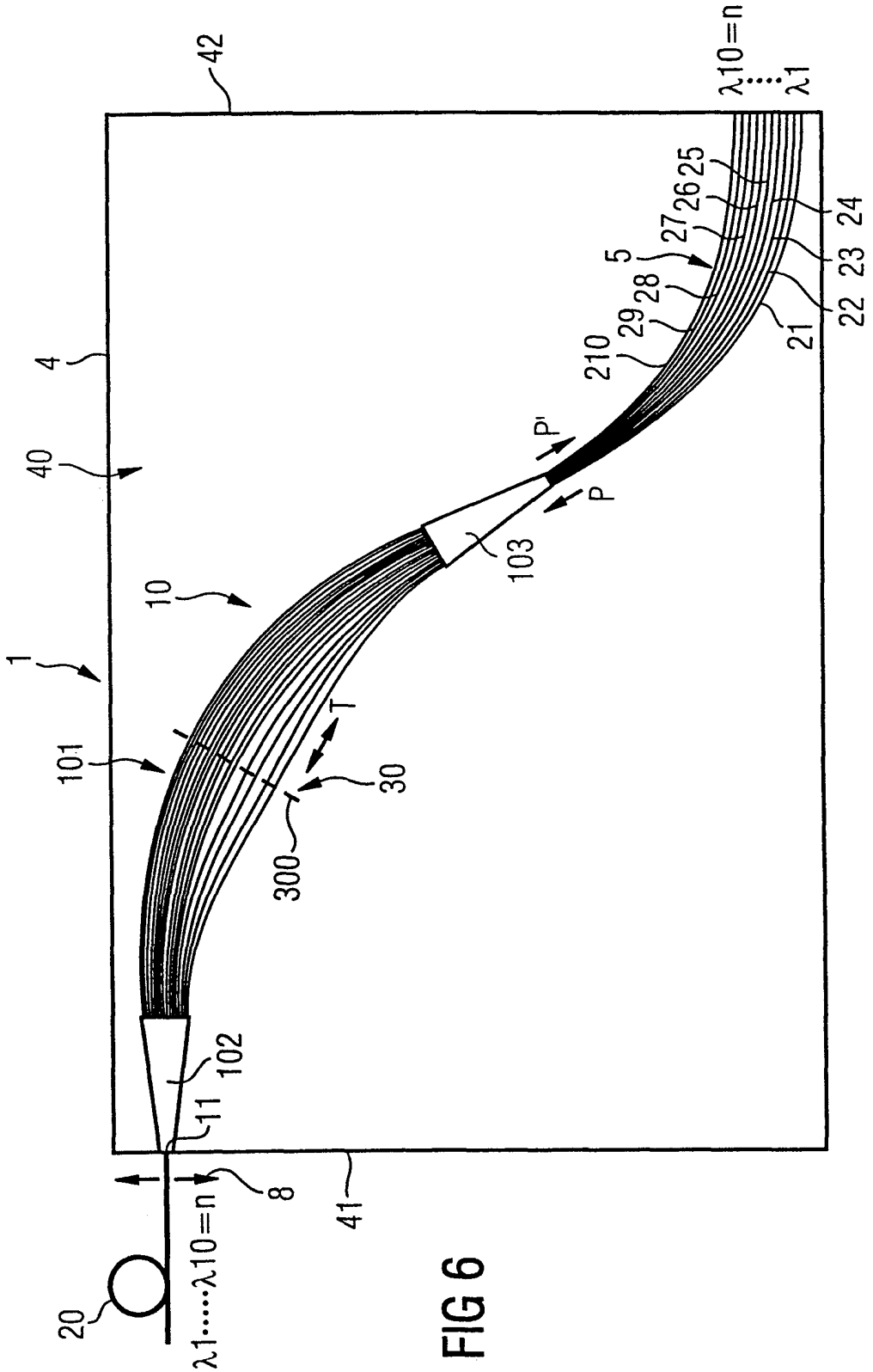
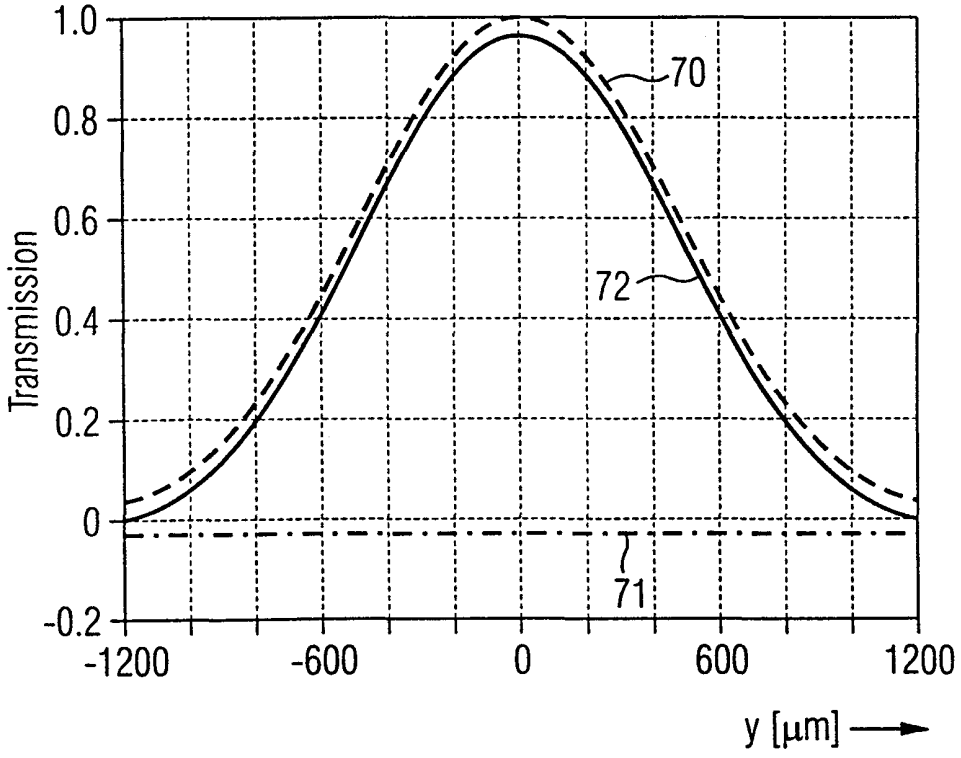

λ10=n
λ1
42
25
26
27
24
5
23
28
22
29
21
210
4
40
P'
P
103
10
1
101
T
30
300
102
11
8
41
20
λ1....λ10=n

FIG 6

FIG 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr nal Application No
PCT/DE 99/01042

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G02B6/293

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G02B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	OKAYAMA H ET AL: "MULTIPORT WAVELENGTH ROUTERS USING MULTIMODE INTERFERENCE" OPTICAL ENGINEERING, vol. 36, no. 4, 1 April 1997 (1997-04-01), pages 1078-1081, XP000700916 ISSN: 0091-3286 the whole document ---	1-6
A	PARKER M C ET AL: "PASSBAND-FLATTENED ARRAYED-WAVEGUIDE GRATING DESIGN USING AN ASPHERIC OUTPUT STAR COUPLER" PROCEEDINGS OF THE SPIE, vol. 3491, 1998, pages 80-84, XP000669795 the whole document ---	1-6

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
17 September 1999	24/09/1999

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Jakober, F

1

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr nal Application No
PCT/DE 99/01042

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication,where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 613 263 A (AT & T CORP) 31 August 1994 (1994-08-31) abstract; figures 2,4 page 4, line 19 - line 27	1-6
A	WO 96 00915 A (SIEMENS AG ;MICHEL HERBERT (DE); MAERZ REINHARD (DE); REICHELT ACH) 11 January 1996 (1996-01-11) cited in the application abstract; figure 1 claim 1	1-6

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

ormation on patent family members

Intern nal Application No
PCT/DE 99/01042

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0613263 A	31-08-1994	US 5440416 A	08-08-1995
		EP 0921648 A	09-06-1999
		JP 7007476 A	10-01-1995
WO 9600915 A	11-01-1996	DE 59503996 D	26-11-1998
		EP 0767921 A	16-04-1997
		JP 10502183 T	24-02-1998
		US 5732171 A	24-03-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 99/01042

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 G02B6/293

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 G02B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	OKAYAMA H ET AL: "MULTIPORT WAVELENGTH ROUTERS USING MULTIMODE INTERFERENCE" OPTICAL ENGINEERING, Bd. 36, Nr. 4, 1. April 1997 (1997-04-01), Seiten 1078-1081, XP000700916 ISSN: 0091-3286 das ganze Dokument ---	1-6
A	PARKER M C ET AL: "PASSBAND-FLATTENED ARRAYED-WAVEGUIDE GRATING DESIGN USING AN ASPHERIC OUTPUT STAR COUPLER" PROCEEDINGS OF THE SPIE, Bd. 3491, 1998, Seiten 80-84, XP000669795 das ganze Dokument ---	1-6

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
17. September 1999	24/09/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31–70) 340–2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31–70) 340–3016	Jakober, F

1

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 99/01042

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 613 263 A (AT & T CORP) 31. August 1994 (1994-08-31) Zusammenfassung; Abbildungen 2,4 Seite 4, Zeile 19 - Zeile 27 ---	1-6
A	WO 96 00915 A (SIEMENS AG ;MICHEL HERBERT (DE); MAERZ REINHARD (DE); REICHELT ACH) 11. Januar 1996 (1996-01-11) in der Anmeldung erwähnt Zusammenfassung; Abbildung 1 Anspruch 1 -----	1-6

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 99/01042

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0613263 A	31-08-1994	US 5440416 A	08-08-1995
		EP 0921648 A	09-06-1999
		JP 7007476 A	10-01-1995
WO 9600915 A	11-01-1996	DE 59503996 D	26-11-1998
		EP 0767921 A	16-04-1997
		JP 10502183 T	24-02-1998
		US 5732171 A	24-03-1998