



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 38 353 T2** 2008.05.21

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 467 591 B1**

(51) Int Cl.⁸: **H04Q 11/00** (2006.01)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 38 353.2**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **04 016 683.7**

(96) Europäischer Anmeldetag: **17.07.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **13.10.2004**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **29.08.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **21.05.2008**

(30) Unionspriorität:

3848198 20.02.1998 JP

(73) Patentinhaber:

Fujitsu Ltd., Kawasaki, Kanagawa, JP

(74) Vertreter:

HOFFMANN & EITL, 81925 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR

(72) Erfinder:

**Kuroyanagi, Satoshi, Nakahara-ku, Kawasaki-shi,
Kanagawa 211-8858, JP; Nishi, Tetsuya,
Nakahara-ku, Kawasaki-shi, Kanagawa 211-8858,
JP; Maeda, Takuji, Nakahara-ku, Kawasaki-shi,
Kanagawa 211-8858, JP; Tsuyama, Isao,
Kohoku-ku Yokohama Kanagawa 222-0033, JP;
Nakajima, Ichiro, Nakahara-ku, Kawasaki-shi,
Kanagawa 211-8858, JP**

(54) Bezeichnung: **Optischer Schalter**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen optischen Schalter bzw. eine optische Vermittlung zur Verwendung in verschiedenen optischen Systemen und insbesondere eine optische Vermittlung mit der Konfiguration unter Berücksichtigung der Erweiterbarkeit einer optischen Vermittlungseinheit oder einer Wellenlängenauswahlseinheit.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Wie eine Informationsübertragungsgeschwindigkeit schneller wird und der Umfang an übertragener Information größer wird, haben der Bedarf für eine größere Bandbreite und eine größere Kapazität eines Netzes und eines Übertragungssystems zugenommen. Als ihre Implementierungsmittel ist es erwünscht, ein optisches Netz zu bauen. Die Kerntechnik zum Bauen des optischen Netzes ist ein optisches Übertragungssystem.

[0003] [Fig. 1A](#) und [Fig. 1B](#) sind schematische Diagramme zum Zeigen der Konfigurationen eines typischen optischen Netzes.

[0004] [Fig. 1A](#) zeigt ein optisches Vermittlungssystem bzw. Kreuzverbindungssystem (optisches XC-System: optisches Vermittlungssystem) zur Verwendung in einem optischen Einzelwellenübertragungssystem. Es ist dazu gedacht, eine Vielzahl von optischen Eingangs-/Ausgangsübertragungsleitungen aufzunehmen und ein von einer optischen Eingangsübertragungsleitung eingegebenes optisches Signal zu einer gewünschten optischen Ausgangsübertragungsleitung zu lenken bzw. routen. Jede optische Signaleingabe von jeder der optischen Eingangsübertragungsleitungen **1300** ist ein optisches Signal mit einer einzelnen Wellenlänge. Das in [Fig. 1A](#) gezeigte Beispiel nimmt an, dass die Wellenlänge λ_0 ist. In dieser Konfiguration können alle Wellenlängen der von den jeweiligen Eingangsübertragungsleitungen **1300** eingegebenen optischen Signale λ_0 sein oder können davon abweichen, abhängig von den jeweiligen Sendeleitungen. Jedoch sind die optischen Signale, die durch eine Übertragungsleitung verlaufen, identisch, weil dies ein optisches Einzelwellenübertragungssystem ist.

[0005] Jedes von jeder der optischen Übertragungsleitungen eingegebene optische Signal wird in eine optische Signalverarbeitungseinheit **1302** eingegeben, geroutet, und an einer optischen Ausgangsübertragungsleitung **1301** ausgegeben. Die optische Signalverarbeitungseinheit **1302** ist dazu gedacht, ein von jeweiligen der optischen Eingangsübertra-

gungsleitung **1300** eingegebenes optisches Signal zu vermitteln und das vermittelte Signal an eine gewünschte optische Ausgangsübertragungsleitung **1301** auszugeben. Das heißt, die optische Signalverarbeitungseinheit **1302** dient als eine Vermittlung. Ihre Vermittlungsfähigkeit wird durch eine Steuereinheit **1303** gesteuert. Die Steuereinheit **1303** erhält die Information über ein Routing von dem Betriebssystem eines Netzes, bestimmt, zu welcher optischen Ausgangsübertragungsleitung **1301** ein von irgendeiner der optischen Eingangsübertragungsleitungen **1300** eingegebenes optisches Signal auszugeben ist und implementiert eine gewünschte Vermittlungsfähigkeit zum Bereitstellen eines Steuersignals zu der optischen Signalverarbeitungseinheit **1302**.

[0006] [Fig. 1B](#) zeigt ein optisches Wellenlängenmultiplex-XC-System zur Verwendung in einem optischen Wellenlängenmultiplex-Übertragungssystem. Dieses System ist dazu gedacht, eine Vielzahl von optischen Eingangs-/Ausgangsleitungen aufzunehmen und ein Wellenlängenmultiplexiertes optisches Signal, das von einer optischen Eingangsleitung eingegeben wird, zu einer gewünschten optischen Ausgangsleitung für jede Wellenlänge auszugeben.

[0007] Das heißt, dieses System realisiert die Vermittlungsfähigkeit, wobei eine optische Signalverarbeitungseinheit **1307** ein von einer optischen Übertragungsleitung **1305** eingegebenes optisches Signal routet und das Signal an eine optische Ausgangssignalübertragungsleitung **1306** ausgibt in Übereinstimmung mit den von einer Steuereinheit **1308** ausgegebenen Anweisungen ähnlich zu [Fig. 1A](#). Die Unterschiede von [Fig. 1A](#) sind, dass ein durch eine Übertragungsleitung verlaufendes optisches Signal sich aus einer Vielzahl von Wellenlängen in Entsprechung zu einer Vielzahl von Kanälen zusammensetzt, und dass die optische Signalverarbeitungseinheit **1307** jedes optische Signal mit einer jeweiligen der Vielzahl von Wellenlängen routen muss.

[0008] [Fig. 2A](#), [Fig. 2B](#), [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) zeigen die typischen Konfigurationen der optischen Signalverarbeitungseinheit, die in dem Wellenlängenmultiplexierten optischen XC-System verwendet werden.

[0009] [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) zeigen die typischen Konfigurationen der optischen Signalverarbeitungseinheit in dem Wellenlängenmultiplexierten optischen XC-System, eine optische Vermittlung annehmend.

[0010] [Fig. 2A](#) zeigt die optische Signalverarbeitungseinheit vom Typ einer festen Wellenlänge.

[0011] Das von einer Eingangsleitung **1400** eingegebene optische Signal wird als mit einer multiplexierten Wellenlänge λ_1 bis λ_n definiert. Das Wellenlängenmultiplexierte optische Signal wird zu einem De-

multiplexer **1401** ausgegeben, wo das optische Signal in optische Signale mit jeweiligen Wellenlängen demultiplexiert wird. Die demultiplexierten optischen Signale werden in eine optische Vermittlungseinheit **1402** eingegeben, geroutet und in einen Multiplexer **1403** eingegeben. Der Multiplexer **1403** multiplexiert die optischen Signale und gibt die multiplexierten Signale an eine Ausgangsleitung als ein Wellenlängen-multiplexiertes optisches Signal aus. Da die in [Fig. 2A](#) gezeigte Konfiguration einen festen Wellenlängentyp annimmt, wird die Wellenlänge des von der Eingangsleitung **1400** eingegebenen optischen Signals ausgegeben, ohne umgesetzt zu werden, multiplexiert durch einen Multiplexer **1403**, und an eine Ausgangsleitung **1404** ausgegeben. Das heißt, die Wellenlänge λ_1 des optischen Signals verbleibt unverändert, selbst wenn es zu einer Ausgangsleitung **1404** ausgegeben wird. Wie in [Fig. 2A](#) gezeigt, sind eine Vielzahl von Multiplexern **1303** in Entsprechung zu einer Vielzahl von Ausgangsleitungen **1404** angeordnet. Jedoch werden zwei oder mehr optische Signale mit identischen Wellenlängen nicht in einen der Vielzahl von Multiplexern **1403** eingegeben. Dies ist, weil Wellenlängenmultiplex für die optischen Signale erforderlich ist. Demgemäß führt die optische Vermittlungseinheit **1402** ein Routing derart durch, dass beispielsweise nur ein optisches Signal mit einer Wellenlänge λ_1 in einen der Vielzahl von Multiplexern **1403** eingegeben wird.

[0012] [Fig. 2B](#) zeigt eine typische Konfiguration der optischen Signalverarbeitungseinheit eines Wellenlängenumsetzungstyps. Dieselben Bestandteile wie jene in [Fig. 2A](#) werden durch dieselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0013] Das Wellenlängen-multiplexierte optische Signal, das von der Eingangsleitung **1400** eingegeben wird, wird in optische Signale mit jeweiligen Wellenlängen durch den Demultiplexer **1401** demultiplexiert, und die demultiplexierten Signale werden in die optische Vermittlungseinheit **1402** eingegeben. Die optische Vermittlungseinheit **1402** routet die optischen Signale mit den jeweiligen Wellenlängen und gibt sie aus. Da die in [Fig. 2B](#) gezeigte Konfiguration vom Wellenlängenumwandlungstyp ist, führt die optische Vermittlungseinheit **1402** unbeachtet der Wellenlänge eines optischen Eingangssignals Routing aus. Wenn irgendein von dem Ausgangsport der optischen Vermittlungseinheit **1402** ausgegebenes optisches Signal in den Multiplexer **1403** eingegeben wird, wo die optischen Signale gekoppelt werden, kann daher das gekoppelte Signal zwei oder mehr Lichtstrahlen mit identischen Wellenlängen enthalten. Als ein Ergebnis kann gegebenenfalls kein geeignetes Wellenlängenmultiplexieren ausgeführt werden. Demgemäß ist zwischen der optischen Vermittlungseinheit **1402** und dem Multiplexer **1403** eine Wellenlängenumwandlungseinheit **1405** angeordnet, so dass die Wellenlängen der in einen der mehreren

Multiplexer **1403** einzugehenden optischen Signale umgewandelt werden, um sich zu unterscheiden. In der in [Fig. 2B](#) gezeigten Konfiguration werden die Wellenlängen der optischen Signale, die in einen der Vielzahl von Multiplexern **1403** einzugeben werden, unterschiedlich umgesetzt. In der in [Fig. 2B](#) gezeigten Konfiguration werden die Wellenlängen jeweiliger optischer Signale, die zu jeweiligen der Multiplexer **1403** einzugeben sind, in λ_1 bis λ_n konvertiert. Daher wird in der optischen Signalverarbeitungseinheit vom Wellenlängenumwandlungstyp das optische Eingangssignal, welches ursprünglich die Wellenlänge λ_1 hat, nicht immer als ein Signal ausgegeben, dessen Wellenlänge λ_1 ist, wenn es von jeweiligen der Multiplexer **1403** zu einer Übertragungsleitung ausgegeben wird. Welche der Wellenlängen λ_1 bis λ_n eines optischen Signals hat, kann abhängig davon variieren, welche Wellenlänge die Wellenlängenumwandlungseinheit **1405** in das optische Signal umwandelt.

[0014] Die optische Vermittlungseinheit, die in [Fig. 2A](#) und [Fig. 2B](#) gezeigt ist, wird normalerweise implementiert durch Anordnen von 8×8 optischen Vermittlungen in einer Vielzahl von Stufen.

[0015] Jedoch kann die optische Signalverarbeitungseinheit ohne das Verwenden einer optischen Vermittlung konfiguriert sein.

[0016] [Fig. 3A](#) und [Fig. 3B](#) zeigen beispielhaft Konfigurationen, bei denen die optische Signalverarbeitungseinheit unter Verwendung einer Wellenlängenauswahleinheit implementiert wird.

[0017] [Fig. 3A](#) zeigt beispielhaft die Konfiguration der optischen Signalverarbeitungseinheit vom Typ der festen Wellenlänge, zu welcher ein Wellenlängen-multiplexiertes optisches Signal unverändert eingegeben wird, für ein Routing und Ausgeben eines optischen Signals mit multiplexierter Wellenlänge.

[0018] Das Wellenlängen-multiplexierte optische Signal wird direkt von einer Eingangsleitung **1500** zu einer Wellenlängenauswahleinheit **1501** eingegeben und wird geroutet. Innerhalb der Wellenlängenauswahleinheit **1501** werden die optischen Signale abhängig von jeweiligen der Wellenlängen geroutet. Jedoch sind die Wellenlängen nicht umgewandelt. Demgemäß wird ein optisches Signal mit einer speziellen Wellenlänge unverändert Wellenlängen-multiplexiert geroutet und wird an einer Ausgangsleitung **1502** ausgegeben.

[0019] [Fig. 3B](#) zeigt beispielhaft die Konfiguration der optischen Signalverarbeitungseinheit des Wellenlängenumwandlungstyps. Dieselben Bestandteile wie jene in [Fig. 3A](#) gezeigten werden durch dieselben Bezugszeichen gekennzeichnet.

[0020] In der in [Fig. 3B](#) gezeigten Konfiguration wird ein Wellenlängen-multiplexiertes optisches Signal von der Eingangsleitung **1500** zu der Wellenlängenauswahleinheit **1501** unverändert eingegeben. Die Wellenlängenauswahleinheit **1501** routet das Wellenlängen-multiplexierte optische Signal abhängig von jeder der Wellenlängen und gibt die Signale aus. Da die optische Signalverarbeitungseinheit, die in [Fig. 3B](#) gezeigt ist, vom Wellenlängenumwandlungstyp ist, ist nicht bekannt, von welchem Ausgangsport der Wellenlängenauswahleinheit **1501** ein spezielles, von der Eingangsleitung **1500** zu der Wellenlängenauswahleinheit **1501** eingegebenes Signal ausgegeben werden wird. Das heißt, in der in [Fig. 3A](#) gezeigten Konfiguration ist ein optisches Signal mit einer speziellen Wellenlänge definiert, um eine spezielle Strecke zu durchlaufen und optische Signale mit einer identischen Wellenlänge werden nicht Wellenlängen-multiplexiert. In der in [Fig. 3B](#) gezeigten Konfiguration wird jedoch ein optisches Signal unabhängig von seiner Wellenlänge geroutet. Wenn optische Signale durch Vornehmen einer Entsprechung zwischen einem speziellen Ausgangsport der Wellenlängenauswahleinheit **1501** und einem Multiplexer **1504** gekoppelt werden, können demnach manchmal optische Signale mit identischen Wellenlängen gekoppelt sein. Demgemäß wandelt die Wellenlängenkonvertierungseinheit **1503** die Wellenlängen eines optischen Signals und gibt das Signal in den Multiplexer **1504** ein, so dass der Multiplexer **1504** optische Signale mit identischen Wellenlängen nicht koppelt.

[0021] Wie oben beschrieben, hat auch in der in [Fig. 3B](#) gezeigten Konfiguration ein optisches Signal mit einer speziellen Wellenlänge, wenn es von der Eingangsleitung **1500** in die Wellenlängenauswahleinheit **1501** eingegeben wird, nicht immer dieselbe Wellenlänge, wenn es von der Ausgangsleitung **1502** zu einer Übertragungsleitung übertragen wird.

[0022] Der Schlüssel zur Implementierung des oben beschriebenen Systems ist eine optische Vermittlungseinheit oder eine Wellenlängenauswahleinheit mit einer großen Kapazität, und Erweiterbarkeit (eine Zunahme von Verarbeitungskapazität ohne Stillsetzen eines optischen Signals wird verwendet. Es ist wünschenswert, dass der Umfang an Hardware proportional zur Anzahl der zunehmenden Ports zunimmt von dem Zeitpunkt, wenn eine Anfangseinstellung vorgenommen wird bis zu dem Zeitpunkt, wenn eine Kapazität zu ihrem Maximum erhöht wird) ist ein wesentlicher Faktor.

[0023] Als eine Maßnahme zum Erweitern einer Kapazität einer Raumvermittlung wird normalerweise eine Mehrstufenkonfiguration, deren typischer Typ, wie durch Clos vorgeschlagen, eine Dreistufenkonfiguration ist, angenommen. Sicherlich ist eine solche Konfiguration auch auf ein optisches Vermittlungsschaltungsnetz anwendbar.

[0024] Die Konfiguration der Wellenlängenauswahleinheit in dem Wellenlängen-multiplexierten optischen XC-System, beispielsweise die Konfiguration des Wellenlängenumwandlungstyps, ist durch die japanische Patentoffenlegung (TOKUGANHEI) Nr. JP 9215017 detailliert beschrieben.

[0025] In einer konventionellen Konfiguration ist beispielsweise als das Verfahren zum Erweitern einer Dreistufenschaltung die maximale Anzahl an Vermittlungen in der zweiten Stufe installiert vom Beginn des Systems an und die Anzahl von Paarungen von Vermittlungen in den ersten und dritten Stufen wird sequentiell erhöht. Als das Verfahren zum Erweitern einer fünfstufigen Schaltung ist die maximale Anzahl an Vermittlungen in der dritten Stufe vom Start des Systems an installiert und die Anzahl von Paarungen von Vermittlungen in den ersten und fünften Stufen und die Anzahl von Paarungen von Vermittlungen in den zweiten und vierten Stufen werden jeweils sequentiell erhöht.

[0026] Für ein solches Mehrstufenvermittlungsschaltungsnetz muss die maximale Anzahl von Vermittlungen in einer Zwischenstufe vom Beginn des Systems an installiert sein. Daher wird der Umfang an Hardware bei einer Anfangseinrichtung groß, was zu einem Problem bei der Erweiterbarkeit führt.

[0027] Jedoch wird in einem optischen Vermittlungsschaltungsnetz die Dämpfung in einem optischen Signal (die Abnahme eines Leistungspegels) größer, wenn die Vermittlungskapazität zunimmt. Demgemäß muss ein optischer Verstärker für das Kompensieren der Dämpfung in dem Vermittlungsschaltungsnetz angeordnet sein. Auch in einem solchen Fall muss ein optischer Verstärker oder müssen optische Verstärker unter Beachtung der Erweiterbarkeit angeordnet werden und die Anzahl der optischen Verstärker sollte sequentiell erhöht werden in Übereinstimmung mit der Erweiterung der Vermittlungskapazität.

[0028] Auch in der Wellenlängenauswahleinheit wird die Dämpfung in dem optischen Signal (die Abnahme eines Leistungspegels) größer, wenn die Verarbeitungskapazität zunimmt. Daher muss ein optischer Verstärker in der Wellenlängenauswahleinheit angeordnet werden, um diese Dämpfung zu kompensieren. Auch in diesem Fall muss ein optischer Verstärker oder müssen optische Verstärker unter Berücksichtigung der Erweiterbarkeit angeordnet werden und die Anzahl optischer Verstärker sollte sequentiell erhöht werden in Übereinstimmung mit der Erweiterung der Verarbeitungskapazität.

[0029] US 5 450 224 A offenbart ein Verfahren und eine Anordnung für eine optische Vermittlung. Hier umfasst die optische Vermittlung zum Vermitteln wellenlängengemultiplexer optischer Signale zwischen

N Eingangsverbindungen und M Ausgangsverbindungen eine Vielzahl von Eingangsendgeräten, optischen Teilern, durchstimmbare optische Wellenlängenfilter, optische Vermittlungselemente bzw. Schaltelemente, Übertrager und optische Koppler. Controller steuern die durchstimmbaren wellenlängenoptischen Filter, Übertrager und Empfänger, bevorzugt Laser, durch Auswählen einer Wellenlänge für jeden von verschiedenen Wellenlängen, so dass es vermieden wird, dass zwei identische Wellenlängen simultan in einer Eingangsverbindung auftreten.

[0030] Iannone E. et al. "Optical path technologies: A Comparison Among Different Cross-Connect Architectures" IEEE Network, Band 14, Nr. 10, 1996, Seiten 2184-2196, XP000631516 ISSN: 0733-8724 diskutieren verschiedene optische Kreuzverbindungsarchitekturen, die erweiterbare und modulare Netzwerke erlauben. **Fig. 3** zeigt eine optische Kreuzverbindungsarchitektur, die Raumvermittlungen mit Fasern und durchstimmbaren Filtern verwendet.

[0031] Jajszczyk A. et al. "Tree-type photonic switching networks" IEEE Network, Band 9, Nr. 1, 1995, Seiten 10-16, XP000486554 ISSN: 0890-8044 diskutiert baumartige Architekturen für das Design von photonischen Vermittlungsnetzwerken. Die diskutierenden Netzwerke können implementiert werden mit geführten wellenbasierten Vermittlungselementen oder Laserdioden und passiven Teilern und Kombinierern. **Fig. 1** zeigt eine generische Architektur eines $N \times N$ baumstrukturierten photonischen Netzwerks, umfassend optische Teiler und Kombinierer, wobei das Modul ein oder mehrere Vermittlungsstufen enthalten kann.

Resümee der Erfindung

[0032] Die vorliegende Erfindung zielt darauf ab, die Vermittlungskapazität einer optischen Vermittlung zu erweitern, die einen Wellenlängenfilter adoptiert.

[0033] Diese Aufgabe wird erreicht durch eine optische Vermittlung mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1.

[0034] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen werden in den abhängigen Ansprüchen beschrieben.

[0035] Das Erweitern der Vermittlungskapazität der optischen Vermittlung, die ein Wellenlängenfilter annimmt, kann flexibel handgehabt werden durch Verwenden des Wellenlängenfilters und der optischen Verstärker vor und hinter dem Wellenlängenfilter angeordnet als eine Erweiterungseinheit.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0036] Es zeigt:

[0037] **Fig. 1A** und **Fig. 1B** schematische Diagramme zum Zeigen der Konfigurationen eines typischen optischen Netzes;

[0038] **Fig. 2A** und **Fig. 2B** schematische Diagramme der typischen Konfiguration einer optischen Signalverarbeitungseinheit in einem Wellenlängen-multiplexierten optischen XC-System (Nr. 1);

[0039] **Fig. 3A** und **Fig. 3B** schematische Diagramme der typischen Konfigurationen der optische Signalverarbeitungseinheit in dem Wellenlängen-multiplexierten optischen XC-System (Nr. 2);

[0040] **Fig. 4** eine schematische Darstellung zum beispielhaften Wiedergeben des Aufbaus einer optischen Vermittlungseinheit in einer Dreistufenschaltungskonfiguration (Nr. 1);

[0041] **Fig. 5** ein schematisches Diagramm zum beispielhaften Angeben der Struktur der optischen Vermittlungseinheit in der dreistufigen Schaltungskonfiguration (Nr. 2);

[0042] **Fig. 6** ein schematisches Diagramm zum beispielhaften Angeben der Struktur der optischen Vermittlungseinheit in der dreistufigen Schaltungskonfiguration (Nr. 3);

[0043] **Fig. 7** ein schematisches Diagramm zum beispielhaften Wiedergeben der Konfiguration, wenn eine Fünfstufenschaltung als eine optische Vermittlungseinheit angenommen wird (Nr. 10);

[0044] **Fig. 8** ein schematisches Diagramm zum beispielhaften Wiedergeben der Konfiguration, wenn die Fünfstufenschaltung angepasst ist als optische Vermittlungseinheit (Nr. 2);

[0045] **Fig. 9A** und **Fig. 9B** schematische Diagramme zum beispielhaften Darstellen der Struktur einer optischen Raumvermittlung, und der Struktur einer $k \times 2k - (2k \times k)$ -optischer Raumvermittlung;

[0046] **Fig. 10** ein schematisches Diagramm zum beispielhaften Darstellen der Konfiguration einer Wellenlängenauswahleinheit einschließlich optischer Filter in dem Wellenlängen-fixierten optischen XC-System, das in **Fig. 3A** gezeigt ist;

[0047] **Fig. 11** ein schematisches Diagramm zum beispielhaften Darstellen der Konfiguration, wobei ein optischer Verstärker, ein Mehrwellenlängenfilter und ein optischer Verstärker, die in der in **Fig. 10** gezeigten Konfiguration eingeschlossen sind, mit einer Integrationstechnik hergestellt werden;

[0048] **Fig. 12** ein schematisches Diagramm zum beispielhaften Darstellen der Konfiguration, zu welcher Erweiterbarkeit gegeben wird durch Hinzufügen

optischer Verstärker zu der in [Fig. 3B](#) gezeigten Wellenlängenauswahleinheit;

[0049] [Fig. 13](#) ein schematisches Diagramm zum beispielhaften Darstellen einer Modifikation der Erweiterungseinheit, die in der in [Fig. 12](#) gezeigten Konfiguration eingeschlossen ist (Nr. 1); und

[0050] [Fig. 14](#) ein schematisches Diagramm zum beispielhaften Darstellen einer Modifikation der Erweiterungseinheit in der in [Fig. 12](#) gezeigten Konfiguration (Nr. 2).

Beschreibung der Bevorzugten Ausführungsformen

[0051] [Fig. 4](#) bis [Fig. 6](#) zeigen beispielhaft die Strukturen einer optischen Vermittlungseinheit in einer dreistufigen Schaltungskonfiguration.

[0052] [Fig. 4](#) stellt beispielhaft die Struktur dar, zu der eine Erweiterung durch Hinzufügen optischer Verstärker gegeben wird.

[0053] Wenn die optische Vermittlungseinheit durch optische Vermittlungen (optische Raumvermittlungen) strukturiert ist, tritt eine Dämpfung in jeder der optischen Vermittlungen auf. Daher ist ein optischer Verstärker bei der nachfolgenden Stufe jeder der optischen Vermittlungen erforderlich, um diese Dämpfung zu kompensieren. Ein optischer Verstärker wird auch an der Eingangsportseite der optischen Vermittlungseinheit benötigt, um die in einer Übertragungsleitung verursachte Dämpfung zu kompensieren, wenn das optische Signal in die optische Vermittlungseinheit eingegeben wird. In dieser Figur wird die Größe der gesamten optischen Vermittlungseinheit als 64×64 angenommen. Jedoch ist die Größe nicht auf diese Implementierung begrenzt.

[0054] Für den optischen Signaleingang von der Eingangsportseite wird zuerst in der Übertragungsleitung verursachte Dämpfung kompensiert durch einen optischen Verstärker. Das Signal wird dann in eine optische Vermittlung in der ersten Stufe eingegeben. Das optische Signal, das in die optische Vermittlung eingegeben wird, wird von irgendeinem der 16 Ausgangsports der optischen Vermittlung in der ersten Stufe in Entsprechung zu den von der in [Fig. 4](#) nicht dargestellten Steuerschaltung ausgegebenen Anweisungen ausgegeben und durch einen optischen Verstärker verstärkt, und die in der optischen Vermittlung in der ersten Stufe verursachte Dämpfung wird kompensiert. Die 16 Ausgangsports der optischen Vermittlung in der ersten Stufe entsprechen jeweils den 16 optischen Vermittlungen in der zweiten Stufe. Die optische Signalausgangsgröße von der ersten Stufe wird in irgendeine der 16 optischen Vermittlungen in der zweiten Stufe eingegeben und wird geroutet. Der Ausgangsport einer der optischen Vermittlungen in der zweiten Stufe entspricht 8 optischen Vermittlungen

in der dritten Stufe. Die Dämpfung in dem optischen Signal, das von der zweiten Stufe ausgegeben wird, welche in der optischen Vermittlung in der zweiten Stufe verursacht wird, wird durch einen optischen Verstärker kompensiert und das optische Signal wird in irgendeine der 8 optischen Vermittlungen in der dritten Stufe eingegeben. Das optische Signal wird dann durch die optische Vermittlung in der dritten Stufe vermittelt, durch einen optischen Verstärker verstärkt und nach außerhalb der optischen Vermittlungseinheit gesendet.

[0055] Die obige Erläuterung wird basierend auf der Annahme bereitgestellt, dass die Anzahl optischer Vermittlungseinheiten zu ihrem Maximum anwächst. Wenn die Vermittlungskapazität von viel geringerem Umfang ist, werden die Zahlen der Erweiterungseinheiten in den ersten und dritten Stufen verringert, so dass einige der Eingangs- und Ausgangsports der optischen Vermittlungen in der zweiten Stufe nicht verwendet werden. Da die Betriebsabläufe in diesem Fall auch grundlegend dieselben sind wie jene, die in der obigen Erläuterung wiedergegeben wurden, wird ihre Erläuterung hier weggelassen.

[0056] [Fig. 4](#) zeigt eine Gesamtheit von vier Orten, an denen optische Verstärker angeordnet sind: Den Ort an der Eingangsportseite (um die in der Übertragungsleitung verursachte Dämpfung zu kompensieren), den Ort zwischen den Vermittlungen der ersten und zweiten Stufen (um die in der Vermittlung der ersten Stufe verursachte Dämpfung zu kompensieren), den Ort zwischen der zweiten und dritten Stufe (um die Dämpfung, die in der Vermittlung der zweiten Stufe verursacht wird, zu kompensieren) und der Ort auf der Ausgangsportseite (um die in der Vermittlung der dritten Stufe verursachte Dämpfung zu kompensieren). Wie oben beschrieben, muss die maximale Zahl von Vermittlungen in der zweiten Stufe von Beginn des Systems an für die Dreistufenschaltung installiert werden. Daher werden optische Verstärker bei jedem der Eingabe-/Ausgabeports der optischen Vermittlungen in der ersten und dritten Stufe angeordnet, und ein optischer Verstärker wird sequentiell hinzugefügt zum Konfigurieren einer Erweiterungseinheit. Für die Erweiterung ist die erforderliche Anzahl an optischen Vermittlungen (in dieser Figur optische 8×16 - und 16×8 -Vermittlungen) in den ersten und dritten Stufen angeordnet und jeweils mit zuvor angeordneten optischen 8×8 -Vermittlungen in der zweiten Stufe verbunden.

[0057] Wie oben beschrieben, ist es durch Kombinieren der optischen Vermittlungen und der optischen Verstärker, deren Anzahl abhängig von der Vermittlungskapazität einer optischen Vermittlung geändert werden kann, und beim Verwenden der Kombination der Vermittlung und der Verstärker als eine Erweiterungseinheit, ausreichend, eine minimale Anzahl optischer Verstärker anzuordnen. Da die

maximale Anzahl optischer Verstärker in der zweiten Stufe vom Beginn des Systems installiert sein muss, wenn optische Verstärker angeordnet werden durch Kombiniertwerden mit den optischen Vermittlungen in der zweiten Stufe, muss die Anzahl der optischen Verstärker dieselbe sein wie die der Ports der maximalen Anzahl optischer Vermittlungen in der zweiten Stufe und muss angeordnet werden, egal, ob oder nicht alle der optischen Verstärker verwendet werden. Daher müssen noch optische Vermittlungen, die nicht tatsächlich verwendet werden, angeordnet werden, was zu einer verschwenderischen Anfangsinvestition führt. Wenn optische Verstärker mit den optischen Vermittlungen in den ersten und dritten Stufen kombiniert werden, kann die Anzahl der optischen Verstärker auf ein Minimum reduziert werden. Folglich kann es die verschwenderische Anfangsinvestition sichern.

[0058] [Fig. 5](#) zeigt beispielhaft die Konfiguration, wo die Erweiterbarkeit bereitgestellt wird selbst zu der Anzahl von Vermittlungen in der zweiten Stufe in einer konventionellen Dreistufenschaltungskonfiguration.

[0059] Speziell wird jeder Ausgangsport jeder der Vermittlungen in der ersten Stufe mit einer 1×8 -Vermittlung verbunden, während jeder Eingangsport jeder der Vermittlungen in der dritten Stufe mit einer 1×8 -Vermittlung verbunden wird. Die 8 Ausgangsports der 8×1 -Vermittlung sind jeweils mit einem der Eingangsports der 8×1 -Vermittlungen verbunden. Zu diesem Zeitpunkt werden die 8 Eingangsports der 8×1 -Vermittlungen jeweils mit acht unterschiedlichen Vermittlungen in der ersten Stufe verbunden. Jede der optischen Vermittlungen in den ersten und dritten Stufen wird als eine Erweiterungseinheit verwendet und die optischen 1×8 -Vermittlungen, deren Anzahl 16 ist) in der zweiten Stufe und die optischen 8×1 -Vermittlungen (Anzahl von denen ist 16), die mit den Erweiterungseinheiten in den ersten und dritten Stufen verbunden sind, werden nacheinanderfolgend hinzugefügt als Erweiterungseinheiten. Hier wird eine Erläuterung bereitgestellt anhand der 1×8 - und 8×1 -Vermittlungen oder 8×16 - und 16×8 -Vermittlungen als Beispiele. Tatsächlich können $m_1 \times m_2$ - und $m_2 \times m_1$ -Vermittlungen ($m_1 \geq 2 \geq m_2 - 1$: Dies gibt eine Nichtblockadebedingung an) oder $1 \times k$ - und $k \times 1$ -Vermittlungen ("k" ist eine natürliche Zahl) verwendet werden.

[0060] In der in [Fig. 5](#) gezeigten Konfiguration werden die optischen Verstärker hinzugefügt. Die Orte, an denen die optischen Verstärker angeordnet werden, sind jene auf den Eingangs- und Ausgangsseiten der optischen Vermittlungen (optische Raumvermittlungen) in den ersten und dritten Stufen. Demgemäß ist ähnlich zu [Fig. 4](#) die Erweiterungseinheit der ersten und dritten Stufen in einer optischen Vermittlung und optischen Verstärkern auf den Ein-

gangs-/Ausgangsseiten der optischen Vermittlung angeordnet. Wie oben beschrieben, kann eine Verschwendung der Anfangsinvestitionen eingespart werden, da es kein Erfordernis zum Anordnen zusätzlicher optischer Verstärker gibt und gleichzeitig die Erweiterungseinheit auch in der zweiten Stufe angeordnet werden kann durch Vornehmen der Konfiguration der zweiten Stufe unterschiedlich von der der [Fig. 4](#). Demgemäß kann die Anzahl der Erweiterungseinheiten in der zweiten Stufe angehoben werden, wenn ein Erweitern erforderlich ist, ohne die Maximalzahl der optischen Vermittlungen in der zweiten Stufe vom Beginn des Systems anzuordnen für eine fernere Erweiterung, wie in [Fig. 4](#) gezeigt. Verglichen mit [Fig. 4](#) wird eine Verschwendung der Anfangsinvestition weiter eingespart.

[0061] Ähnlich zu [Fig. 4](#) sind optische Verstärker mit der optischen Vermittlung in den ersten oder dritten Stufen konfiguriert als eine Erweiterungseinheit. Da die Erweiterungseinheit auch in der zweiten Stufe in [Fig. 5](#) konfiguriert sein kann, können sowohl der optische Verstärker auf der Ausgangsseite jeder der optischen Vermittlungen in der ersten Stufe als auch der optische Verstärker auf der Eingangsseite jeder der optischen Vermittlungen in der dritten Stufe in der Erweiterungseinheit der zweiten Stufe eingeschlossen sein. Das heißt, der optische Verstärker auf der Ausgangsseite jeder der optischen Vermittlungen in der ersten Stufe ist angeordnet auf der Eingangsseite jeder der 1×8 -Vermittlungen in der zweiten Stufe, während der optische Verstärker auf der Eingangsseite jeder der optischen Vermittlungen in der dritten Stufe auf der Ausgangsseite jeder der 8×1 -Vermittlungen in der zweiten Stufe angeordnet ist, hierdurch die Erweiterungseinheit konfigurierend.

[0062] [Fig. 6](#) ist ein schematisches Diagramm zum Zeigen des Erweiterns der in [Fig. 5](#) gezeigten Konfiguration.

[0063] Diese Figur stellt die Konfiguration dar, wenn die Größe der Vermittlung in der in [Fig. 5](#) gezeigten Konfiguration der 64×64 -Vermittlung auf 16×16 festgelegt ist.

[0064] In der in [Fig. 6](#) gezeigten Konfiguration sind zwei Erweiterungseinheiten in der ersten Stufe angeordnet und zwei Erweiterungseinheiten sind auch in einer ähnlichen Weise in den zweiten und dritten Stufen angeordnet. Wenn die 64×64 -Vermittlung wie in [Fig. 5](#) gezeigt, angeordnet ist, sind 8 Erweiterungseinheiten in den jeweiligen Stufen angeordnet. In der in [Fig. 6](#) gezeigten Konfiguration ist die minimale Vermittlungskapazität 8×8 und eine Erweiterungseinheit wird jeweils in den ersten, zweiten und dritten Stufen angeordnet. Zu dieser Zeit wird nur der Ausgangsport tatsächlich unter den 8 Ausgangsport von der 1×8 -Vermittlung verwendet. In ähnlicher Weise wird nur ein Eingangsport unter den 8 Eingangsports der

8×1-Vermittlung tatsächlich verwendet. Wenn die 8×8-Vermittlung erweitert wird auf eine 16×16-Vermittlung, wird jeweils eine Erweiterungseinheit zu den ersten, zweiten und dritten Stufen hinzugefügt und die 1×8- und 8×1-Vermittlungen in der zweiten Stufe werden mit unterschiedlichen Erweiterungseinheiten verbunden. Zu diesem Zeitpunkt werden nur zwei Ausgangsport tatsächlich unter den Ausgangs-orts der 1×8-Vermittlung verwendet und auch nur zwei Eingangsports werden tatsächlich unter den Eingangsports der 8×1-Vermittlung verwendet. Auf diese Weise ist die Anzahl der Erweiterungseinheiten in den jeweiligen Stufen sequentiell erhöht, um eine Vermittlung hinzuzufügen, und gleichzeitig werden die Ausgangsports der 1×8-Vermittlung und die Eingangsports der 8×1-Vermittlung in der zweiten Stufe jeweils und erneut verbunden. [Fig. 5](#) zeigt den Fall, in dem die Vermittlungskapazität zu ihrem Maximum hin angehoben wird. Obwohl [Fig. 5](#) nicht alle Erweiterungseinheiten darstellt, sind tatsächlich 8 Erweiterungseinheiten in den jeweiligen Stufen angeordnet. Alle Ausgangsports der 1×8-Vermittlung und auch alle Eingangsports der 8×1-Vermittlung in der zweiten Stufe werden verwendet.

[0065] Beachte, dass die 1×8-Vermittlung, die in [Fig. 6](#) gezeigt wird, ein optisches Eingangssignal an irgendeinen der 8 Ausgangsports ausgibt, während die 8×1-Vermittlung eines der optischen Signale, die von den 8 Eingangsports eingegeben werden, in den Ausgangsport ausgibt. Daher kann jede der 1×8- und 8×1-Vermittlungen ein optischer 1×8- oder ein 8×1-Koppler sein.

[0066] Die Erweiterung über die Schaltkapazität jeder der optischen Vermittlungen in [Fig. 5](#) und [Fig. 6](#) hinaus werden durch Verwenden spezieller Werte als Beispiele bereitgestellt. Jedoch kann eine optische Vermittlung mit einer beliebigen Schaltkapazität verwendet werden, wie in der Erläuterung der [Fig. 4](#) beschrieben.

[0067] [Fig. 7](#) und [Fig. 8](#) geben beispielhaft die Konfigurationen wieder, bei denen eine Fünfstufenschaltung als eine optische Vermittlungseinheit angenommen wird.

[0068] [Fig. 7](#) gibt beispielhaft die Konfiguration an, bei der die Erweiterbarkeit hinzugefügt wird zu einer konventionellen Fünfstufenschaltung.

[0069] Es gibt eine Gesamtheit von 6 Orten, an denen optische Verstärker angeordnet sind: Der Ort auf der Eingangsportseite (um die in einer Übertragungsleitung verursachte Dämpfung zu kompensieren), der Ort zwischen der ersten und zweiten Stufen (um die in der Vermittlung in der ersten Stufe verursachte Dämpfung zu kompensieren), der Ort zwischen den zweiten und dritten Stufen (um die in der Vermittlung in der zweiten Stufe verursachte Dämpfung zu kom-

pensieren, der Ort zwischen den dritten und vierten Stufen (um die in der Vermittlung in der dritten Stufe verursachte Dämpfung zu kompensieren), der Ort zwischen den vierten und fünften Stufen (um die in der Vermittlung in der vierten Stufe verursachte Dämpfung zu kompensieren), und der Ort auf der Ausgangsportseite (um die in der Vermittlung in der ersten Stufe verursachte Dämpfung zu kompensieren). In der Fünfstufenschaltung müssen alle Vermittlungen in der dritten Stufe im Voraus vorbereitet sein wie jene in der zweiten Stufe einer Dreistufenschaltung. Daher ist ein optischer Verstärker an jedem der Eingangs-/Ausgangsports der optischen Vermittlung in den ersten und fünften Stufen vorgesehen an jedem Ausgangsport der optischen Vermittlungen in der zweiten Stufe, und an jedem Eingangsport der optischen Vermittlungen in der vierten Stufe. Die Anzahl an Erweiterungseinheiten (den ersten und fünften Stufen) bestehend aus einem optischen Verstärker, einer optischen Vermittlung und einem optischen Verstärker, einer Erweiterungseinheit (in der zweiten Stufe), die mit den Erweiterungseinheiten in der ersten Stufe verbunden sind, und sich aus einer optischen Vermittlung und einem optischen Verstärker zusammensetzen, und Erweiterungseinheiten (in den vierten Stufen), welche mit den Erweiterungseinheiten in der ersten Stufe verbunden sind und sich aus einem optischen Verstärker und einer optischen Vermittlung zusammensetzen, werden sequentiell erhöht. Beispielsweise muss eine Erweiterungseinheit in den zweiten und vierten Stufen jedes Mal hinzugefügt werden, wenn die Anzahl von hinzugefügten Eingabe-/Ausgabeports **64** in [Fig. 7](#) übersteigt. Jedoch muss eine Erweiterungseinheit in den ersten und fünften Stufen jedes Mal hinzugefügt werden, wenn die Anzahl von hinzugefügten Eingabe-/Ausgabeports **8** übersteigt.

[0070] Wie oben beschrieben, kann die Vermittlungskapazität der jeweiligen optischen Vermittlungen in geeigneter Weise durch einen Entwickler festgelegt werden und ist nicht auf die in der Konfiguration der [Fig. 7](#) gezeigten Implementierungen beschränkt.

[0071] [Fig. 8](#) zeigt in beispielhafter Weise die Konfiguration, bei der die Erweiterbarkeit auch zu den Vermittlungen in der dritten Stufe der konventionellen Fünfstufenkonfiguration gegeben ist.

[0072] Speziell ist jeder Ausgangsport jeder der Vermittlungen in der zweiten Stufe mit einer 1×8-Vermittlung verbunden, während jeder Eingangsport jeder der Vermittlungen der vierten Stufe mit einer 8×1-Vermittlung verbunden ist. Die 8 Ausgangsports der 1×8-Vermittlung sind jeweils mit einem der Eingangsports der 8×1-Vermittlung in 8 unterschiedlichen Erweiterungseinheiten verbunden. Zu dieser Zeit sind die Eingangsports der 8×1-Vermittlung jeweils mit den optischen Vermittlungen in den 8 unterschiedli-

chen Erweiterungseinheiten verbunden.

[0073] Wenn optische Verstärker nicht eingeschlossen sind, werden sequentiell eine aus einer optischen Vermittlung bestehende Erweiterungseinheit (in der ersten und fünften Stufe), eine Erweiterungseinheit (in der zweiten Stufe), die mit der Erweiterungseinheit in der ersten Stufe verbunden ist und aus einer optischen Vermittlung besteht, eine Erweiterungseinheit (in der vierten Stufe), die mit der Erweiterungseinheit in der fünften Stufe verbunden ist und aus einer optischen Vermittlung besteht, und einer Erweiterungseinheit (in der dritten Stufe), die mit der Erweiterungseinheit in den zweiten und vierten Stufen verbunden ist und aus optischen 1×8 -Vermittlungen besteht (deren Anzahl 256 ist) und optischen 8×1 -Vermittlungen (deren Anzahl 256 ist), zusammenaddiert.

[0074] Wenn optische Verstärker addiert werden, besteht in der ersten Stufe eine Erweiterungseinheit aus einer 8×16 -Vermittlung und dem auf den Eingangs-/Ausgangsseiten der Vermittlung angeordneten optischen Verstärkern. In ähnlicher Weise besteht in der fünften Stufe eine Erweiterungseinheit aus einer 16×8 -Vermittlung und den optischen Verstärkern, die an den Eingangs-/Ausgangsseiten der Vermittlung angeordnet sind. In der zweiten Stufe besteht eine Erweiterungseinheit aus 16 8×16 -Vermittlungen und den auf der Ausgangsseite jeder der 8×16 -Vermittlungen angeordneten optischen Verstärker. In ähnlicher Weise besteht in der vierten Stufe eine Erweiterungseinheit aus 16 16×8 -Vermittlungen und dem auf der Eingangsseite jeder der 16×8 -Vermittlungen angeordneten optischen Verstärker. In der dritten Stufe besteht eine Erweiterungseinheit aus 256 1×8 -Vermittlungen, deren Anzahl dieselbe ist wie die der Ausgangsports der 8×16 -Vermittlungen, die in der Erweiterungseinheit in der zweiten Stufe vorgesehen sind, und 256 8×1 -Vermittlungen, deren Anzahl dieselbe ist wie die der Eingangsports der 16×8 -Vermittlungen, die in der Erweiterungseinheit der vierten Stufe enthalten sind.

[0075] Beachte, dass optische Verstärker nicht immer in erforderlicher Weise wie in [Fig. 8](#) gezeigt, anzuordnen sind. Der optische Verstärker auf der Ausgangsseite der 8×16 -Vermittlungen in der Erweiterungseinheit in der zweiten Stufe kann in die Erweiterungseinheit in der dritten Stufe eingebettet sein durch sein Anordnen auf der Eingangsseite jedes der 1×8 -Vermittlungen in der dritten Stufe. In ähnlicher Weise kann der optische Verstärker auf der Eingangsseite jeder der 16×8 -Vermittlungen in der Erweiterungseinheit in der vierten Stufe in die Erweiterungseinheit in der dritten Stufe eingebettet sein durch sein Anordnen auf der Ausgangsseite jeder der 8×1 -Vermittlungen in der dritten Stufe. Zusätzlich, obwohl eine Anfangsinvestition geringfügig angehoben wird, können der optische Verstärker auf der Ausgangsseite der 8×16 -Vermittlung in der ersten Stufe

und der optische Verstärker auf der Eingangsseite der 16×8 -Vermittlung in der fünften Stufe jeweils in die Erweiterungseinheiten der zweiten bzw. vierten Stufen eingebettet sein.

[0076] [Fig. 9A](#) und [Fig. 9B](#) zeigen in beispielhafter Weise die Struktur einer optischen Raumvermittlung und einer optischen $k \times 2k$ -($2k \times k$)-Raumvermittlung.

[0077] In [Fig. 9A](#) zeigt "Kreuz" an, dass die Strecken der optischen Signale einander schneiden, während "Balken" angibt, dass die Strecken parallel verlaufen. Ob die Strecke eines optischen Signals an einem jeweiligen Schnittpunkt entweder "Kreuz" oder "Balken" wird, wird durch ein Steuersignal bestimmt, dass von einer in dieser Figur nicht dargestellten Steuerschaltung bereitgestellt wird.

[0078] Die in [Fig. 9A](#) gezeigte optische Raumvermittlung ist ein Beispiel der als eine fundamentale Einheit jeder der in [Fig. 4](#) bis [Fig. 8](#) gezeigten optischen Vermittlungen verfügbaren Struktur. Die in [Fig. 9A](#) gezeigte Struktur nimmt eine 4×4 -Vermittlung als ein Beispiel. Wie in dieser Figur gezeigt, bildet die optische Raumvermittlung optische Wellenleiter, die einander auf einem Substrat **62** schneiden und die Strecke eines optischen Signals kann geändert werden durch Anlegen einer Spannung etc. an einen Schnittpunkt (in dieser Figur eingekreist). Die Spannung etc., die an den Schnittpunkt an jedem Wellenleiter anzulegen ist, wird durch eine in [Fig. 9A](#) nicht dargestellte Treiberschaltung erzeugt. Jeder optische Wellenleiter, der auf dem Substrat **62** ausgebildet ist, hat einen optischen Signaleingang von einer Eingangsfaser **60**. Das optische Eingangssignal durchläuft jeden Wellenleiter, während seine Strecke bei jedem Schnittpunkt vermittelt wird, und wird übertragen zu einer gewünschten Ausgangsfaser **61** in Übereinstimmung mit der Steuerung der Treiberschaltung.

[0079] In [Fig. 9A](#) ist ein Beispiel der Struktur der 4×4 -Vermittlung dargestellt. Jedoch kann eine optische Raumvermittlung mit einer größeren Vermittlungskapazität verwendet werden.

[0080] Die Details der optischen Raumvermittlung, die in [Fig. 9A](#) gezeigt ist, werden beispielsweise durch die japanische Patentveröffentlichung (TOK-KOHEI) Nr. 6-66982 wiedergegeben.

[0081] [Fig. 9B](#) zeigt das Verfahren des Strukturierens einer $k \times 2k$ - oder $2k \times k$ -Vermittlung ("k" ist eine natürliche Zahl) durch Verwenden der in [Fig. 9A](#) gezeigten optischen Raumvermittlung.

[0082] Wie oben beschrieben muss, wenn ein optisches Signal XC konfiguriert wird, die Anzahl der Ausgangsports der optischen Vermittlung, die für das optische XC verwendet werden, doppelt so groß sein

wie die Zahl der Eingangsports, um ein Blockieren des optischen Eingangssignals zu vermeiden, das heißt, um eine Unfähigkeit der Ausgabe des optischen Eingangssignals trotz des Vorhandenseins eines Ausgangsports zu vermeiden. Wenn eine optische Vermittlung mit "2k"-Ausgangsports zu "k"-Eingangsports für ein optisches XC verwendet wird, kann demnach ein nichtblockierendes optisches XC konfiguriert werden.

[0083] Zum Strukturieren der $k \times 2k$ - oder $2k \times k$ -optischen Vermittlung durch das Verwenden der optischen $k \times k$ -Raumvermittlung, die in [Fig. 9A](#) gezeigt werden, können drei optische $k \times k$ -Raumvermittlungen und zwei optische 1×2 -Vermittlungen verwendet werden. Als die optischen 1×2 -Vermittlungen kann beispielsweise die optische Vermittlung verwendet werden, bei der der Abschnitt zum elektrischen Schalten der Strecke eines optischen Signals an einem Verzweigungspunkt eines Y-Verzweigungswellenleiters angeordnet ist, verwendet werden.

[0084] "k"-optische Eingangssignale werden in alle der $k \times k$ -Vermittlungen durch die für jeden Eingang angeordnete 1×2 -Vermittlung eingegeben. Diese Steuerung wird über eine Treiberschaltung ausgeführt, die nicht in den Zeichnungen dargestellt wird, in Übereinstimmung mit den von einer Steuerschaltung ausgegebenen Anweisungen, die nicht in den Zeichnungen dargestellt sind. Das durch die 1×2 -Vermittlung geschaltete optische Signal wird ferner durch die $k \times k$ -Vermittlung, zu der das optische Signal ausgegeben wird, vermittelt und dann ausgegeben zu irgendeinem der "2k"-Ausgänge.

[0085] Ein $2k \times k$ -Vermittlung kann leicht durch Umkehren und Verwenden der Eingangsgröße als Ausgangsgröße der [Fig. 9B](#) erhalten werden.

[0086] [Fig. 10](#) stellt beispielhaft die Struktur einer Wellenlängenauswahlheit dar, die optische Verstärker in dem in [Fig. 3A](#) gezeigten optischen XC-System fester Wellenlänge einschließt.

[0087] Die Wellenlängenauswahlheit, die in [Fig. 10](#) gezeigt wird, hat den Aufbau, bei dem sowohl die Anzahl der Eingangs- als auch der Ausgangsports 16 ist. Optische Signale mit Wellenlängen λ_1 bis λ_{32} werden multiplexiert und von den jeweiligen Eingangsports eingegeben. Auch werden die optischen Signale mit den Wellenlängen λ_1 bis λ_{32} multiplexiert und von den jeweiligen Ausgangsports ausgegeben. Das Wellenlängen-multiplexierte optische Signal, das von der Eingangsportseite eingegeben wird, wird aufgespalten durch einen optischen 1×16 -Koppler **70**. Der Grund, warum der optische Koppler **70** die 1×16 -Konfiguration hat, ist, dass die Anzahl der Ausgangsports 16 ist. Das optische Signal, das in den optischen 1×16 -Koppler einzugeben ist, wird durch einen optischen Verstärker verstärkt,

bevor es durch den optischen 1×16 -Koppler **70** aufgespalten wird. Diese Verstärkung wird durchgeführt, um die durch die Ausbreitung in einer Übertragungsleitung verursachte Dämpfung zu kompensieren. Das durch den optischen 1×16 -Koppler **70** aufgespaltene Signal wird wieder durch einen optischen Verstärker verstärkt und dann eingegeben in ein Mehrwellenlängenfilter. Die Verstärkung durch den optischen Verstärker wird zu dieser Zeit ausgeführt, um bezüglich der in 1×16 -optischen Kopplern verursachten Dämpfung zu kompensieren. Das Mehrwellenlängenfilter wählt das optische Signal mit einer gewünschten Wellenlänge (ein optisches Signal mit einer oder mehreren beliebigen Wellenlängen) von den eingangsoptischen Signalen, gibt das ausgewählte Signal aus und gibt es in einen optischen 16×1 -Koppler **72**. Die Rolle des optischen Verstärkers wird in diesem Moment für die Dämpfung, die in dem Mehrwellenlängenfilter verursacht wird, kompensiert.

[0088] Der Grund, warum der optische Koppler **72** eine 16×1 -Konfiguration hat, ist, dass die Anzahl der Eingangsports 16 ist. Der jeweilige optische Signaleingangswert zu dem optischen Koppler **72** wird so gekoppelt, dass das gekoppelte optische Signal als Wellenlängen-multiplexiertes optisches Signal mit einer Wellenlänge λ_1 bis λ_{32} ausgegeben wird.

[0089] Die obige Erläuterung dieser Figur wird unter Verwendung der optischen 1×16 - und 16×1 -Koppler bereitgestellt. Jedoch, wenn die Anzahl der Ausgangs- und Eingangsports jeweils "k" ist, kann ein optischer $1 \times k$ - oder $k \times 1$ -Koppler Es gibt eine Gesamtheit von vier Orten, an denen optische Verstärker angeordnet sind: Den Ort auf der Eingangsportseite (um die in einer Übertragungsleitung verursachte Dämpfung zu kompensieren), den Ort zwischen dem optischen 1×16 -Koppler **70** und dem Mehrwellenlängen-Filter (um die in dem optischen 1×16 -Koppler verursachte Dämpfung zu kompensieren), den Ort zwischen dem Mehrwellenlängen-Filter und dem optischen 16×1 -Koppler **72** (um bezüglich der in dem Mehrwellenlängenfilter verursachten Dämpfung zu kompensieren), und den Ort auf der Ausgangsportseite (um bezüglich der in dem optischen 16×1 -Koppler **72** verursachten Dämpfung zu kompensieren). Hier ist das Mehrwellenlängenfilter dazu gedacht, eine Vielzahl gewünschter Wellenlänge aus dem eingegebenen Wellenlängenmultiplexierten optischen Signal auszuwählen. Als ein Beispiel eines Mehrwellenlängenfilters kann ein akustooptisches Filter herangezogen werden. In dieser Konfiguration muss ein Mehrwellenlängenfilter mit einer Zunahme in der Anzahl der Ports hinzugefügt werden. Daher ist an jedem Eingangs-/Ausgangsport des Mehrwellenlängenfilters ein optischer Verstärker angeordnet und eine Erweiterungseinheit besteht aus einem optischen Verstärker, einem Mehrwellenlängenfilter und einem optischen Verstärker kann sequentiell hinzugefügt werden. Als die Erweiterungseinheit für das

Zunehmen der Anzahl der Ports werden zudem jeweils ein optischer Verstärker und ein optischer 1×16-Koppler, und ein optischer 16×1-Koppler und ein optischer Verstärker verwendet, hierdurch die Anzahl der Ports erhöhend.

[0090] [Fig. 11](#) zeigt beispielhaft den Aufbau, wobei ein optischer Verstärker, ein Mehrwellenlängenfilter und ein optischer Verstärker, die in der in [Fig. 10](#) gezeigten Struktur eingeschlossen sind, mit einer Integrationstechnik hergestellt werden. In der in dieser Figur gezeigten Struktur und in aus einem optischen Verstärker und einem optischen 1×16-Koppler, und einem optischen 16×1-Koppler und einem optischen Verstärker bestehende Erweiterungseinheiten sequentiell hinzugefügt werden zum Erhöhen der Anzahl der Ports, und gleichzeitig wird eine Vielzahl von Mehrwellenlängenfiltern und werden die optischen Verstärker vor und nach den Filtern als Erweiterungseinheit verwendet.

[0091] In [Fig. 10](#) wird die Erweiterungseinheit auf der Basis eines Mehrwellenlängenfilters festgelegt. Jedoch kann die in [Fig. 11](#) gezeigte Erweiterungseinheit auch festgelegt werden, wenn eine Vielzahl von Mehrwellenlängenfiltern in einem optischen Modul unter Verwendung eines Integrationsverfahrens integriert sind.

[0092] Da die 16×1- und 16×1-Konfigurationen als ein optischer Koppler in [Fig. 10](#) und [Fig. 11](#) verwendet werden, ist die maximale Anzahl von Eingangs-/Ausgangsports 16. Wenn jedoch der optische Koppler strukturiert ist als 1×k oder k×1 ("k" ist eine natürliche Zahl), wie oben beschrieben, kann die Anzahl von Eingangs-/Ausgangsports um bis zu "k" erhöht werden.

[0093] Die Anordnung optischer Verstärker ist dieselbe wie die, die bei der beispielhaften Darstellung der [Fig. 10](#) herangezogen wurden. Der optische Verstärker in der vorangehenden Stufe des optischen 1×16-Kopplers ist dazu gedacht, die Dämpfung zu kompensieren, die ein optisches Signal in einer Übertragungsleitung erfährt. Der optische Verstärker in der vorangehenden Stufe des Mehrwellenlängenfilters ist dazu gedacht, bezüglich der Dämpfung zu kompensieren, die in dem optischen 1×16-Koppler verursacht wird, während der optische Verstärker in der folgenden Stufe des Mehrwellenlängenfilters dazu gedacht ist, bezüglich der in dem Mehrwellenlängenfilter verursachten Dämpfung zu kompensieren.

[0094] [Fig. 12](#) zeigt beispielhaft die Konfiguration, bei der optische Verstärker hinzugefügt werden zum Bereitstellen von Erweiterbarkeit der Konfiguration der in [Fig. 3B](#) gezeigten Mehrwellenauswahleinheit.

[0095] Diese Figur zeigt beispielhaft die Struktur,

wobei die Erweiterbarkeit gegeben wird zu der Struktur der in [Fig. 3B](#) gezeigten Mehrwellenauswahleinheit durch Hinzufügen optischer Verstärker.

[0096] Diese Figur zeigt die Struktur der Wellenlängenauswahleinheit, die in dem optischen XC vom Wellenlängenwandlungstyp angewendet wird. Das heißt, 512 Ausgangsports sind angeordnet, um optische Signale mit jeweiligen Wellenlängen, die in einem optischen Wellenlängenmultiplexierten Eingangssignal enthalten sind von jeweiligen Ausgangsports auszugeben. Der optische Koppler **90**, der auf der Eingangsseite eingerichtet ist, hat eine 1×512-Konfiguration in Entsprechung zu der Anzahl der Ausgangsports. Das heißt, das optische Wellenlängenmultiplexierte Signal, bei der optische Signale mit Wellenlängen λ_1 bis λ_{32} multiplexiert sind, wird als eine Eingangsgröße verwendet und wird aufgespalten in 512 identische Wellenlängenmultiplexierte optische Signale. Der Grund, warum der optische Koppler **90** 512 Ausgänge hat, ist, dass die Anzahl der Ausgangsports der Wellenlängenauswahleinheit, die in [Fig. 12](#) gezeigt ist, 512 ist. Jedes der aufgespaltenen Signale wird durch einen optischen Verstärker verstärkt und wird in ein Wellenlängenfilter eingegeben. Das Wellenlängenfilter wählt das optische Signal mit einer gewünschten Wellenlänge aus eingegebenen optischen, Wellenlängenmultiplexierten Signal aus und gibt das ausgewählte Signal aus. Die optische Signalausgangsgröße von dem Wellenlängenfilter wird durch einen optischen Verstärker verstärkt in einen optischen 16×1-Koppler eingegeben, koppelt und von den Ausgangsports gesendet. Der Grund, warum die Anzahl der Eingangsports des optischen Kopplers **91** 16 ist, ist, dass die Anzahl der Eingangsports der in [Fig. 12](#) bis 16 gezeigten Wellenlängenauswahleinheit 16 ist.

[0097] Es gibt eine Gesamtheit von vier Orten, an denen optische Verstärker angeordnet sind: Der Ort auf der Eingangsportseite (um bezüglich der in der Übertragungsleitung verursachten Dämpfung zu kompensieren), der Ort zwischen dem optischen 1×512-Koppler **90** und dem Wellenlängenfilter (um bezüglich der in dem optischen 1×512-Koppler **90** verursachten Dämpfung zu kompensieren), der Ort zwischen dem Wellenlängenfilter und dem optischen 16×1-Koppler **91** (um bezüglich der in dem Wellenlängenfilter verursachten Dämpfung zu kompensieren), und der Ort auf der Ausgangsportseite (um bezüglich der in dem optischen 16×1-Koppler **91** verursachten Dämpfung zu kompensieren). Der optische Verstärker zum Kompensieren von Dämpfung ist auch in dem optischen 1×512-Koppler **90** erforderlichenfalls angeordnet. Als Beispiel werden normalerweise für einen näherungsweise 1×512-Koppler 1×8-optische Koppler in drei Stufen angeordnet und werden verbunden, wie unten auf [Fig. 12](#) gezeigt. In einem solchen Fall werden optische Verstärker auch zwischen den ersten und zweiten Stufen und zwi-

schen den zweiten und dritten Stufen angeordnet. In diesem Beispiel ist nämlich die Gesamtzahl der Orte, an denen optische Verstärker angeordnet sind, 6. Hier ist das Wellenlängenfilter ein Filter zum Auswählen einer gewünschten Wellenlänge aus einem eingegebenen optischen, Wellenlängen-multiplexierten Signal. Beispiele schließen ein akusto-optisches Filter ein oder ein Fabry-Pérot-Faser-Filter etc. In diesem Aufbau muss ein Wellenlängenfilter hinzugefügt werden, wenn die Anzahl der Ports oder die Anzahl der Wellenlängen zunimmt. Daher ist ein optischer Verstärker an jedem Eingabe-/Ausgabeport des Wellenlängenfilters in ähnlicher Weise wie bei dem Typ der festen Wellenlänge der [Fig. 10](#) angeordnet, und ein optischer Verstärker wird sequentiell als Erweiterungseinheit hinzugefügt. Für den Eingabe-/Ausgabeport werden ein optischer Verstärker und ein optischer 1×512-Koppler, und ein optischer 16×1-Koppler und ein optischer Verstärker jeweils als Erweiterungseinheiten angeordnet.

[0098] [Fig. 13](#) und [Fig. 14](#) zeigen beispielhaft die Modifikationen der Erweiterungseinheit der [Fig. 12](#).

[0099] In [Fig. 12](#) ist die Erweiterungseinheit festgelegt auf der Grundlage des Wellenlängenfilters. Jedoch können die in [Fig. 13](#) und [Fig. 14](#) gezeigten Erweiterungseinheiten durch Integrieren einer Vielzahl von Wellenlängenfiltern in ein optisches Modul festgelegt werden mit einem Integrationsverfahren.

[0100] In [Fig. 13](#) werden jeweils sowohl ein Paar optischer Verstärker und ein optischer 1×512-Koppler, als auch ein Paar eines optischen 16×1-Kopplers und eines optischen Verstärkers jeweils als Erweiterungseinheiten in einer ähnlichen Weise wie in [Fig. 12](#) verwendet. Gleichzeitig werden 16 Kombinationen eines optischen Verstärkers, ein Wellenlängenfilter und ein optischer Verstärker, der an einen optischen 16×1-Koppler angeschlossen ist, als eine Erweiterungseinheit verwendet. Wie oben beschrieben, kann eine Mehrwellenlängenfilter etc. einschließende Einheit durch Verwenden der Technik zum Integrieren optischer Elemente als eine Erweiterungseinheit verwendet werden. Daher können das Betreiben solch einer Verdrahtung zwischen optischen Elementen, das Bestimmen einer Anordnung zum Zeitpunkt der Erweiterung etc. vereinfacht werden.

[0101] Beispielsweise müssen in [Fig. 13](#) 32 Ausgangsports hinzugefügt werden, wenn versucht wird, die Anzahl der Eingangsports von 15 auf 16 zu erhöhen (dies entspricht der Anzahl von multiplexierten Wellenlängen 32). In diesem Fall müssen 32 Erweiterungseinheiten des optischen 16×1-Kopplers auf der Ausgangsseite erhöht werden. Inzwischen müssen in der in [Fig. 12](#) gezeigten Konfiguration 16×32=512 Erweiterungseinheiten des Wellenlängenfilters hinzugefügt werden. Jedoch, da 16 Wellenlängenfilter momentan als eine Erweiterungseinheit in der in

[Fig. 13](#) gezeigten Konfiguration angeordnet sind, wird die Anzahl der erneut erforderlichen Erweiterungseinheiten 32 sein. Wie oben beschrieben, kann die Anzahl der Erweiterungseinheiten, die zum Zeitpunkt des Erweiterns vorbereitet werden müssen, signifikant reduziert werden durch Verwenden einer Vielzahl von Wellenlängenfiltern als eine Erweiterungseinheit. Dies trägt in hohem Maße zur Verbesserung der Betriebseffizienz und Zuverlässigkeit bei.

[0102] Als die Struktur des optischen 1×512-Kopplers werden optische 1×8-Koppler in drei Stufen angeordnet und werden in ähnlicher Weise wie in [Fig. 12](#) verbunden, und optische Verstärker sind zwischen den Stufen angeordnet.

[0103] [Fig. 14](#) ist ein schematisches Diagramm zum Zeigen der Struktur, bei der eine Erweiterungseinheit durch ferneres Integrieren von Wellenlängenfiltern konfiguriert wird.

[0104] Zwei optische Verstärker und ein optischer 1×512-Koppler werden als Erweiterungseinheit auf der Eingangsseite angepasst, während zwei von einem optischen 16×1-Koppler und einem optischen Verstärker angepasst werden als Erweiterungseinheit auf der Ausgangsseite. Zudem sind optische 1×8-Koppler in drei Stufen als ein optischer 1×512-Koppler vorgesehen und optische Verstärker sind zwischen den Kopplern angeordnet.

[0105] Als die Erweiterungseinheit des Wellenlängenfilters werden 16×32=512-Wellenlängenfilter integriert und optische Verstärker werden auf den Eingangs- und Ausgangsseiten der jeweiligen Wellenlängenfilter vorgesehen. Die Erweiterungseinheit ist durch Integrieren einer Anzahl von Wellenlängenfiltern wie oben beschrieben konfiguriert, so dass die Anzahl von Erweiterungseinheiten der Wellenlängenfilter, die erforderlich ist zum Anheben einer Anzahl von Eingabe-/Ausgabeports, reduziert werden kann. Als ein Ergebnis kann die Betriebseffizienz zuverlässig verbessert werden. Speziell, wenn die Anzahl von Eingabeports in [Fig. 14](#) von 15 nach 16 zu erhöhen versucht wird, werden 32 Ausgangsports mehr hinzugefügt. Jedoch für die Erweiterungseinheit des Wellenlängenfilters in [Fig. 14](#) schließt eine Erweiterungseinheit 32 Ausgangsports ein. Als ein Ergebnis ist die Anzahl der Erweiterungseinheiten für das Wellenlängenfilter, die erforderlich ist für die Erweiterung, nur Eins.

[0106] Die obige Erläuterung wird bereitgestellt unter Verwendung spezieller numerischer Werte als die Zahlen der Eingabe-/Ausgabeports der optischen Vermittlungseinheit und der Wellenlängenauswahlseinheit und die Konfigurationen der optischen Vermittlung und des optischen Kopplers. Jedoch kann die vorliegende Erfindung angewendet werden, ohne auf diese speziellen Werte beschränkt zu sein. Diese

Werte müssen in geeigneter Weise festgelegt werden durch einen Fachmann, der die vorliegende Erfindung verwendet.

[0107] Wie oben beschrieben, ist in einem optischen Dreistufen-Vermittlungsschaltnetz ein optischer Verstärker an jedem der Eingabe-/Ausgabeports angeordnet, bei jedem der Eingabe-/Ausgabeports jeder optischen Vermittlung in den ersten und dritten Stufen, wobei ein optischer Verstärker, eine optische Vermittlung und ein optischer Verstärker sequentiell als Erweiterungseinheit angeordnet sind; oder eine $1 \times k$ -Vermittlung und eine $k \times 1$ -Vermittlung ("k" ist eine natürliche Zahl) werden jeweils bei jedem der Ausgangsports jeder der Vermittlungen in der ersten Stufe und jedem Eingangsport in jeder Vermittlung in der dritten Stufe, und eine Vielzahl von $1 \times k$ -Vermittlung und eine Vielzahl von $k \times 1$ -Vermittlungen, die mit einer jeweiligen Erweiterungseinheit in der ersten und dritten Stufe verbunden sind, werden als Erweiterungseinheit verwendet, so dass eine Konfiguration mit Erweiterbarkeit implementiert werden kann. Es trägt in hohem Maße zu der Verbesserung der Leistungsfähigkeit des optischen Sendesystems unter Verwendung dieser Konfiguration bei.

[0108] Zusätzlich ist in einem optischen Fünfstufen-Vermittlungsschaltungsnetz ein optischer Verstärker an jedem Eingabe-/Ausgabeport jeder optischen Vermittlung in den ersten und fünften Stufen angeordnet und bei jedem Ausgangsport jeder optischen Vermittlung in der zweiten Stufe und jedem Eingangsport jeder optischen Vermittlung in der vierten Stufe; eine Erweiterungseinheit (in den ersten und fünften Stufen), die sich aus einem optischen Verstärker, einer optischen Vermittlung und einem optischen Verstärker zusammensetzt, eine Erweiterungseinheit (in der zweiten Stufe), die mit der Erweiterungseinheit in der ersten Stufe verbunden wird und mit einer optischen Vermittlung mit einem optischen Verstärker besteht, und einer Erweiterungseinheit (in der vierten Stufe), die mit der Erweiterungseinheit in der fünften Stufe verbunden ist und aus dem optischen Verstärker und einer optischen Vermittlung besteht, werden sequentiell hinzugefügt; oder eine $1 \times k$ -Vermittlung und eine $k \times 1$ -Vermittlung sind jeweils an jedem Ausgangsport jeder Vermittlung in der zweiten Stufe angeordnet und an jedem Eingangsport jeder Vermittlung in der vierten Stufe, und eine Vielzahl von $1 \times k$ -Vermittlungen und eine Vielzahl von $k \times 1$ -Vermittlungen, die an jeder Erweiterungseinheit in den zweiten und vierten Stufen angeschlossen sind, werden sequentiell hinzugefügt als eine Erweiterungseinheit in der dritten Stufe, so dass eine Konfiguration mit Erweiterbarkeit implementiert werden kann. Es trägt in hohem Maße zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit des optischen Sendesystems bei, dass diese Konfiguration verwendet.

[0109] Zudem werden in der Wellenlängenauswahl

leinheit unter Verwendung eines Wellenlängenfilters oder eines Mehrfachwellenlängenfilters ein optischer Verstärker und ein optischer Koppler, ein optischer Koppler und ein optischer Verstärker, oder einer oder mehrere optische Verstärker, ein Mehrfachwellenlängenfilter (oder ein Wellenlängenfilter) und ein optischer Verstärker sequentiell hinzugefügt als eine Erweiterungseinheit, hierdurch eine Konfiguration mit Erweiterbarkeit implementierend. Es trägt in hohem Maße zu der Verbesserung der Leistungsfähigkeit des optischen Sendesystems unter Verwendung dieser Konfiguration bei.

Patentansprüche

1. Eine optische Verstärkungsschaltung zum Erweitern einer Vermittlungskapazität, die eine Mehrzahl von optischen Eingangs- und Ausgangs-Übertragungsleitungen aufnimmt, und eine Schaltung enthält zum Verarbeiten von jedem optischen Signal mit jeweils einer Wellenlänge eines eingangswellenlängen-gemultiplexten optischen Signals, umfassend: ein Wellenlängenfilter zum Auswählen eines optischen Signals mit mindestens einer Wellenlänge von einem wellenlängen-gemultiplexten optischen Signal, und Ausgeben des ausgewählten Signals; und einen optischen Verstärker, der angeordnet ist an dem Ausgangsport des Wellenlängenfilters, gekennzeichnet durch einen anderen optischen Verstärker, der angeordnet ist an dem Eingangsport des Wellenlängenfilters, wobei die optischen Verstärker an dem Eingangsport und an dem Ausgangsport mit dem Wellenlängenfilter gekoppelt sind, so dass eine Erweiterungseinheit gebildet wird durch Integrieren des Wellenlängenfilters und der optischen Verstärker und die Erweiterungseinheit verbindbar ist mit einem Ausgang eines $1 \times k$ optischen Kopplers, der Vermittlungsschaltung auf einer optischen Eingangsübertragungsleitungsseite und mit einem Eingang eines $k \times 1$ optischen Kopplers der Vermittlungsschaltung auf einer optischen Ausgangsübertragungsleitungsseite, wobei k und k' ganze Zahlen sind.

2. Die optische Vermittlungsschaltung nach Anspruch 1, wobei die Erweiterungseinheit ausgebildet ist, so dass sie eine Mehrzahl von Wellenlängenfiltern und eine Mehrzahl von optischen Verstärkern enthält.

3. Die optische Vermittlungsschaltung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Schaltung der optischen Vermittlungsschaltung Ausgangsports aufnimmt, wobei die Anzahl von diesen erhalten wird durch Multiplizieren der Anzahl der gemultiplexten Wellenlängen mit der Anzahl der optischen Ausgangsübertragungsleitungen.

4. Die optische Vermittlungsschaltung nach Anspruch 1 bis 3, wobei

der $1 \times k'$ optische Koppler angeordnet ist an der Eingangsübertragungsleitungsseite; und ein weiterer optischer Verstärker angeordnet ist auf einer Eingangsseite des optischen Kopplers, und wobei der optische $1 \times k'$ Koppler und der weitere optische Verstärker eine andere verbindbare Erweiterungseinheit bilden.

5. Die optische Vermittlungsschaltung nach Anspruch 1 bis 3, wobei der $k \times 1$ optische Koppler angeordnet ist auf der optischen Ausgangsübertragungsleitungsseite; und ein weiterer optischer Verstärker angeordnet ist auf einer Ausgangsseite des optischen Kopplers, und wobei der optische $k \times 1$ Koppler und der weitere optische Verstärker eine andere verbindbare Erweiterungseinheit bilden.

Es folgen 14 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

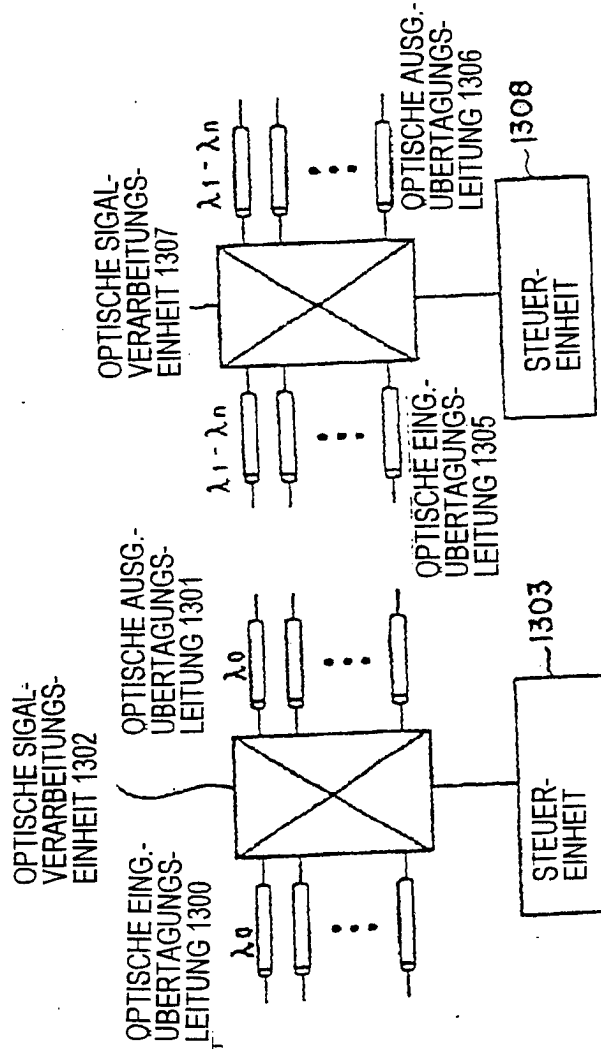


FIG. 1B

STAND DER TECHNIK

FIG. 1A

STAND DER TECHNIK

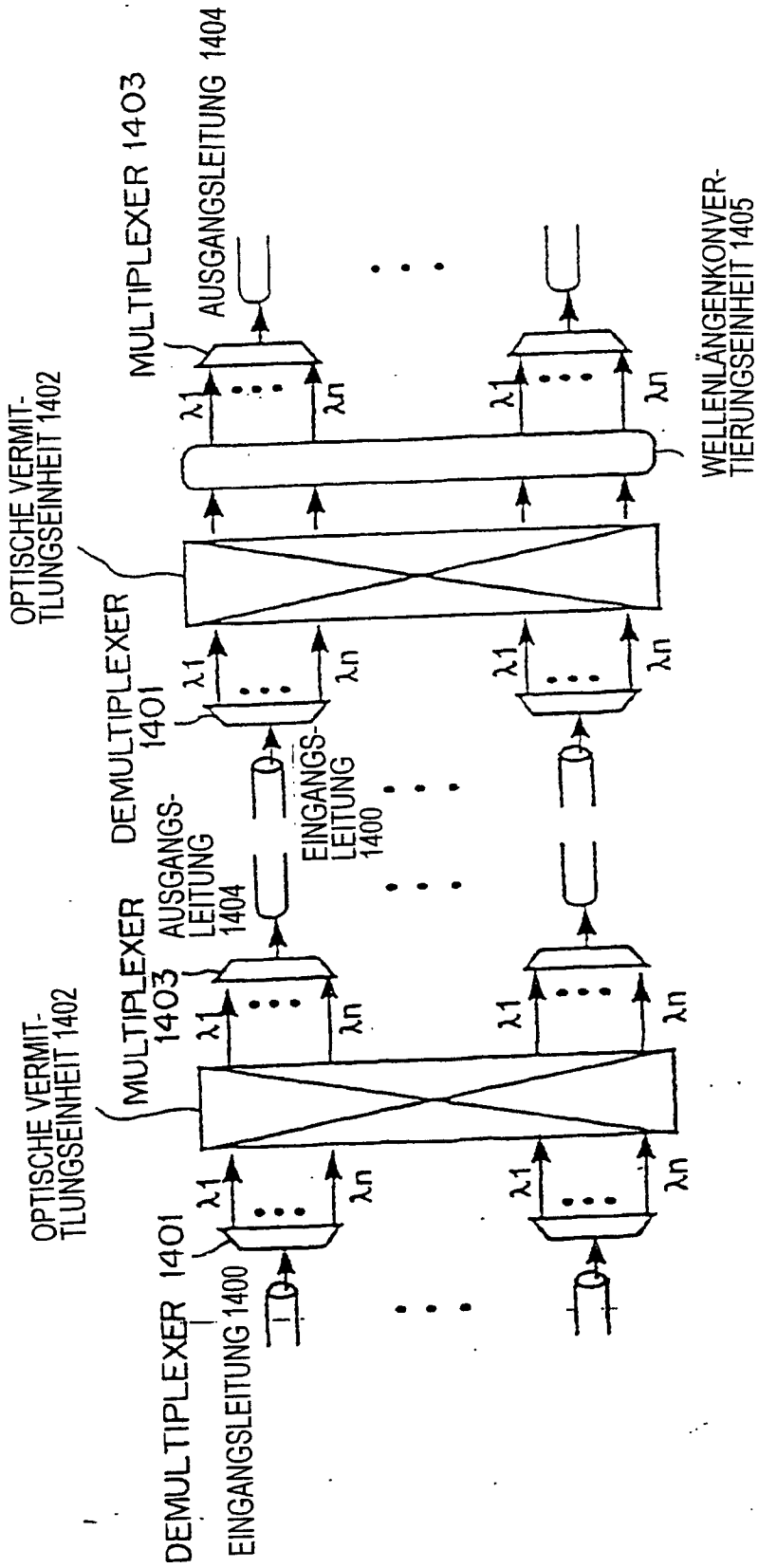


FIG. 2A STAND DER TECHNIK FIG. 2B STAND DER TECHNIK

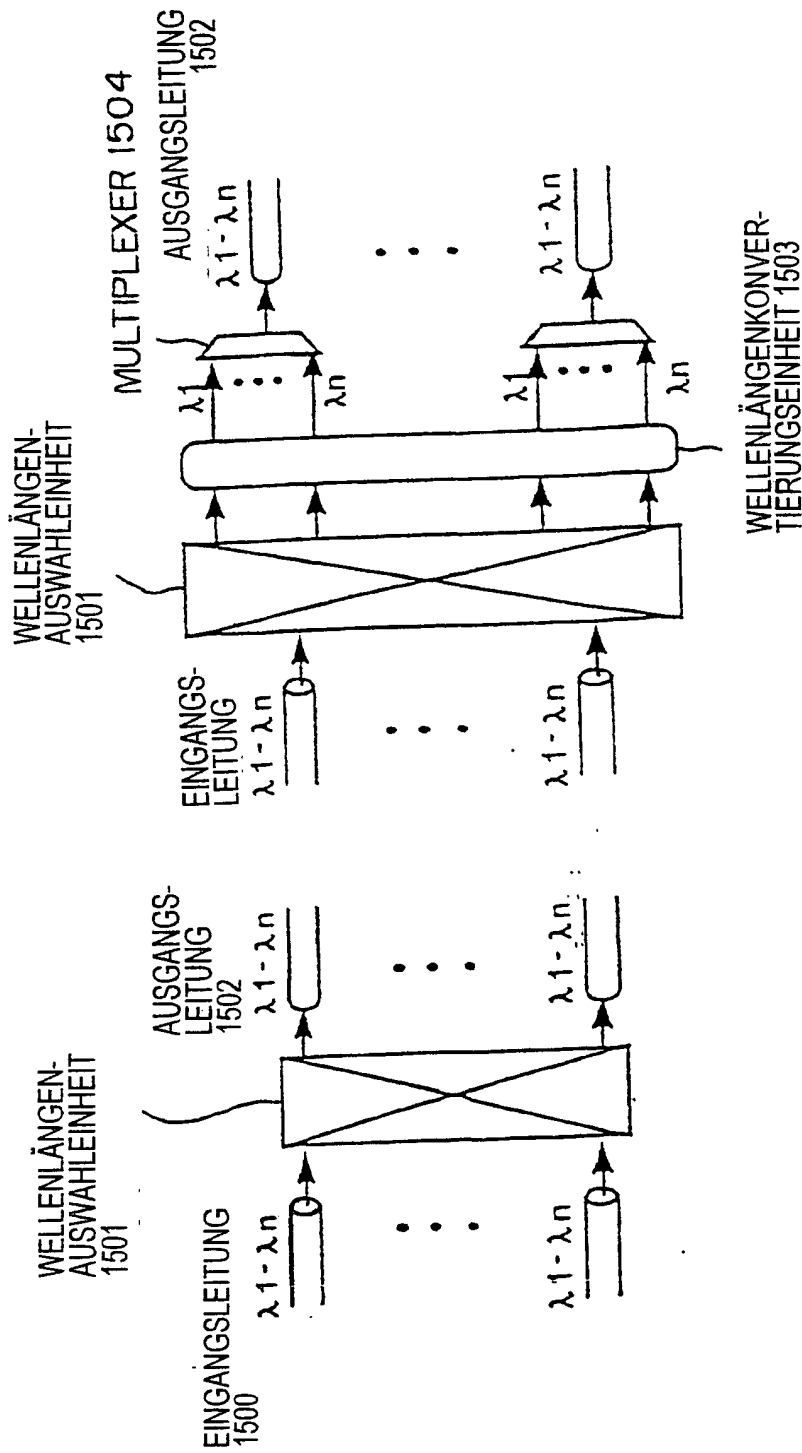


FIG. 3A STAND DER TECHNIK FIG. 3B STAND DER TECHNIK

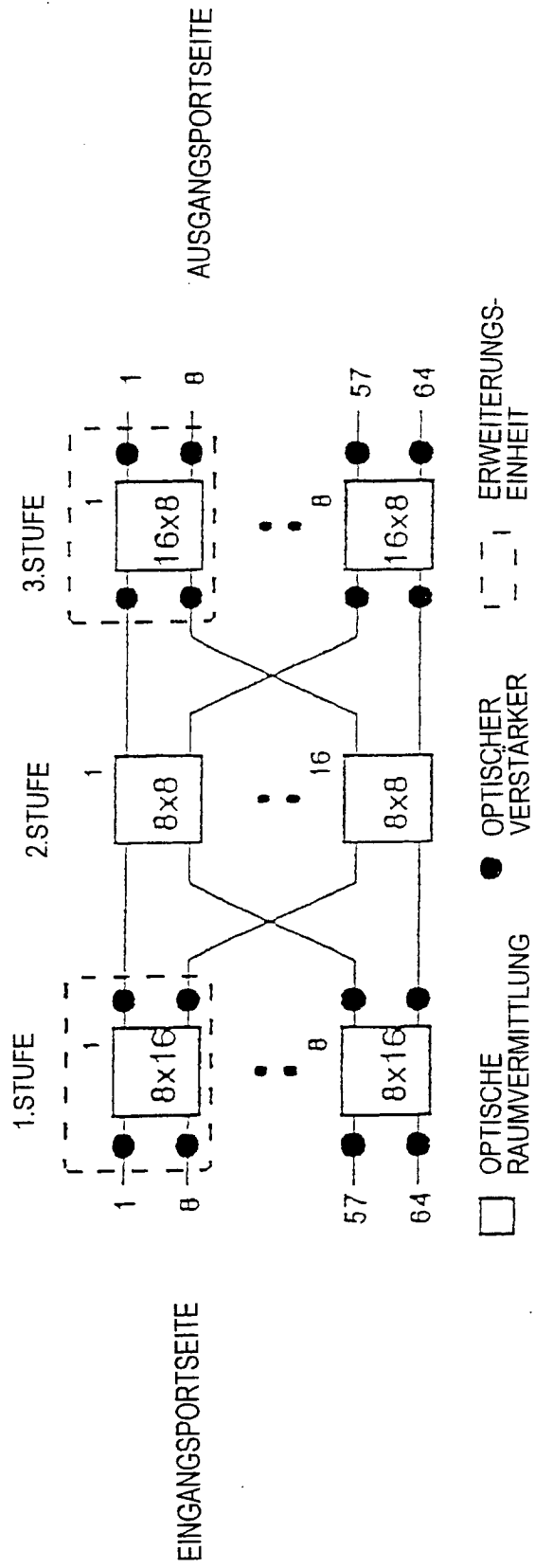


FIG. 4

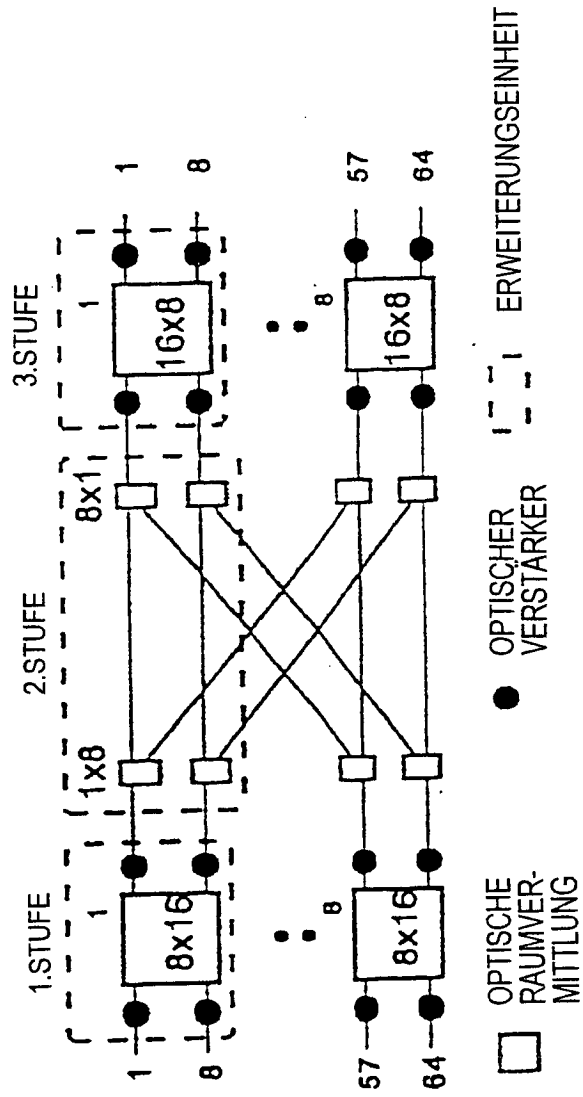
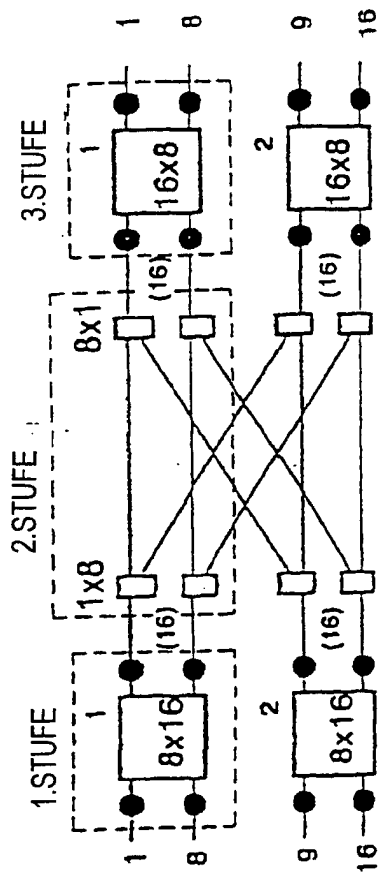


FIG. 5



- VERMITTLUNGSKONFIGURATION KANN ERWEITERT WERDEN AUF BIS ZU 64x64
- 6 AUSGÄNGE UNTER DEN AUSGÄNGEN DER 1x8-VERMITTLUNG SIND UNGENUTZT
- 6 EINGÄNGE UNTER DEN EINGÄNGEN DER 8x1-VERMITTLUNG SIND UNGENUTZT
- EINE DER OPTISCHEN 1x 8- UND 8x1-VERMITTLUNGEN KANN OPTISCHER KOPPLER SEIN

- OPTISCHE RAUM-VERMITTLUNG
- OPTISCHER VERSTÄRKER
- ⌈ ⌋ ERWEITERUNGSEINHEIT

FIG. 6

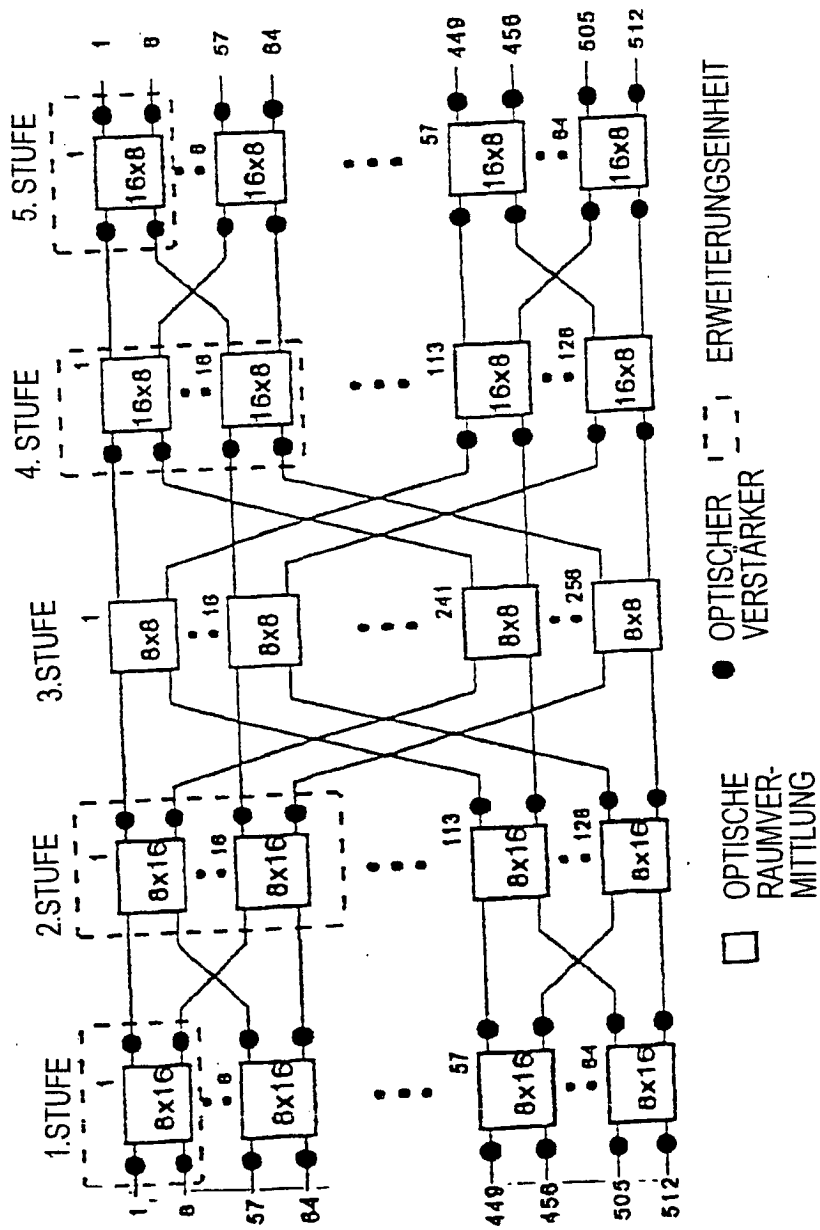


FIG. 7

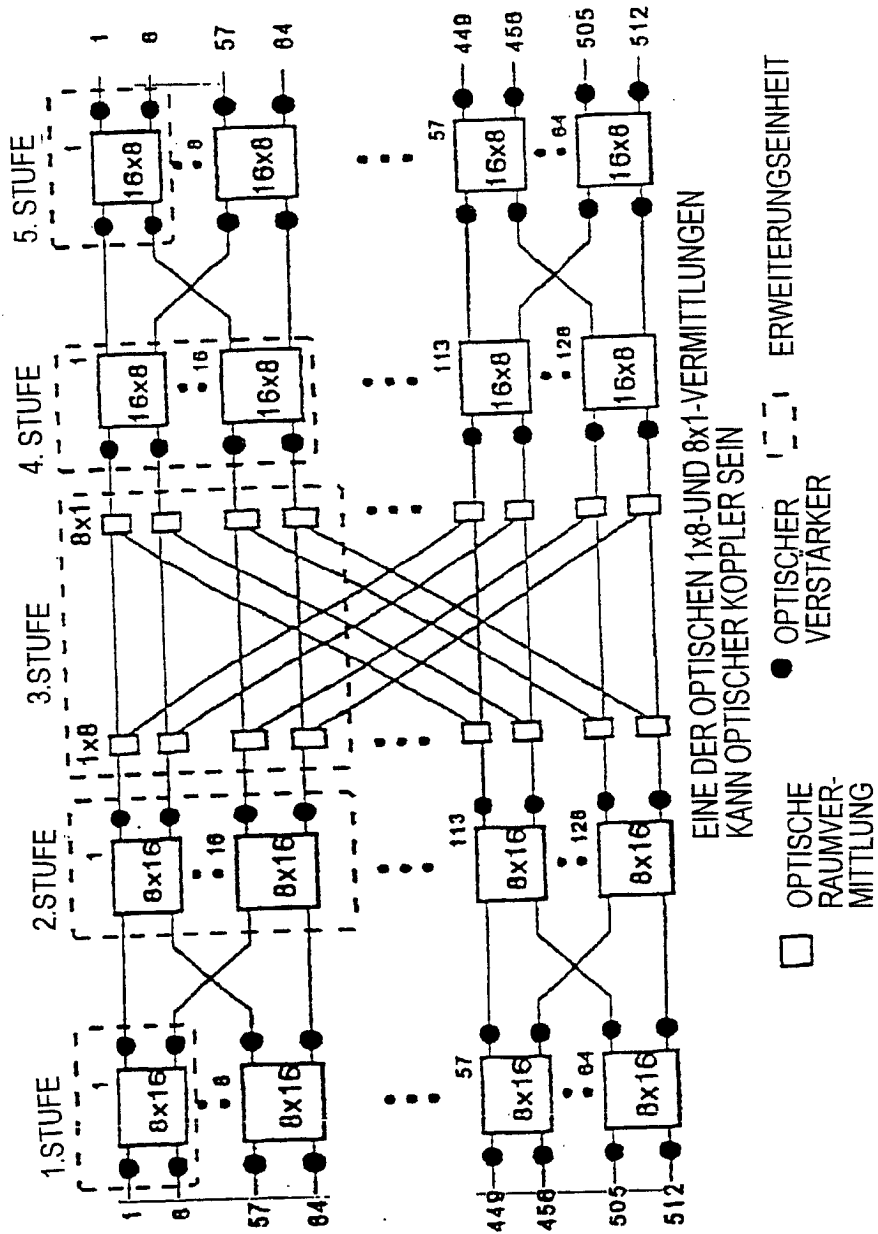


FIG. 8

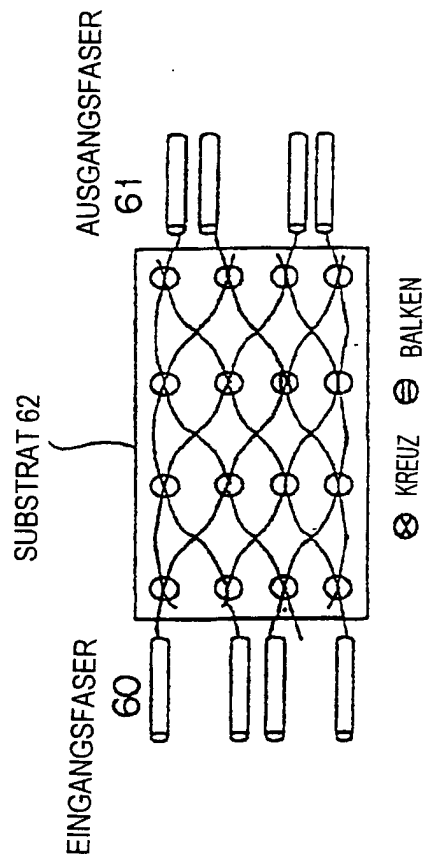


FIG. 9A

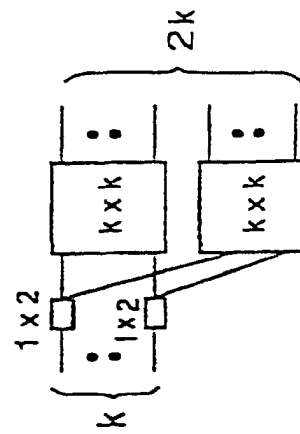


FIG. 9B

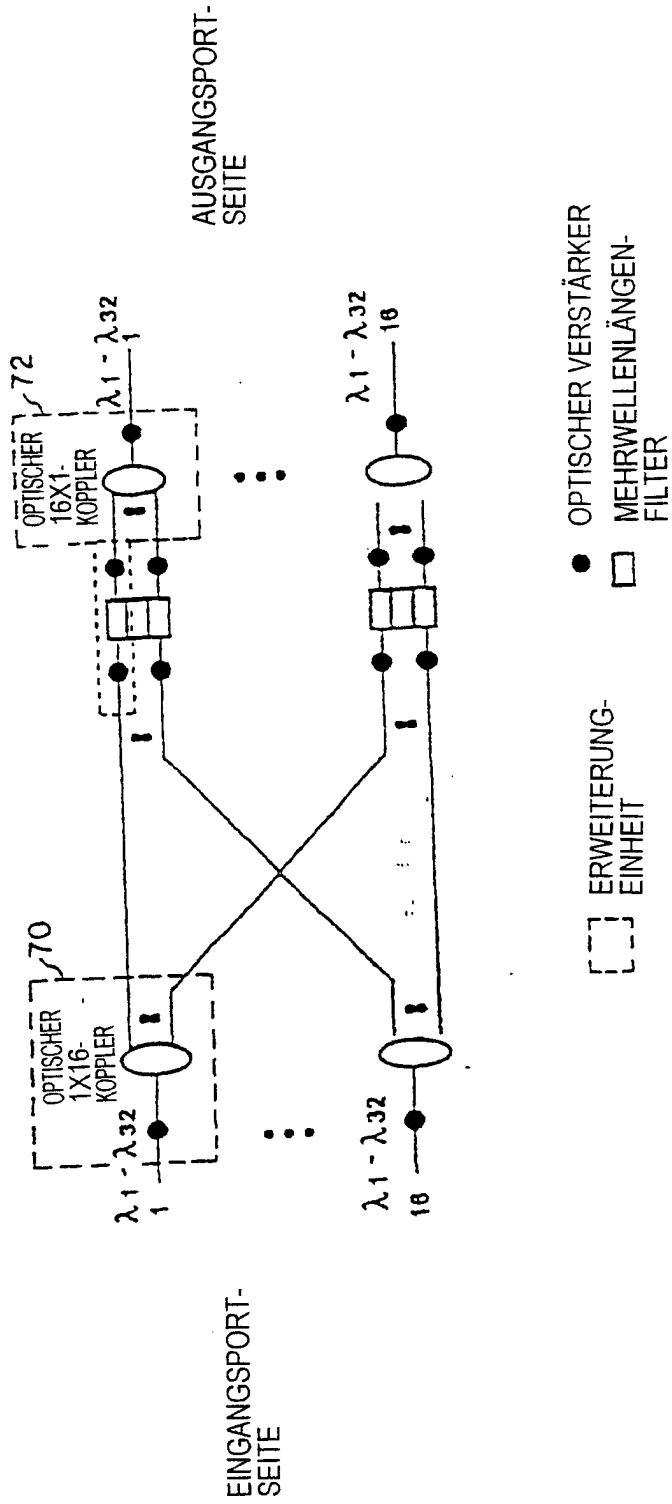


FIG. 10

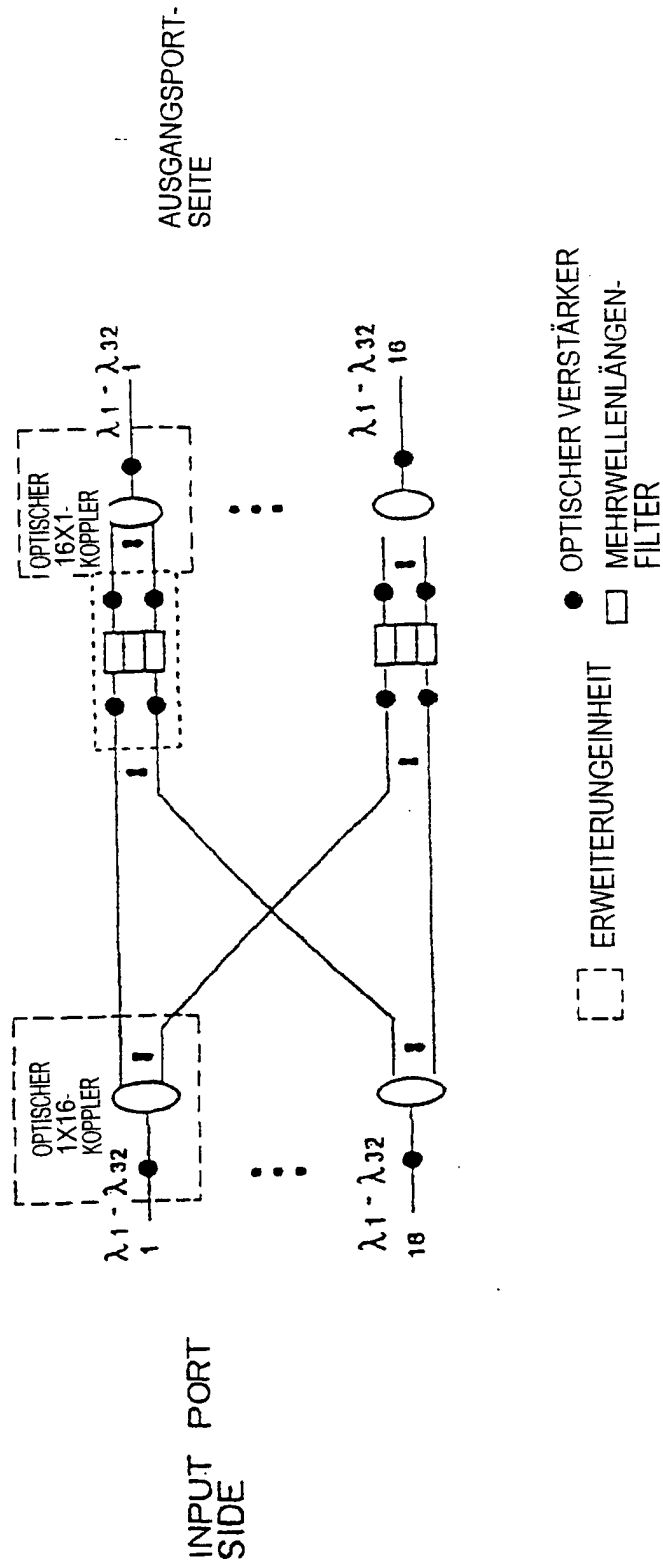


FIG. 11

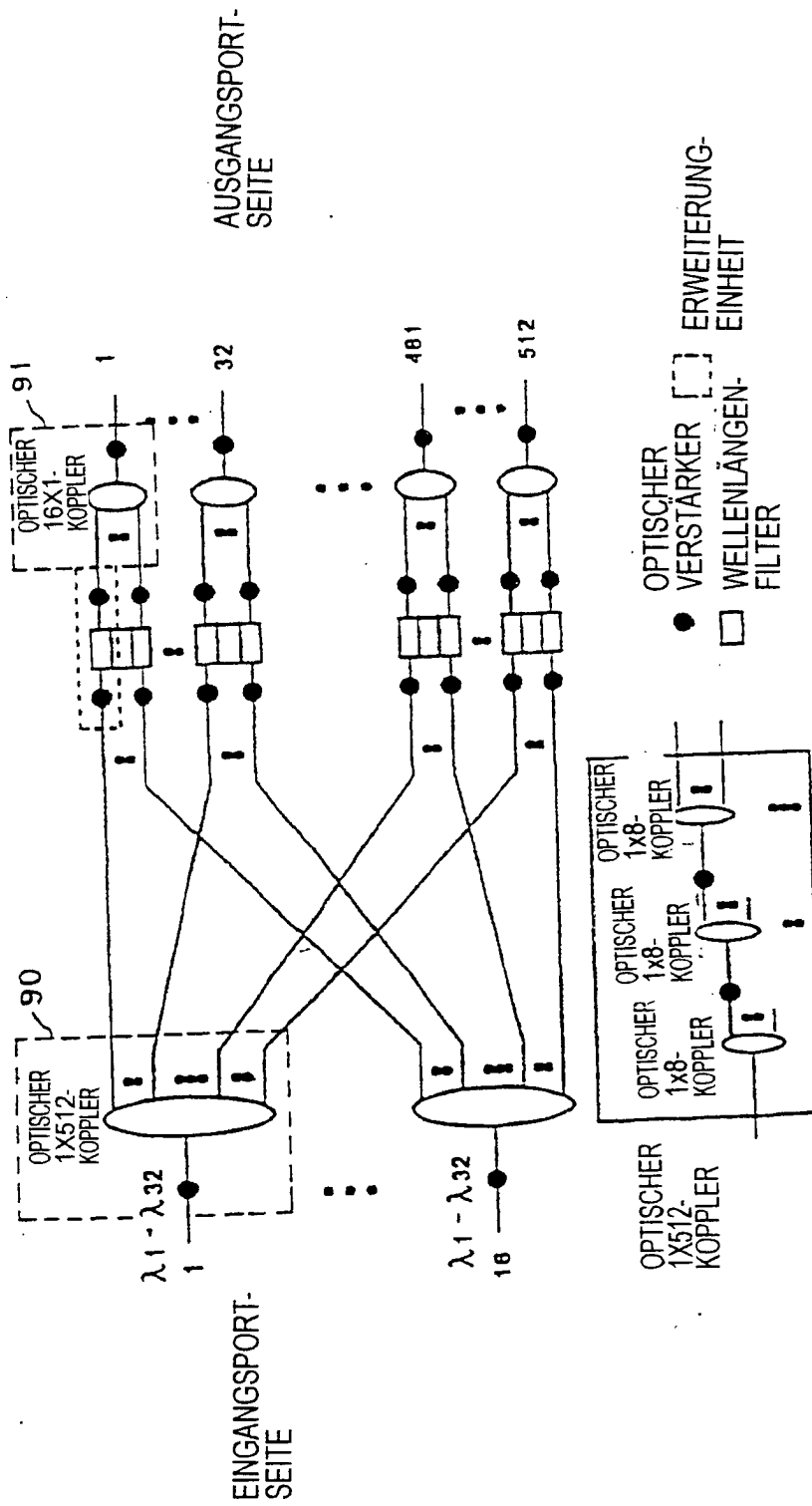


FIG. 12

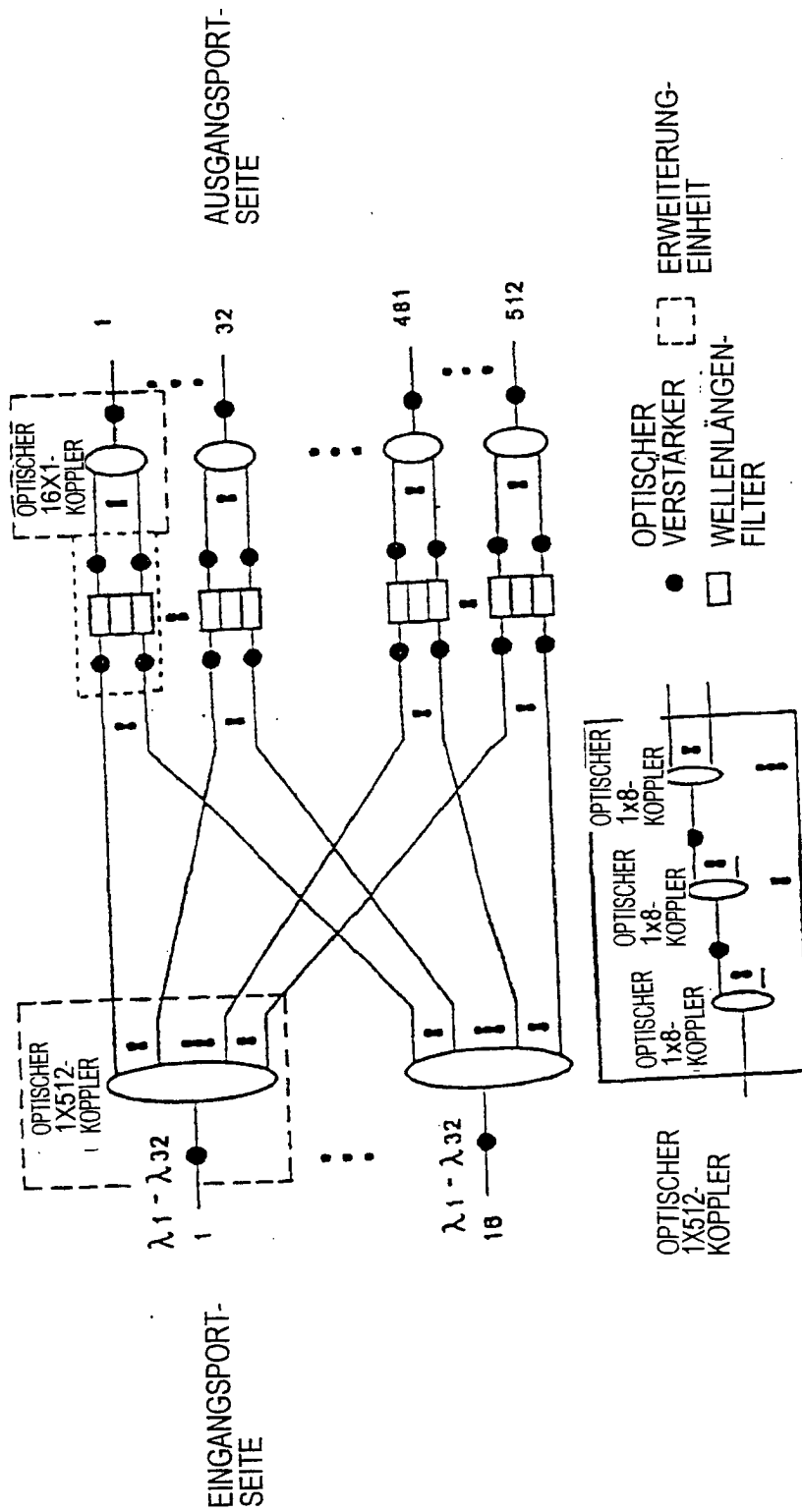


FIG. 13

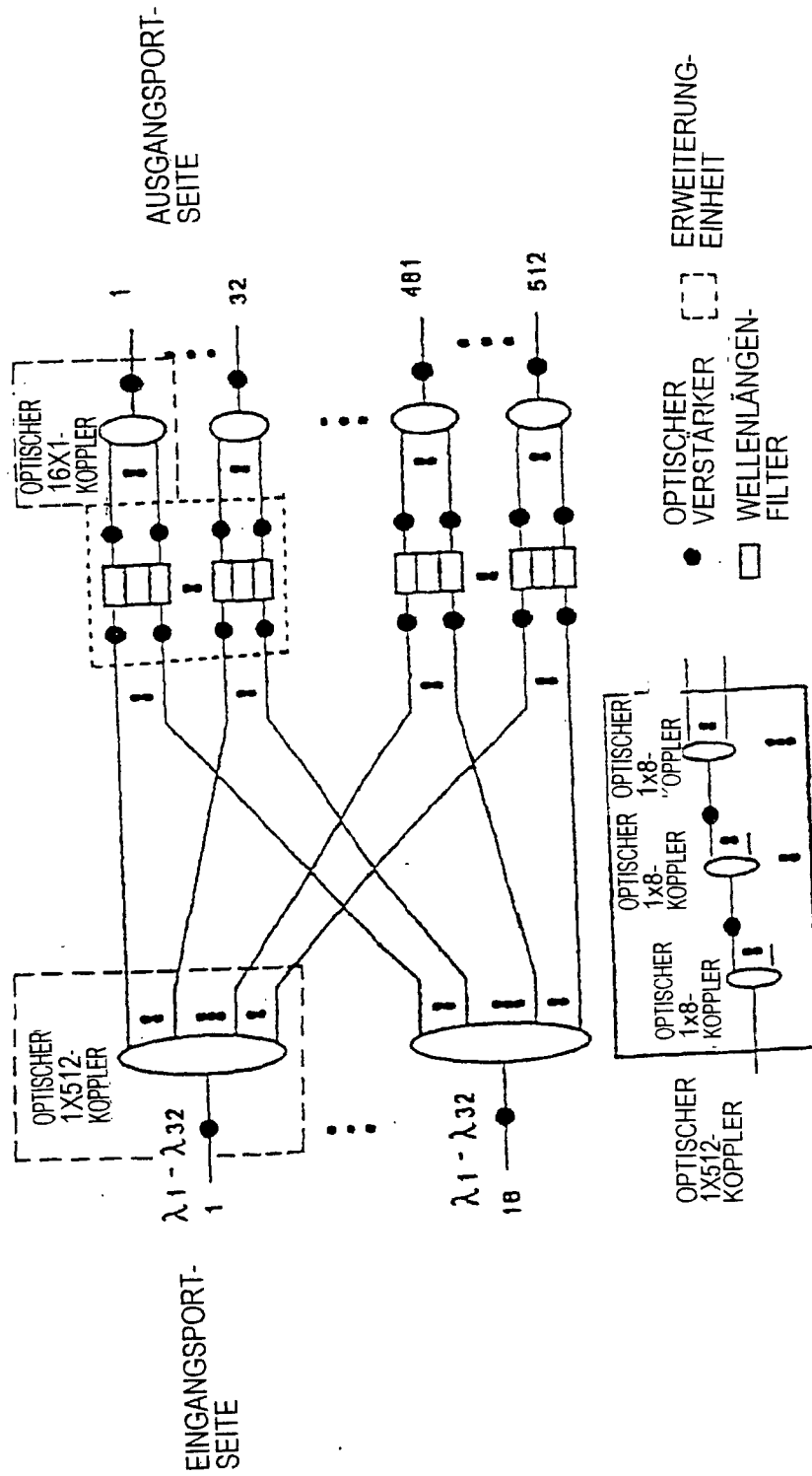


FIG. 14