



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 698 36 670 T2** 2007.10.04

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 0 914 015 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **698 36 670.0**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **98 120 406.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **28.10.1998**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **06.05.1999**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **20.12.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **04.10.2007**

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

H04J 14/02 (2006.01)

H04B 10/213 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

31107097 28.10.1997 JP

31107197 28.10.1997 JP

29842797 30.10.1997 JP

(73) Patentinhaber:

NEC Corp., Tokyo, JP

(74) Vertreter:

PAe Splanemann Reitzner Baronetzky

Westendorp, 80469 München

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB, IT

(72) Erfinder:

Shimomura, Hirofumi, Minato-ku, Tokyo, JP;

Takahashi, Seigo, Minato-ku, Tokyo, JP; Henmi,

Naoya, Minato-ku, Tokyo, JP

(54) Bezeichnung: **Optischer Ein-/Ausfügemultiplexer**

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

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft einen optischen Add-Drop-Multiplexer.

[0002] Aus der US-A-5 121 450 ist eine faseroptische Y-Verzweigung bekannt, welche eine Vielzahl optischer Eingänge, eine Vielzahl optischer Ausgänge und faseroptische Verstärkermodule aufweist. Durch Kopplung der faseroptischen Verstärker mit Faserkupplern kann ein ganzfaseroptischer Schalter, welcher wenig Strahlungsverlust bietet, jedoch kein Add-Drop-Multiplexer gebildet werden.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0003] Dementsprechend ist es ein Ziel der vorliegenden Erfindung, einen neuartigen optischen Add-Drop-Multiplexer bereitzustellen.

[0004] Die erste vorliegende Erfindung stellt einen optischen Add-Drop-Multiplexer bereit, welcher mindestens einen einzelnen Satz der folgenden Elemente aufweist. Eine optische Übertragungsleitung der Eingangsseite wird zur Übertragung eines ersten optischen Signals bereitgestellt. Ein Optokuppler der Eingangsseite wird auf der ersten optischen Übertragungsleitung zur Aufteilung des ersten optischen Signals in erste und zweite aufgeteilte optische Signale bereitgestellt. Erste und zweite optische Übertragungsleitungen werden bereitgestellt, welche mit dem Optokuppler der Eingangsseite für Übertragungen der ersten bzw. zweiten aufgeteilten optischen Signale bereitgestellt. Die ersten und zweiten optischen Übertragungsleitungen weisen erste und zweite Fremdstoff-dotierte Fasern auf. Ein optischer Empfänger wird bereitgestellt, welcher durch die erste optische Übertragungsleitung mit der ersten Fremdstoff-dotierten Faser verbunden ist, und zwar zum Empfang des ersten aufgeteilten optischen Signals nur dann, wenn die erste Fremdstoff-dotierte Faser erregt ist. Ein optischer Sender wird bereitgestellt, welcher durch die zweite optische Übertragungsleitung mit der zweiten Fremdstoff-dotierten Faser verbunden ist, und zwar zur Übertragung des zweiten optischen Signals durch die zweite Fremdstoff-dotierte Faser zu der optischen Übertragungsleitung der Eingangsseite zur Ausgabe des zweiten optischen Signals nur dann, wenn die zweite Fremdstoff-dotierte Faser erregt ist. Mindestens eine Erregungslichtquelle wird zur Aussendung eines Erregungslichtes bereitgestellt. Ein Erregungslichtschalter wird bereitgestellt, welcher mit der Erregungslichtquelle verbunden ist und ebenfalls mit den ersten und zweiten optischen Übertragungsleitungen verbunden ist, und zwar zur selektiven Schaltung von Operationen, um das Erregungslicht an eine beliebige der ersten und zweiten optischen Übertragungsleitungen zu liefern, um das Erregungslicht einer ausgewählten der ersten und zweiten Fremdstoff-dotierten Fasern zuzu-

führen, wodurch eine Erregung der ausgewählten der ersten und zweiten Fremdstoff-dotierten Fasern verursacht wird, während die nicht ausgewählte der ersten und zweiten Fremdstoff-dotierten Fasern unerregt bleibt.

[0005] Es ist bevorzugt, dass der optische Add-Drop-Multiplexer eine Vielzahl der optischen Add-Drop-Multiplexer aufweist, und weiter eine optische Vorrichtung aufweist, welche mindestens über eine beliebige der Multiplexfunktion und der Demultiplexfunktion verfügt, so dass die optischen Add-Drop-Multiplexer mit optischen Signalen unterschiedlicher Wellenlänge betriebsbereit sind.

[0006] Die vorstehenden sowie weitere Ziele, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachstehenden Beschreibung.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0007] Bevorzugte erfindungsgemäße Ausführungsformen werden ausführlich mit Bezug auf die anliegenden Zeichnungen beschrieben.

[0008] [Fig. 1](#) ist ein Diagramm, welches einen ersten optischen Schalter mit einem einzelnen Eingang und zwei Ausgängen in einer ersten Ausführungsform eines nicht gezeigten neuartigen Add-Drop-Multiplexers darstellt, der den ersten erfindungsgemäßen optischen Schalter verwendet;

[0009] [Fig. 2](#) ist ein Diagramm, welches einen zweiten optischen Schalter mit einem einzelnen Eingang und zwei Ausgängen in einer zweiten Ausführungsform eines nicht gezeigten neuartigen optischen Add-Drop-Multiplexers darstellt, der den zweiten erfindungsgemäßen optischen Schalter verwendet;

[0010] [Fig. 3](#) ist ein Diagramm, welches einen dritten optischen Schalter mit einem einzelnen Eingang und zwei Ausgängen in einer dritten Ausführungsform eines nicht gezeigten neuartigen optischen Add-Drop-Multiplexers darstellt, der den dritten erfindungsgemäßen optischen Schalter verwendet;

[0011] [Fig. 4](#) ist ein Diagramm, welches einen vierten optischen Schalter mit zwei Eingängen und zwei Ausgängen in einer vierten Ausführungsform eines nicht gezeigten neuartigen optischen Add-Drop-Multiplexers darstellt, der den vierten erfindungsgemäßen optischen Schalter verwendet;

[0012] [Fig. 5](#) ist ein Diagramm, welches einen fünften optischen Schalter mit zwei Eingängen und zwei Ausgängen in einer fünften Ausführungsform eines nicht gezeigten neuartigen optischen Add-Drop-Multiplexers darstellt, der den fünften erfindungsgemäßen optischen Schalter verwendet;

[0013] [Fig. 6](#) ist ein Diagramm, welches einen sechsten optischen Schalter mit vier separaten optischen Übertragungsleitungen zur separaten Schaltung optischer Signalübertragungen auf den vier separaten Übertragungsleitungen in einer sechsten Ausführungsform eines nicht gezeigten neuartigen optischen Add-Drop-Multiplexers darstellt, der den sechsten erfindungsgemäßen optischen Schalter verwendet;

[0014] [Fig. 7](#) ist ein Diagramm, welches einen siebten optischen Schalter mit vier separaten optischen Übertragungsleitungen zur separaten Schaltung optischer Signalübertragungen auf den vier separaten Übertragungsleitungen in einer siebten Ausführungsform eines nicht gezeigten neuartigen optischen Add-Drop-Multiplexers darstellt, der den siebten erfindungsgemäßen optischen Schalter verwendet.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

[0015] Die vorliegende Erfindung stellt einen optischen Add-Drop-Multiplexer bereit, welcher mindestens einen einzelnen Satz der folgenden Elemente aufweist. Eine optische Übertragungsleitung der Eingangsseite wird zur Übertragung eines ersten optischen Signals bereitgestellt. Ein Optokuppler der Eingangsseite wird auf der ersten optischen Übertragungsleitung zur Aufteilung des ersten optischen Signals in erste und zweite aufgeteilte optische Signale bereitgestellt. Erste und zweite optische Übertragungsleitungen werden bereitgestellt, welche mit dem Optokuppler der Eingangsseite für Übertragungen der ersten bzw. zweiten aufgeteilten optischen Signale verbunden sind. Die ersten und zweiten optischen Übertragungsleitungen weisen erste und zweite Fremdstoff-dotierte Fasern auf. Ein optischer Empfänger wird bereitgestellt, welcher durch die erste optische Übertragungsleitung mit der ersten Fremdstoff-dotierten Faser verbunden ist, und zwar zum Empfang des ersten aufgeteilten optischen Signals nur dann, wenn die erste Fremdstoff-dotierte Faser erregt ist. Ein optischer Sender wird bereitgestellt, welcher durch die zweite optische Übertragungsleitung mit der zweiten Fremdstoff-dotierten Faser verbunden ist, und zwar zur Übertragung des zweiten optischen Signals durch die zweite Fremdstoff-dotierte Faser zu der Übertragungsleitung der Eingangsseite zur Ausgabe des zweiten optischen Signals nur dann, wenn die zweite Fremdstoff-dotierte Faser erregt ist. Mindestens eine Erregungslichtquelle wird zur Aussendung eines Erregungslichtes bereitgestellt. Ein Erregungslichtschalter wird bereitgestellt, welcher mit der Erregungslichtquelle verbunden ist und ebenfalls mit den ersten und zweiten optischen Übertragungsleitungen verbunden ist, und zwar zur selektiven Schaltung von Operationen, um das Erregungslicht an eine beliebige der ersten und zweiten optischen Übertragungsleitungen zu liefern, um das Erregungslicht einer ausgewählten der ersten und

zweiten Fremdstoff-dotierten Fasern zuzuführen, wodurch eine Erregung der ausgewählten der ersten und zweiten Fremdstoff-dotierten Fasern verursacht wird, während die nicht ausgewählte der ersten und zweiten Fremdstoff-dotierten Fasern unerregt bleibt.

[0016] Es ist bevorzugt, dass der optische Add-Drop-Multiplexer eine Vielzahl der optischen Add-Drop-Multiplexer aufweist, und weiter eine optische Vorrichtung aufweist, welche mindestens über eine beliebige der Multiplexfunktion und der Demultiplexfunktion verfügt, so dass die optischen Add-Drop-Multiplexer mit optischen Signalen unterschiedlicher Wellenlänge betriebsbereit sind.

BEVORZUGTE AUSFÜHRUNGSFORMEN

ERSTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0017] Eine erste erfindungsgemäße Ausführungsform wird ausführlich mit Bezug auf [Fig. 1](#) beschrieben, welche ein Diagramm zeigt, das einen ersten optischen Schalter mit einem einzelnen Eingang und zwei Ausgängen darstellt, der in einem neuartigen Add-Drop-Multiplexer verwendet wird. Der optische Schalter weist einen Koppler **21** der Eingangsseite auf, welcher mit einer ersten optischen Übertragungsleitung **110** verbunden ist, auf der ein optisches Eingangssignal übertragen und dann in den optischen Schalter eingegeben wird. Das optische Eingangssignal weist eine Wellenlänge von 1550 Nanometern und eine Intensität von 0 dBm auf. Das optische Eingangssignal wird durch den Koppler **21** der Eingangsseite in zwei Teile aufgeteilt. Der optische Schalter weist zweite und dritte optische Übertragungsleitungen **120** und **121** auf, welche mit dem Koppler **21** der Eingangsseite verbunden sind. Die beiden aufgeteilten optischen Signale werden dann durch die zweite und dritte optischen Übertragungsleitungen **120** und **121** zu deren Ausgabe übertragen. Die zweite optische Übertragungsleitung **120** ist mit einem ersten Koppler **22** der Ausgangsseite verbunden. Die dritte optische Übertragungsleitung **121** ist mit einem zweiten optischen Koppler **23** der Ausgangsseite verbunden. Eine erste Erbium-dotierte Faser EDF11 ist auf der zweiten optischen Übertragungsleitung **120** zwischen dem Koppler **21** der Eingangsseite und dem ersten Koppler **22** der Ausgangsseite bereitgestellt. Eine zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 ist auf der dritten optischen Übertragungsleitung **120** zwischen dem Koppler **21** der Eingangsseite und dem zweiten Koppler **23** der Ausgangsseite bereitgestellt. Die erste und die zweite Erbium-dotierte Faser EDF11 und EDF12 weisen eine Länge von 50 Metern auf. Die erste und die zweite Erbium-dotierte Faser EDF11 und EDF12 können ersetzt werden durch mit seltenen Erden dotierte Fasern. Die beiden aufgeteilten optischen Signale werden durch die erste und die zweite Erbium-dotierte Faser EDF11 bzw. EDF12 übertragen. Der optische

Schalter weist weiter einen Erregungslichtschalter **41** auf, welcher durch eine erste Erregungslicht-Übertragungsleitung **111** mit dem ersten Koppler **22** der Ausgangsseite sowie durch eine zweite Erregungslicht-Übertragungsleitung **112** mit dem zweiten Koppler **23** der Ausgangsseite verbunden ist. Der optische Schalter weist weiter eine Erregungslichtquelle **31** auf, welche mit dem Erregungslichtschalter **41** verbunden ist. Die Erregungslichtquelle **31** strahlt ein Erregungslicht mit einer Wellenlänge von 1480 Nanometern aus. Der Erregungslichtschalter **41** wird betrieben, um das Erregungslicht zu einer beliebigen der ersten und zweiten Erregungslicht-Übertragungsleitungen **111** und **112** zur Versorgung einer beliebigen der ersten und zweiten Erbium-dotierten Fasern EDF11 und EDF12 zu schalten.

[0018] Wird der Erregungslichtschalter **41** betrieben, um das Erregungslicht zu der ersten Erbium-dotierten Faser EDF11 zu liefern, so wird die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 erregt, wodurch das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern durch die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 ohne jegliche optische Absorption übertragen wird, und dann wird das optische Signal mit einer Intensität von 0 dBm aus der zweiten optischen Übertragungsleitung **120** ausgegeben. Exakt wie der Großteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgegebenen Erregungslichts durch den Erregungslichtschalter **41** geschaltet, um durch die erste Erregungslicht-Übertragungsleitung **111** und den ersten optischen Koppler **22** der Ausgangsseite der ersten Erbium-dotierten Faser EDF11 zugeführt zu werden. Andererseits kann der geringere Anteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Lichts durch den Erregungslichtschalter **41** lecken, wodurch ein Leck-Erregungslicht dann durch den zweiten optischen Koppler **23** der Ausgangsseite an die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 geliefert wird. Jedoch ist dass Leck-Erregungslicht nicht in der Lage, die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 zu erregen, aus welchem Grund das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern in die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 absorbiert wird. Folglich weist ein optisches Ausgangssignal aus der dritten optischen Übertragungsleitung **121** eine Intensität von -60 dBm oder weniger auf. Der Erregungslichtschalter **41** verursacht einen Einführungsverlust von 2 dB und einen Mitzieheffekt von 20 dB, welche es dem optischen Schalter erlauben, frei von jeglichem wesentlichem Einführungsverlust und einem geringen oder reduzierten Mitzieheffekt zu sein.

[0019] Falls der Erregungslichtschalter **41** betrieben wird, um das Erregungslicht auf die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 zu schalten, wird die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 erregt, wodurch das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern durch die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 ohne jegliche optische Absorption

übertragen wird, und dann das optische Signal mit einer Intensität von 0 dBm aus der dritten optischen Übertragungsleitung **121** ausgegeben wird. Präzise wird der Großteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgegebenen Lichts durch den Erregungslichtschalter **41** geschaltet, um durch die zweite Erregungslicht-Übertragungsleitung **112** und den zweiten optischen Koppler **23** der Ausgangsseite an die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 geleitet zu werden. Andererseits könnte der geringere Anteil des aus der Erregungslichtquelle **31** abgestrahlten Erregungslichts durch den Erregungslichtschalter **41** lecken, wodurch ein Leck-Erregungslicht durch den ersten optischen Koppler **22** der Ausgangsseite der ersten Erbium-dotierten Faser EDF11 zugeführt wird. Jedoch ist das Leck-Erregungslicht nicht in der Lage, die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 zu erregen, aus welchem Grund das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern in die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 absorbiert wird. Folglich weist ein optisches Ausgangssignal aus der dritten optischen Übertragungsleitung **121** eine Intensität von -60 dBm oder weniger auf. Der Erregungslichtschalter **41** verursacht einen Einführungsverlust von 2 dB und einen Mitzieheffekt von 20 dB, welche es dem optischen Schalter erlauben, frei von jeglichem wesentlichem Einführungsverlust und einem geringen oder reduzierten Mitzieheffekt zu sein.

[0020] Als Modifikation der vorstehenden ersten Ausführungsform kann der vorstehende Erregungslichtschalter **41** durch einen optischen Polymerschalter ersetzt werden.

[0021] Falls der optische Polymerschalter **41** betrieben wird, um so zu schalten, dass das Erregungslicht an die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 geliefert wird, wird die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 erregt, wodurch das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern durch die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 ohne jegliche optische Absorption geleitet wird, und dann wird das optische Signal mit einer Intensität von 0 dBm aus der zweiten optischen Übertragungsleitung **120** ausgegeben. Präzise wird der Großteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den optischen Polymerschalter **41** geschaltet, um durch die erste Erregungslicht-Übertragungsleitung **111** und den ersten optischen Koppler **22** der Ausgangsseite der ersten Erbium-dotierten Faser EDF11 zugeführt zu werden. Andererseits könnte der geringere Teil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Lichts aus dem optischen Polymerschalter **41** lecken, wodurch ein Leck-Erregungslicht dann durch den zweiten optischen Koppler **23** der Ausgangsseite der zweiten Erbium-dotierten Faser EDF12 zugeführt wird. Jedoch ist das Leck-Erregungslicht nicht in der Lage, die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 zu erregen, aus welchem Grund das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern in

die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 absorbiert wird. Folglich weist ein optisches Ausgangssignal aus der dritten optischen Übertragungsleitung **121** eine Intensität von -60 dBm oder weniger auf. Der optische Polymerschalter **41** verursacht einen Einführungsverlust von 2 dB und einen Mitzieheffekt von 20 dB, welche es dem optischen Schalter erlauben, frei von jeglichem wesentlichem Einführungsverlust und einem geringen oder reduzierten Mitzieheffekt zu sein.

[0022] Falls der optische Polymerschalter **41** betrieben wird, um das Erregungslicht an die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 zu liefern, wird die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 erregt, wodurch das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern durch die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 ohne jegliche optische Absorption übertragen wird und dann das optische Signal mit einer Intensität von 0 dBm aus der dritten optischen Übertragungsleitung **121** ausgegeben wird. Präzise wird der Großteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den optischen Polymerschalter **41** geschaltet, um durch die zweite Erregungslicht-Übertragungsleitung **112** und den zweiten optischen Koppler **23** der Ausgangsseite der zweiten Erbium-dotierte Faser EDF12 zugeführt zu werden. Andererseits kann ein geringerer Anteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den optischen Polymerschalter **41** lecken, wodurch ein Leck-Erregungslicht dann durch den ersten optischen Koppler **22** der Ausgangsseite der ersten Erbium-dotierten Faser EDF11 zugeführt wird. Jedoch ist das Leck-Erregungslicht nicht in der Lage, die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 zu erregen, aus welchem Grund das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern in die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 absorbiert wird. Folglich weist ein optisches Ausgangssignal aus der dritten optischen Übertragungsleitung **121** eine Intensität von -60 dBm oder weniger auf. Der optische Polymerschalter **41** verursacht einen Einführungsverlust von 2 dB und einen Mitzieheffekt von 20 dB, welche es dem optischen Schalter erlauben, frei von jeglichem wesentlichem Einführungsverlust und einem geringen oder reduzierten Mitzieheffekt zu sein.

[0023] Als weitere Modifikation der vorstehenden ersten Ausführungsform weist das Erregungslicht eine Wellenlänge von 980 Nanometern auf, um die Wellenlänge für eine beträchtliche Verringerung des Rauschfaktors des optischen Ausgangssignals zu reduzieren. In diesem Fall ist der optische Schalter ebenfalls frei von jeglichem wesentlichem Einführungsverlust und einem geringen oder reduzierten Mitzieheffekt.

[0024] In der vorstehenden Ausführungsform beträgt die Anzahl des Wellenlängen-Multiplexens auf

jeder optischen Übertragungsleitung eins. Nichtsdestotrotz sind 8, 16, 32 und 64 Wellenlängen-Multiplexen verfügbar, wobei der Losschaltbetrieb auf das Mehrfachwellenlängen-Multiplexen ausgeführt wird.

[0025] Es ist ebenfalls möglich, die Wellenlänge des optischen Eingangssignals auf nicht nur 1550 Nanometer festzulegen, sondern auch auf andere Wellenlängen, wie beispielsweise 1330 Nanometer.

[0026] Es ist ebenfalls möglich, die Wellenlänge des Erregungslichts auf nicht nur 1480 Nanometer oder 980 Nanometer festzulegen, sondern auch auf andere Wellenlängen, vorausgesetzt dass eine derartige Wellenlänge in der Lage ist, die Fremdstoff-dotierte Faser zu erregen. Es ist bevorzugt, die Wellenlänge des Erregungslichts unter Berücksichtigung sowohl der Wellenlänge des optischen Eingangssignals als auch der Art der Fremdstoff-dotierten Faser festzulegen.

[0027] Der vorstehende Erregungslichtschalter kann auch durch einen akusto-optischen Schalter oder einen Schalter auf Quarzbasis ersetzt werden.

[0028] Es ist weiter möglich, eine Intensität des optischen Ausgangssignals durch Regelung einer optischen Leistung des der Fremdstoff-dotierten Faser zuzuführenden Erregungslichts zu regeln. Es ist möglich, die optische Leistung des der Fremdstoff-dotierten Faser zuzuführenden Erregungslichts durch Regelung eines Einführungsstroms in die Erregungslichtquelle oder durch Verwendung eines variablen oder festen Dämpfungsreglers zu regeln.

[0029] Es ist weiterhin möglich, die Erbium-dotierte Faser durch eine mit seltenen Erden dotierte Faser, wie beispielsweise eine Tellurium-dotierte Faser, zu ersetzen. Die Länge der mit seltenen Erden dotierten Faser sowie deren Dotierungskonzentration können in Übereinstimmung mit den erforderlichen Spezifikationen des optischen Schalters festgelegt werden.

[0030] Es ist darüber hinaus möglich, das Erregungslicht in die mit seltenen Erden dotierte Faser in einer beliebigen Richtung oder in beiden Richtungen einzugeben.

[0031] Es ist noch weiter möglich, ein Polarisations-Multiplexen an unterschiedlichen Erregungslichtern, welche separat aus einer Vielzahl unterschiedlicher Erregungslichtquellen ausgestrahlt werden, durchzuführen, um das polarisations-gemultiplexte Erregungslicht in die mit seltenen Erden dotierte Faser einzugeben, um eine hohe Verstärkung zu erzielen.

[0032] Es ist noch weiter möglich, ein Verhältnis optischer Aufteilung an dem optischen Koppler in Übereinstimmung mit den unterschiedlichen Konstrukti-

onsauswahlen frei festzulegen.

[0033] Die Vorkehrungen der geringeren Anzahl der Erregungslichtquelle und der einzelne Erregungslichtschalter erlauben EIN-AUS-Schaltvorgänge der Vielzahl von Gate-Schaltern durch einen einfachen Aufbau. Der vorstehende Schalter weist eine derartige Verstärkungseigenschaft als einen scharfen Anstieg auf, aus welchem Grund im Wesentlichen kein Einfluss aufgrund eines Lecklichtes aus dem Erregungslichtschalter vorliegt. Dies macht den Schalter verfügbar für Schalter mit relativ hohen Mitzieheffekt-Pegeln, wie beispielsweise einem Polymerschalter oder einem LiNbO_3 -Schalter, wodurch ein optischer Schalter mit geringem Mitzieheffekt und geringem Einführungsverlust realisiert wird. Zusätzlich kann die Verwendung der Fremdstoff-dotierten Faser, welche als optischer Leistungsverstärker dient, eine Verstärkung wie der optische Schalter erzielen.

ZWEITE AUSFÜHRUNGSFORM

[0034] Eine zweite erfindungsgemäße Ausführungsform wird ausführlich mit Bezug auf [Fig. 2](#) beschrieben, welche ein Diagramm darstellt, das einen zweiten optischen Schalter mit einem einzelnen Eingang und zwei Ausgängen zeigt, der in einem neuartigen Add-Drop-Multiplexer verwendet wird. Ein struktureller Unterschied des zweiten neuartigen optischen Schalters von dem ersten neuartigen optischen Schalter besteht lediglich in der weiteren Bereitstellung erster und zweiter optischer Filter auf zwei Ausgangsseiten zur Eliminierung oder Entfernung verstärkten Rauschens aus den optischen Ausgangssignalen.

[0035] Der optische Schalter weist einen Koppler **21** der Eingangsseite auf, welcher mit einer ersten optischen Übertragungsleitung **110** verbunden ist, auf der ein optisches Eingangssignal übertragen wird und dann in den optischen Schalter eingegeben wird. Das optische Eingangssignal weist eine Wellenlänge von 1550 Nanometern und eine Intensität von 0 dBm auf. Das optische Eingangssignal wird durch den Koppler **21** der Eingangsseite in zwei Teile aufgeteilt. Der optische Schalter weist zweite und dritte optische Übertragungsleitungen **120** und **121** auf, welche mit dem Koppler **21** der Eingangsseite verbunden sind. Die beiden aufgeteilten optischen Signale werden dann durch die zweiten und dritten optischen Übertragungsleitungen **120** und **121** zu deren Ausgabe übertragen. Die zweite optische Übertragungsleitung **120** ist mit einem ersten Koppler **22** der Ausgangsseite verbunden. Die dritte optische Übertragungsleitung **121** ist mit einem zweiten optischen Koppler **23** der Ausgangsseite verbunden. Eine erste Erbium-dotierte Faser EDF11 ist auf der zweiten optischen Übertragungsleitung **120** zwischen dem Koppler **21** der Eingangsseite und dem ersten Koppler **22** der Ausgangsseite bereitgestellt. Eine zweite Erbium-do-

tierte Faser EDF12 ist auf der dritten optischen Übertragungsleitung **120** zwischen dem Koppler **21** der Eingangsseite und dem zweiten Koppler **23** der Ausgangsseite bereitgestellt. Die ersten und zweiten Erbium-dotierten Fasern EDF11 und EDF12 weisen eine Länge von 50 Metern auf. Die ersten und zweiten Erbium-dotierten Fasern EDF11 und EDF12 können durch mit seltenen Erden dotierte Fasern ersetzt werden. Die beiden aufgeteilten optischen Signale werden durch die ersten und zweiten Erbium-dotierten Fasern EDF11 bzw. EDF12 übertragen. Der optische Schalter weist weiter einen Erregungslichtschalter **41** auf, welcher durch eine erste Erregungslicht-Übertragungsleitung **111** mit dem ersten Koppler **22** der Ausgangsseite verbunden ist und ebenfalls durch eine zweite Erregungslicht-Übertragungsleitung **112** mit dem zweiten Koppler **23** der Ausgangsseite verbunden ist. Der optische Schalter weist weiter eine Erregungslichtquelle **31** auf, welche mit dem Erregungslichtschalter **41** verbunden ist. Die Erregungslichtquelle **31** strahlt ein Erregungslicht mit einer Wellenlänge von 1480 Nanometern an eine beliebige der ersten und zweiten Erregungslicht-Übertragungsleitungen **111** und **112** aus, um eine beliebige der ersten und zweiten Erbium-dotierten Fasern EDF11 und EDF12 zu versorgen.

[0036] Weiter wird in dieser Ausführungsform ein optisches Filter **51** auf der zweiten optischen Übertragungsleitung **120** bereitgestellt und näher an der Ausgangsseite als an dem ersten optischen Koppler **22** der Ausgangsseite positioniert. Falls die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 erregt wird, dient diese erste Erbium-dotierte Faser EDF11 auch als optischer Leistungsverstärker, welcher jedoch nicht nur das aufgeteilte optische Signal von der ersten optischen Übertragungsleitung **110** verstärkt, sondern auch Rauschen, welches in den optischen Signalen enthalten ist, aus welchem Grund es bevorzugt ist, das Rauschen aus dem optischen Ausgangssignal durch das erste optische Filter **51** zu entfernen oder zu eliminieren, um eine Verschlechterung des Signal-Rausch-Verhältnisses aufgrund der Bereitstellung des Erregungslichtschalters **41** zu vermeiden. Auf ähnliche Weise ist ein zweites optisches Filter **52** auf der dritten optischen Übertragungsleitung **121** bereitgestellt und näher an der Ausgangsseite als an dem zweiten optischen Koppler **23** der Ausgangsseite positioniert. Falls die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 erregt wird, dient diese zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 ebenfalls als ein optischer Leistungsverstärker, welcher jedoch nicht nur das aufgeteilte optische Signal von der ersten optischen Übertragungsleitung **110** verstärkt, sondern auch in den optischen Signalen enthaltenes Rauschen, aus welchem Grund es bevorzugt ist, das Rauschen aus dem optischen Ausgangssignal durch das zweite optische Filter **52** zu entfernen oder zu eliminieren, um eine Verschlechterung des Signal-Rausch-Verhältnisses aufgrund der Bereitstellung des Erregungs-

lichtschalters **41** zu vermeiden.

[0037] Falls der Erregungslichtschalter **41** betrieben wird, um so zu schalten, dass das Erregungslicht an die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 geliefert wird, wird die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 erregt, wodurch das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern durch die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 ohne jegliche optische Absorption übertragen wird. Das optische Ausgangssignal wird dann dem ersten optischen Filter **51** zugeführt, um das Rauschen aus dem optischen Ausgangssignal durch das erste optische Filter **51** zu entfernen oder zu eliminieren, um eine Verschlechterung des Signal-Rausch-Verhältnisses aufgrund der Bereitstellung des Erregungslichtschalters **41** zu vermeiden. Daher wird das optische Signal in der Wellenlänge gefiltert und mit einer Intensität von 0 dBm aus der zweiten optischen Übertragungsleitung **120** ausgegeben. Präzise wird der Großteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den Erregungslichtschalter **41** geschaltet, um durch die erste Erregungslicht-Übertragungsleitung **111** und den ersten optischen Koppler **22** der Ausgangsseite der ersten Erbium-dotierten Faser EDF11 zugeführt zu werden. Andererseits könnte der geringere Anteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den Erregungslichtschalter **41** lecken, wodurch ein Leck-Erregungslicht dann durch den zweiten optischen Koppler **23** der Ausgangsseite der zweiten Erbium-dotierten Faser EDF12 zugeführt wird. Jedoch ist das Leck-Erregungslicht nicht in der Lage, die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 zu erregen, aus welchem Grund das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern in die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 absorbiert wird. Folglich ist ein optisches Ausgangssignal aus der dritten optischen Übertragungsleitung **121** frei von jeglichem wesentlichem Rauschen und weist eine Intensität von -60 dBm oder weniger auf. Der Erregungslichtschalter **41** verursacht einen Einführungsverlust von 2 dB und einen Mitzieheffekt von 20 dB, was es dem optischen Schalter erlaubt, frei von jeglichem wesentlichem Einführungsverlust und einem geringen oder reduzierten Mitzieheffekt zu sein.

[0038] Falls der Erregungslichtschalter **41** betrieben wird, um so zu schalten, dass das Erregungslicht an die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 geliefert wird, wird die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 erregt, wodurch das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern durch die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 ohne jegliche optische Absorption übertragen wird. Das optische Ausgangssignal wird dann dem zweiten optischen Filter **52** zugeführt, um das Rauschen aus dem optischen Ausgangssignal durch das zweite optische Filter **52** zu entfernen oder zu eliminieren, um eine Verschlechterung des Signal-Rausch-Verhältnisses auf-

grund der Bereitstellung des Erregungslichtschalters **41** zu vermeiden. Daher wird das optische Signal in der Wellenlänge gefiltert und mit einer Intensität von 0 dBm aus der zweiten optischen Übertragungsleitung **120** ausgegeben. Präzise wird der Großteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den Erregungslichtschalter **41** geschaltet, um durch die zweite Erregungslicht-Übertragungsleitung **112** und den zweiten optischen Koppler **23** der Ausgangsseite der zweiten Erbium-dotierten Faser EDF12 zugeführt zu werden. Andererseits könnte der geringere Anteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den Erregungslichtschalter **41** lecken, wodurch ein Leck-Erregungslicht dann durch den ersten optischen Koppler **22** der Ausgangsseite der ersten Erbium-dotierten Faser EDF11 zugeführt wird. Jedoch ist das Leck-Erregungslicht nicht in der Lage, die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 zu erregen, aus welchem Grund das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern in die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 absorbiert wird. Folglich ist ein optisches Ausgangssignal aus der dritten optischen Übertragungsleitung **121** frei von jeglichem wesentlichem Rauschen und weist eine Intensität von -60 dBm oder weniger auf. Der Erregungslichtschalter **41** verursacht einen Einführungsverlust von 2 dB und einen Mitzieheffekt von 20 dB, was es dem optischen Schalter erlaubt, frei von jeglichem wesentlichem Einführungsverlust und einem geringen oder reduzierten Mitzieheffekt zu sein.

[0039] Als eine Modifikation der vorstehenden zweiten Ausführungsform kann der vorstehende Erregungslichtschalter **41** durch einen optischen Polymerschalter ähnlich der ersten Ausführungsform ersetzt werden.

[0040] Falls der optische Polymerschalter **41** betrieben wird, um so zu schalten, dass das Erregungslicht an die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 geliefert wird, wird die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 erregt, wodurch das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern durch die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 ohne jegliche optische Absorption übertragen wird. Das optische Ausgangssignal wird dann dem ersten optischen Filter **51** zugeführt, um das Rauschen aus dem optischen Ausgangssignal durch das erste optische Filter **51** zu entfernen oder zu eliminieren, um eine Verschlechterung des Signal-Rausch-Verhältnisses aufgrund der Bereitstellung des optischen Polymerschalters **41** zu vermeiden. Daher wird das optische Signal in der Wellenlänge gefiltert und mit einer Intensität von 0 dBm aus der zweiten optischen Übertragungsleitung **120** ausgegeben. Präzise wird der Großteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den optischen Polymerschalter **41** geschaltet, um durch die erste Erregungslicht-Übertragungsleitung **111** und den ersten optischen Kopp-

ler **22** der Ausgangsseite der ersten Erbium-dotierten Faser EDF11 zugeführt zu werden. Andererseits könnte der geringere Anteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den optischen Polymerschalter **41** lecken, wodurch ein Leck-Erregungslicht dann durch den zweiten optischen Koppler **23** der Ausgangsseite der zweiten Erbium-dotierten Faser EDF12 zugeführt wird. Jedoch ist das Leck-Erregungslicht nicht in der Lage, die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 zu erregen, aus welchem Grund das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern in die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 absorbiert wird. Folglich ist ein optisches Ausgangssignal aus der dritten optischen Übertragungsleitung **121** frei von jeglichem wesentlichem Rauschen und weist eine Intensität von -60 dBm oder weniger auf. Der optische Polymerschalter **41** verursacht einen Einführungsverlust von 2 dB und einen Mitzieheffekt von 20 dB, was es dem optischen Schalter erlaubt, frei von jeglichem wesentlichem Einführungsverlust und einem geringen oder reduzierten Mitzieheffekt zu sein.

[0041] Falls der optische Polymerschalter **41** betrieben wird, um so zu schalten, dass das Erregungslicht an die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 geliefert wird, wird die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 erregt, wodurch das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern durch die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 ohne jegliche optische Absorption übertragen wird. Das optische Ausgangssignal wird dann dem zweiten optischen Filter **52** zugeführt, um das Rauschen aus dem optischen Ausgangssignal durch das zweite optische Filter **52** zu entfernen oder zu eliminieren, um eine Verschlechterung des Signal-Rausch-Verhältnisses aufgrund der Bereitstellung des optischen Polymerschalters **41** zu vermeiden. Daher wird das optische Signal in der Wellenlänge gefiltert und mit einer Intensität von 0 dBm aus der zweiten optischen Übertragungsleitung **120** ausgegeben. Präzise wird der Großteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den optischen Polymerschalter **41** geschaltet, um durch die zweite Erregungslicht-Übertragungsleitung **112** und den zweiten optischen Koppler **23** der Ausgangsseite der zweiten Erbium-dotierten Faser EDF12 zugeführt zu werden. Andererseits könnte der geringere Anteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den optischen Polymerschalter **41** lecken, wodurch ein Leck-Erregungslicht dann durch den ersten optischen Koppler **22** der Ausgangsseite der ersten Erbium-dotierten Faser EDF11 zugeführt wird. Jedoch ist das Leck-Erregungslicht nicht in der Lage, die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 zu erregen, aus welchem Grund das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern in die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 absorbiert wird. Folglich ist ein optisches Ausgangssignal aus der dritten optischen Übertragungsleitung **121** frei

von jeglichem wesentlichem Rauschen und weist eine Intensität von -60 dBm oder weniger auf. Der optische Polymerschalter **41** verursacht einen Einführungsverlust von 2 dB und einen Mitzieheffekt von 20 dB, was es dem optischen Schalter erlaubt, frei von jeglichem wesentlichem Einführungsverlust und einem geringen oder reduzierten Mitzieheffekt zu sein.

[0042] Als weitere Modifikation der vorstehenden zweiten Ausführungsform weist das Erregungslicht eine Wellenlänge von 980 Nanometern auf, um die Wellenlänge für eine beträchtliche Verringerung des Rauschfaktors des optischen Ausgangssignals zu reduzieren. In diesem Fall ist der optische Schalter ebenfalls frei von jeglichem wesentlichem Einführungsverlust und einem geringen oder reduzierten Mitzieheffekt.

[0043] In der vorstehenden Ausführungsform beträgt die Anzahl des Wellenlängen-Multiplexens auf jeder optischen Übertragungsleitung eins. Nichtsdestotrotz sind 8, 16, 32 und 64 Wellenlängen-Multiplexen verfügbar, wobei der Losschaltbetrieb auf das Mehrfachwellenlängen-Multiplexen ausgeführt wird.

[0044] Es ist ebenfalls möglich, die Wellenlänge des optischen Eingangssignals auf nicht nur 1550 Nanometer festzulegen, sondern auch auf andere Wellenlängen, wie beispielsweise 1330 Nanometer.

[0045] Es ist ebenfalls möglich, die Wellenlänge des Erregungslichts auf nicht nur 1480 Nanometer oder 980 Nanometer festzulegen, sondern auch auf andere Wellenlängen, vorausgesetzt dass eine derartige Wellenlänge in der Lage ist, die Fremdstoff-dotierte Faser zu erregen. Es ist bevorzugt, die Wellenlänge des Erregungslichts unter Berücksichtigung sowohl der Wellenlänge des optischen Eingangssignals als auch der Art der Fremdstoff-dotierten Faser festzulegen.

[0046] Der vorstehende Erregungslichtschalter kann auch durch einen akusto-optischen Schalter oder einen Schalter auf Quarzbasis ersetzt werden.

[0047] Es ist weiter möglich, eine Intensität des optischen Ausgangssignals durch Regelung einer optischen Leistung des der Fremdstoff-dotierten Faser zuzuführenden Erregungslichts zu regeln. Es ist möglich, die optische Leistung des der Fremdstoff-dotierten Faser zuzuführenden Erregungslichts durch Regelung eines Einführungsstroms in die Erregungslichtquelle oder durch Verwendung eines variablen oder festen Dämpfungsreglers zu regeln.

[0048] Es ist weiterhin möglich, die Erbium-dotierte Faser durch eine mit seltenen Erden dotierte Faser, wie beispielsweise eine Tellurium-dotierte Faser, zu ersetzen. Die Länge der mit seltenen Erden dotierten

Faser sowie deren Dotierungskonzentration können in Übereinstimmung mit den erforderlichen Spezifikationen des optischen Schalters festgelegt werden.

[0049] Es ist darüber hinaus möglich, das Erregungslicht in die mit seltenen Erden dotierte Faser in einer beliebigen Richtung oder in beiden Richtungen einzugeben.

[0050] Es ist noch weiter möglich, ein Polarisations-Multiplexen an unterschiedlichen Erregungslichtern, welche separat aus einer Vielzahl unterschiedlicher Erregungslichtquellen ausgestrahlt werden, durchzuführen, um das polarisations-gemultiplexte Erregungslicht in die mit seltenen Erden dotierte Faser einzugeben, um eine hohe Verstärkung zu erzielen.

[0051] Es ist noch weiter möglich, ein Verhältnis optischer Aufteilung an dem optischen Koppler in Übereinstimmung mit den unterschiedlichen Konstruktionsauswahlen frei festzulegen.

[0052] Es ist noch weiter möglich, die Übertragungsbandbreiten in Übereinstimmung mit der Anzahl durch den optischen Schalter zu übertragender Signale frei festzulegen.

[0053] Es ist noch weiter möglich, optische Filter und optische Isolatoren bereitzustellen, da das Erregungslicht und das zurückgeführte Licht keinen Einfluss auf die Ein- und Ausgangsseiten des optischen Schalters ausüben.

[0054] Die Vorkehrungen der geringeren Anzahl der Erregungslichtquelle und der einzelne Erregungslichtschalter erlauben EIN-AUS-Schaltvorgänge der Vielzahl von Gate-Schaltern durch einen einfachen Aufbau. Der vorstehende Schalter weist eine derartige Verstärkungseigenschaft als einen scharfen Anstieg auf, aus welchem Grund im Wesentlichen kein Einfluss aufgrund eines Lecklichtes aus dem Erregungslichtschalter vorliegt. Dies macht den Schalter verfügbar für Schalter mit relativ hohen Mitzieheffekt-Pegeln, wie beispielsweise einem Polymerschalter oder einem LiNbO_3 -Schalter, wodurch ein optischer Schalter mit geringem Mitzieheffekt und geringem Einführungsverlust realisiert wird. Zusätzlich kann die Verwendung der Fremdstoff-dotierten Faser, welche als optischer Leistungsverstärker dient, eine Verstärkung wie der optische Schalter erzielen.

DRITTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0055] Eine dritte erfindungsgemäße Ausführungsform wird ausführlich mit Bezug auf [Fig. 3](#) beschrieben, welche ein Diagramm darstellt, das einen dritten optischen Schalter mit einem einzelnen Eingang und zwei Ausgängen zeigt, der in einem neuartigen Add-Drop-Multiplexer verwendet wird. Ein strukturel-

ler Unterschied des dritten neuartigen optischen Schalters von dem ersten neuartigen optischen Schalter besteht in den Positionen der ersten und zweiten Erbium-dotierten Fasern, so dass die ersten und zweiten Erbium-dotierten Fasern ein Erregungslicht in derselben Richtung wie den Empfang der optischen Signale empfangen, während in der ersten Ausführungsform die ersten und zweiten Erbium-dotierten Fasern das Erregungslicht in der entgegengesetzten Richtung zum Empfang der optischen Signale empfangen.

[0056] Der optische Schalter weist einen Koppler **21** der Eingangsseite auf, welcher mit einer ersten optischen Übertragungsleitung **110** verbunden ist, auf der ein optisches Eingangssignal übertragen wird und dann in den optischen Schalter eingegeben wird. Das optische Eingangssignal weist eine Wellenlänge von 1550 Nanometern und eine Intensität von 0 dBm auf. Das optische Eingangssignal wird durch den Koppler **21** der Eingangsseite in zwei Teile aufgeteilt. Der optische Schalter weist zweite und dritte optische Übertragungsleitungen **120** und **121** auf, welche mit dem Koppler **21** der Eingangsseite verbunden sind. Die beiden aufgeteilten optischen Signale werden dann durch die zweiten und dritten optischen Übertragungsleitungen **120** und **121** zu deren Ausgabe übertragen. Die zweite optische Übertragungsleitung **120** ist mit einem ersten Koppler **22** der Ausgangsseite verbunden. Die dritte optische Übertragungsleitung **121** ist mit einem zweiten optischen Koppler **23** der Ausgangsseite verbunden. Eine erste Erbium-dotierte Faser EDF11 ist auf der zweiten optischen Übertragungsleitung **120** bereitgestellt und ist zwischen dem ersten Koppler **22** der Ausgangsseite und dem Ausgangsanschluss der zweiten optischen Übertragungsleitung **120** angeordnet. Eine zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 ist auf der dritten optischen Übertragungsleitung **120** bereitgestellt und ist zwischen dem zweiten Koppler **23** der Ausgangsseite und dem Ausgangsanschluss der dritten optischen Übertragungsleitung **121** angeordnet. Die ersten und zweiten Erbium-dotierten Fasern EDF11 und EDF12 weisen eine Länge von 50 Metern auf. Die ersten und zweiten Erbium-dotierten Fasern EDF11 und EDF12 können durch mit seltenen Erden dotierte Fasern ersetzt werden. Die beiden aufgeteilten optischen Signale werden durch die ersten und zweiten Erbium-dotierten Fasern EDF11 bzw. EDF12 übertragen. Der optische Schalter weist weiter einen Erregungslichtschalter **41** auf, welcher durch eine erste Erregungslicht-Übertragungsleitung **111** mit dem ersten Koppler **22** der Ausgangsseite verbunden ist und ebenfalls durch eine zweite Erregungslicht-Übertragungsleitung **112** mit dem zweiten Koppler **23** der Ausgangsseite verbunden ist. Der optische Schalter weist weiter eine Erregungslichtquelle **31** auf, welche mit dem Erregungslichtschalter **41** verbunden ist. Die Erregungslichtquelle **31** strahlt ein Erregungslicht mit einer Wellenlänge von 1480 Nanometern aus. Der Er-

regungslichtschalter **41** wird betrieben, um das Erregungslicht an eine beliebige der ersten und zweiten Erregungslicht-Übertragungsleitungen **111** und **112** zu schalten, so dass eine beliebige der ersten und zweiten Erbium-dotierten Fasern EDF11 und EDF12 das Erregungslicht in derselben Richtung wie den Empfang des optischen Signals empfängt.

[0057] Falls der Erregungslichtschalter **41** betrieben wird, um so zu schalten, dass das Erregungslicht an die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 geliefert wird, so dass die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 das Erregungslicht in derselben Richtung wie den Empfang des optischen Signals empfängt, wird die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 erregt, wodurch das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern durch die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 ohne jegliche optische Absorption übertragen wird, und dann das optische Signal mit einer Intensität von 0 dBm aus der zweiten optischen Übertragungsleitung **120** ausgegeben wird. Präzise wird der Großteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den Erregungslichtschalter **41** geschaltet, um durch die erste Erregungslicht-Übertragungsleitung **111** und den ersten optischen Koppler **22** der Ausgangsseite der ersten Erbium-dotierten Faser EDF11 zugeführt zu werden. Andererseits könnte der geringere Anteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den Erregungslichtschalter **41** lecken, wodurch ein Leck-Erregungslicht dann durch den zweiten optischen Koppler **23** der Ausgangsseite der zweiten Erbium-dotierten Faser EDF12 zugeführt wird. Jedoch ist das Leck-Erregungslicht nicht in der Lage, die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 zu erregen, aus welchem Grund das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern in die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 absorbiert wird. Folglich weist ein optisches Ausgangssignal aus der dritten optischen Übertragungsleitung **121** eine Intensität von -60 dBm oder weniger auf. Der Erregungslichtschalter **41** verursacht einen Einführungsverlust von 2 dB und einen Mitzieheffekt von 20 dB, was es dem optischen Schalter erlaubt, frei von jeglichem wesentlichem Einführungsverlust und einem geringen oder reduzierten Mitzieheffekt zu sein.

[0058] Falls der Erregungslichtschalter **41** betrieben wird, um so zu schalten, dass das Erregungslicht an die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 geliefert wird, so dass die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 das Erregungslicht in derselben Richtung wie den Empfang des optischen Signals empfängt, wird die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 erregt, wodurch das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern durch die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 ohne jegliche optische Absorption übertragen wird und dann das optische Signal mit einer Intensität von 0 dBm aus der dritten optischen Übertragungsleitung **121** ausgegeben wird.

Präzise wird der Großteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den Erregungslichtschalter **41** geschaltet, um durch die zweite Erregungslicht-Übertragungsleitung **112** und den zweiten optischen Koppler **23** der Ausgangsseite der zweiten Erbium-dotierten Faser EDF12 zugeführt zu werden. Andererseits könnte der geringere Anteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den Erregungslichtschalter **41** lecken, wodurch ein Leck-Erregungslicht dann durch den ersten optischen Koppler **22** der Ausgangsseite der ersten Erbium-dotierten Faser EDF11 zugeführt wird. Jedoch ist das Leck-Erregungslicht nicht in der Lage, die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 zu erregen, aus welchem Grund das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern in die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 absorbiert wird. Folglich weist ein optisches Ausgangssignal aus der dritten optischen Übertragungsleitung **121** eine Intensität von -60 dBm oder weniger auf. Der Erregungslichtschalter **41** verursacht einen Einführungsverlust von 2 dB und einen Mitzieheffekt von 20 dB, was es dem optischen Schalter erlaubt, frei von jeglichem wesentlichem Einführungsverlust und einem geringen oder reduzierten Mitzieheffekt zu sein.

[0059] Als eine Modifikation der vorstehenden ersten Ausführungsform kann der vorstehende Erregungslichtschalter durch einen optischen Polymerschalter ersetzt werden.

[0060] Falls der optische Polymerschalter **41** betrieben wird, um so zu schalten, dass das Erregungslicht an die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 geliefert wird, so dass die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 das Erregungslicht in derselben Richtung wie den Empfang des optischen Signals empfängt, wird die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 erregt, wodurch das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern durch die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 ohne jegliche optische Absorption übertragen wird und dann das optische Signal mit einer Intensität von 0 dBm aus der zweiten optischen Übertragungsleitung **120** ausgegeben wird. Präzise wird der Großteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den optischen Polymerschalter **41** geschaltet, um durch die erste Erregungslicht-Übertragungsleitung **111** und den ersten optischen Koppler **22** der Ausgangsseite der ersten Erbium-dotierten Faser EDF11 zugeführt zu werden. Andererseits könnte der geringere Anteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den optischen Polymerschalter **41** lecken, wodurch ein Leck-Erregungslicht dann durch den zweiten optischen Koppler **23** der Ausgangsseite der zweiten Erbium-dotierten Faser EDF12 zugeführt wird. Jedoch ist das Leck-Erregungslicht nicht in der Lage, die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 zu erregen, aus welchem Grund das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern in

die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 absorbiert wird. Folglich weist ein optisches Ausgangssignal aus der dritten optischen Übertragungsleitung **121** eine Intensität von -60 dBm oder weniger auf. Der optische Polymerschalter **41** verursacht einen Einführungsverlust von 2 dB und einen Mitzieheffekt von 20 dB, was es dem optischen Schalter erlaubt, frei von jeglichem wesentlichem Einführungsverlust und einem geringen oder reduzierten Mitzieheffekt zu sein.

[0061] Falls der optische Polymerschalter **41** betrieben wird, um so zu schalten, dass das Erregungslicht an die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 geliefert wird, so dass die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 das Erregungslicht in derselben Richtung empfängt wie den Empfang des optischen Signals, wird die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 erregt, wodurch das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern durch die zweite Erbium-dotierte Faser EDF12 ohne jegliche optische Absorption übertragen wird und dann das optische Signal mit einer Intensität von 0 dBm aus der dritten optischen Übertragungsleitung **121** ausgegeben wird. Präzise wird der Großteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den optischen Polymerschalter **41** geschaltet, um durch die zweite Erregungslicht-Übertragungsleitung **112** und den zweiten optischen Koppler **23** der Ausgangsseite der zweiten Erbium-dotierten Faser EDF12 zugeführt zu werden. Andererseits könnte der geringere Anteil des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den optischen Polymerschalter **41** lecken, wodurch ein Leck-Erregungslicht dann durch den ersten optischen Koppler **22** der Ausgangsseite der ersten Erbium-dotierten Faser EDF11 zugeführt wird. Jedoch ist das Leck-Erregungslicht nicht in der Lage, die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 zu erregen, aus welchem Grund das aufgeteilte optische Signal mit der Wellenlänge von 1550 Nanometern in die erste Erbium-dotierte Faser EDF11 absorbiert wird. Folglich weist ein optisches Ausgangssignal aus der dritten optischen Übertragungsleitung **121** eine Intensität von -60 dBm oder weniger auf. Der optische Polymerschalter **41** verursacht einen Einführungsverlust von 2 dB und einen Mitzieheffekt von 20 dB, was es dem optischen Schalter erlaubt, frei von jeglichem wesentlichem Einführungsverlust und einem geringen oder reduzierten Mitzieheffekt zu sein.

[0062] Als weitere Modifikation der vorstehenden ersten Ausführungsform weist das Erregungslicht eine Wellenlänge von 980 Nanometern auf, um die Wellenlänge für eine beträchtliche Verringerung des Rauschfaktors des optischen Ausgangssignals zu reduzieren. In diesem Fall ist der optische Schalter ebenfalls frei von jeglichem wesentlichem Einführungsverlust und einem geringen oder reduzierten Mitzieheffekt.

[0063] In der vorstehenden Ausführungsform beträgt die Anzahl des Wellenlängen-Multiplexens auf jeder optischen Übertragungsleitung eins. Nichtsdestotrotz sind 8, 16, 32 und 64 Wellenlängen-Multiplexen verfügbar, wobei der Losschaltbetrieb auf das Mehrfachwellenlängen-Multiplexen ausgeführt wird.

[0064] Es ist ebenfalls möglich, die Wellenlänge des optischen Eingangssignals auf nicht nur 1550 Nanometer festzulegen, sondern auch auf andere Wellenlängen, wie beispielsweise 1330 Nanometer.

[0065] Es ist ebenfalls möglich, die Wellenlänge des Erregungslichts auf nicht nur 1480 Nanometer oder 980 Nanometer festzulegen, sondern auch auf andere Wellenlängen, vorausgesetzt dass eine derartige Wellenlänge in der Lage ist, die Fremdstoff-dotierte Faser zu erregen. Es ist bevorzugt, die Wellenlänge des Erregungslichts unter Berücksichtigung sowohl der Wellenlänge des optischen Eingangssignals als auch der Art der Fremdstoff-dotierten Faser festzulegen.

[0066] Der vorstehende Erregungslichtschalter kann auch durch einen akusto-optischen Schalter oder einen Schalter auf Quarzbasis ersetzt werden.

[0067] Es ist weiter möglich, eine Intensität des optischen Ausgangssignals durch Regelung einer optischen Leistung des der Fremdstoff-dotierten Faser zuzuführenden Erregungslichts zu regeln. Es ist möglich, die optische Leistung des der Fremdstoff-dotierten Faser zuzuführenden Erregungslichts durch Regelung eines Einführungsstroms in die Erregungslichtquelle oder durch Verwendung eines variablen oder festen Dämpfungsreglers zu regeln.

[0068] Es ist weiterhin möglich, die Erbium-dotierte Faser durch eine mit seltenen Erden dotierte Faser, wie beispielsweise eine Tellurium-dotierte Faser, zu ersetzen. Die Länge der mit seltenen Erden dotierten Faser sowie deren Dotierungskonzentration können in Übereinstimmung mit den erforderlichen Spezifikationen des optischen Schalters festgelegt werden.

[0069] Es ist darüber hinaus möglich, das Erregungslicht in die mit seltenen Erden dotierte Faser in einer beliebigen Richtung oder in beiden Richtungen einzugeben.

[0070] Es ist noch weiter möglich, ein Polarisations-Multiplexen an unterschiedlichen Erregungslichtern, welche separat aus einer Vielzahl unterschiedlicher Erregungslichtquellen ausgestrahlt werden, durchzuführen, um das polarisations-gemultiplexte Erregungslicht in die mit seltenen Erden dotierte Faser einzugeben, um eine hohe Verstärkung zu erzielen.

[0071] Es ist noch weiter möglich, ein Verhältnis op-

tischer Aufteilung an dem optischen Koppler in Übereinstimmung mit den unterschiedlichen Konstruktionsauswahlen frei festzulegen.

[0072] Die Vorkehrungen der geringeren Anzahl der Erregungslichtquelle und der einzelne Erregungslichtschalter erlauben EIN-AUS-Schaltvorgänge der Vielzahl von Gate-Schaltern durch einen einfachen Aufbau. Der vorstehende Schalter weist eine derartige Verstärkungseigenschaft als einen scharfen Anstieg auf, aus welchem Grund im Wesentlichen kein Einfluss aufgrund eines Lecklichtes aus dem Erregungslichtschalter vorliegt. Dies macht den Schalter verfügbar für Schalter mit relativ hohen Mitzieheffekt-Pegeln, wie beispielsweise einem Polymerschalter oder einem LiNbO_3 -Schalter, wodurch ein optischer Schalter mit geringem Mitzieheffekt und geringem Einführungsverlust realisiert wird. Zusätzlich kann die Verwendung der Fremdstoff-dotierten Faser, welche als optischer Leistungsverstärker dient, eine Verstärkung wie der optische Schalter erzielen.

VIERTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0073] Eine vierte erfindungsgemäße Ausführungsform wird ausführlich mit Bezug auf [Fig. 4](#) beschrieben, welche ein Diagramm darstellt, das einen vierten optischen Schalter mit zwei Eingängen und zwei Ausgängen zeigt, welcher in einem neuartigen optischen Add-Drop-Multiplexer verwendet wird. Der vierte neuartige optische Schalter weist ein Paar der vorstehenden, in der ersten Ausführungsform beschriebenen ersten neuartigen optischen Schalter auf. Die beiden ersten neuartigen Schalter sind miteinander durch eine erste optische Übertragungsleitung **110** als eine gemeinsame Leitung verbunden. Falls die linke Seite eines der paarweise angeordneten ersten neuartigen optischen Schalter in der Eingangsseite liegt und die rechte Seite eines der paarweise angeordneten ersten neuartigen optischen Schalter in der Ausgangsseite angeordnet ist, wird der Schaltbetrieb desjenigen der paarweise angeordneten ersten neuartigen optischen Schalter, welcher auf der linken Seite positioniert ist, ausgeführt, um einen beliebigen der beiden Eingänge des vierten optischen Schalters mit den beiden Eingängen und den beiden Ausgängen auszuwählen oder auf diesen umzuschalten, während der Schaltbetrieb desjenigen der paarweise angeordneten ersten neuartigen optischen Schalter, welcher auf der rechten Seite positioniert ist, ausgeführt wird, um einen beliebigen der beiden Ausgänge des vierten optischen Schalter mit den beiden Eingängen und den beiden Ausgängen auszuwählen oder auf diesen umzuschalten, wodurch die Schaltvorgänge der paarweise angeordneten ersten neuartigen optischen Schalter den vierten optischen Schalter mit den beiden Eingängen und den beiden Ausgängen realisieren.

[0074] Jeder der paarweise angeordneten ersten

neuartigen optischen Schalter ist exakt derselbe wie in der ersten Ausführungsform beschrieben, aus welchem Grund Doppelbeschreibungen der ersten neuartigen optischen Schalter vermieden werden.

[0075] Als Modifikation des vorstehenden vierten optischen Schalters ist es auch möglich, dass der vierte optische Schalter ein Paar der in der dritten Ausführungsform beschriebenen vorstehenden dritten optischen Schalter aufweist.

[0076] Die beiden vierten neuartigen Schalter sind miteinander durch eine erste optische Übertragungsleitung **110** als eine gemeinsame Leitung verbunden. Falls derjenige der paarweise angeordneten vierten neuartigen optischen Schalter, welcher auf der linken Seite positioniert ist, in der Eingangsseite liegt und derjenige der paarweise angeordneten vierten neuartigen optischen Schalter, welcher auf der rechten Seite positioniert ist, in der Ausgangsseite angeordnet ist, wird der Schaltbetrieb desjenigen der paarweise angeordneten vierten neuartigen optischen Schalter, welcher auf der linken Seite positioniert ist, ausgeführt, um einen beliebigen der beiden Eingänge des fünften optischen Schalters mit den beiden Eingängen und den beiden Ausgängen auszuwählen oder auf diesen umzuschalten, während der Schaltbetrieb desjenigen der paarweise angeordneten vierten neuartigen optischen Schalter, welcher auf der rechten Seite positioniert ist, ausgeführt wird, um einen der beiden Ausgänge des fünften optischen Schalters mit den beiden Eingängen und den beiden Ausgängen auszuwählen oder auf diesen umzuschalten, wodurch die Schaltvorgänge der paarweise angeordneten vierten neuartigen optischen Schalter den fünften neuartigen optischen Schalter mit den beiden Eingängen und den beiden Ausgängen realisieren.

[0077] Jeder der paarweise angeordneten vierten neuartigen optischen Schalter ist exakt derselbe wie in der vierten Ausführungsform beschrieben, aus welchem Grund auf Doppelbeschreibungen der vierten neuartigen optischen Schalter verzichtet wird.

[0078] In der vorstehenden Ausführungsform beträgt die Anzahl des Wellenlängen-Multiplexens auf jeder optischen Übertragungsleitung eins. Nichtsdestotrotz sind 8, 16, 32 und 64 Wellenlängen-Multiplexen verfügbar, wobei der Losschaltbetrieb auf das Mehrfachwellenlängen-Multiplexen ausgeführt wird.

[0079] Es ist ebenfalls möglich, die Wellenlänge des optischen Eingangssignals auf nicht nur 1550 Nanometer festzulegen, sondern auch auf andere Wellenlängen, wie beispielsweise 1330 Nanometer.

[0080] Es ist ebenfalls möglich, die Wellenlänge des Erregungslichts auf nicht nur 1480 Nanometer oder 980 Nanometer festzulegen, sondern auch auf andere Wellenlängen, vorausgesetzt dass eine derartige

Wellenlänge in der Lage ist, die Fremdstoff-dotierte Faser zu erregen. Es ist bevorzugt, die Wellenlänge des Erregungslichts unter Berücksichtigung sowohl der Wellenlänge des optischen Eingangssignals als auch der Art der Fremdstoff-dotierten Faser festzulegen.

[0081] Der vorstehende Erregungslichtschalter kann auch durch einen akusto-optischen Schalter oder einen Schalter auf Quarzbasis ersetzt werden.

[0082] Es ist weiter möglich, eine Intensität des optischen Ausgangssignals durch Regelung einer optischen Leistung des der Fremdstoff-dotierten Faser zuzuführenden Erregungslichts zu regeln. Es ist möglich, die optische Leistung des der Fremdstoff-dotierten Faser zuzuführenden Erregungslichts durch Regelung eines Einführungsstroms in die Erregungslichtquelle oder durch Verwendung eines variablen oder festen Dämpfungsreglers zu regeln.

[0083] Es ist weiterhin möglich, die Erbium-dotierte Faser durch eine mit seltenen Erden dotierte Faser, wie beispielsweise eine Tellurium-dotierte Faser, zu ersetzen. Die Länge der mit seltenen Erden dotierten Faser sowie deren Dotierungskonzentration können in Übereinstimmung mit den erforderlichen Spezifikationen des optischen Schalters festgelegt werden.

[0084] Es ist darüber hinaus möglich, das Erregungslicht in die mit seltenen Erden dotierte Faser in einer beliebigen Richtung oder in beiden Richtungen einzugeben.

[0085] Es ist noch weiter möglich, ein Polarisations-Multiplexen an unterschiedlichen Erregungslichtern, welche separat aus einer Vielzahl unterschiedlicher Erregungslichtquellen ausgestrahlt werden, durchzuführen, um das polarisations-gemultiplexte Erregungslicht in die mit seltenen Erden dotierte Faser einzugeben, um eine hohe Verstärkung zu erzielen.

[0086] Es ist noch weiter möglich, ein Verhältnis optischer Aufteilung an dem optischen Koppler in Übereinstimmung mit den unterschiedlichen Konstruktionsauswahlen frei festzulegen.

[0087] Die Vorkehrungen der geringeren Anzahl der Erregungslichtquelle und der einzelne Erregungslichtschalter erlauben EIN-AUS-Schaltvorgänge der Vielzahl von Gate-Schaltern durch einen einfachen Aufbau. Der vorstehende Schalter weist eine derartige Verstärkungseigenschaft als einen scharfen Anstieg auf, aus welchem Grund im Wesentlichen kein Einfluss aufgrund eines Lecklichtes aus dem Erregungslichtschalter vorliegt. Dies macht den Schalter verfügbar für Schalter mit relativ hohen Mitzieheffekt-Pegeln, wie beispielsweise einem Polymerschalter oder einem LiNbO_3 -Schalter, wodurch ein opti-

scher Schalter mit geringem Mitzieheffekt und geringem Einführungsverlust realisiert wird. Zusätzlich kann die Verwendung der Fremdstoff-dotierten Faser, welche als optischer Leistungsverstärker dient, eine Verstärkung wie der optische Schalter erzielen.

FÜNFTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0088] Eine fünfte erfindungsgemäße Ausführungsform wird ausführlich mit Bezug auf [Fig. 5](#) beschrieben, welche ein Diagramm darstellt, das einen fünften optischen Schalter mit zwei Eingängen und zwei Ausgängen zeigt, der in einem neuartigen Add-Drop-Multiplexer verwendet wird. Ein struktureller Unterschied des sechsten neuartigen Schalters von dem vierten optischen Schalter besteht in der Bereitstellung einer einzelnen oder gemeinsamen Erregungslichtquelle an ein Paar modifizierter erster optischer Schalter unter Ausschluss in der ersten Ausführungsform beschriebener einzelner Erregungslichtquellen.

[0089] Der fünfte optische Schalter weist ein Paar der in der ersten Ausführungsform beschriebenen ersten neuartigen optischen Schalter auf. Die beiden ersten neuartigen optischen Schalter sind miteinander durch eine erste optische Übertragungsleitung **110** als eine gemeinsame Leitung verbunden. Die beiden ersten neuartigen optischen Schalter sind verbunden und sind ebenfalls mit der einzigen und gemeinsamen Erregungslichtquelle **31** verbunden, um die Anzahl der erforderlichen Erregungslichtquelle zu verringern. Wenn derjenige der paarweise angeordneten ersten neuartigen optischen Schalter auf der linken Seite in der Eingangsseite liegt und derjenige der paarweise angeordneten ersten neuartigen optischen Schalter auf der rechten Seite in der Ausgangsseite liegt, dann wird der Schaltbetrieb des linken der paarweise angeordneten ersten neuartigen optischen Schalter ausgeführt, um einen beliebigen der beiden Eingänge des sechsten neuartigen optischen Schalters mit den beiden Eingängen und den beiden Ausgängen auszuwählen oder auf diesen umzuschalten, während der Schaltbetrieb des rechten der paarweise angeordneten ersten neuartigen optischen Schalter ausgeführt wird, um einen beliebigen der beiden Ausgänge des sechsten neuartigen optischen Schalters mit den beiden Eingängen und den beiden Ausgängen auszuwählen oder auf diesen umzuschalten, wodurch die Schalteroperationen der paarweise angeordneten ersten neuartigen optischen Schalter den sechsten neuartigen optischen Schalter mit den beiden Eingängen und den beiden Ausgängen realisieren.

[0090] Jeder der paarweise angeordneten ersten neuartigen Schalter entspricht der Beschreibung in der ersten Ausführungsform mit der Ausnahme des Ausschlusses der einzelnen Erregungslichtquellen, aus welchem Grund auf Doppelbeschreibungen der

ersten neuartigen optischen Schalter verzichtet wird.

[0091] Als Modifikation des vorstehenden sechsten neuartigen optischen Schalters ist es auch möglich, dass der sechste neuartige optische Schalter ein Paar der vorstehenden, in der vierten Ausführungsform beschriebenen vierten neuartigen optischen Schalter aufweist. Die beiden vierten neuartigen optischen Schalter sind miteinander durch eine erste optische Übertragungsleitung **110** als eine gemeinsame Leitung verbunden. Die beiden ersten neuartigen optischen Schalter sind verbunden und sind ebenfalls mit der einzigen und gemeinsamen Erregungslichtquelle **31** verbunden, um die Anzahl der erforderlichen Erregungslichtquelle zu verringern. Wenn derjenige der paarweise angeordneten vierten neuartigen optischen Schalter auf der linken Seite in der Eingangsseite liegt und derjenige der paarweise angeordneten vierten neuartigen optischen Schalter auf der rechten Seite in der Ausgangsseite liegt, dann wird der Schaltbetrieb des linken der paarweise angeordneten vierten neuartigen optischen Schalter ausgeführt, um einen beliebigen der beiden Eingänge des sechsten neuartigen optischen Schalters mit den beiden Eingängen und den beiden Ausgängen auszuwählen oder auf diesen umzuschalten, während der Schaltbetrieb des rechten der paarweise angeordneten vierten neuartigen optischen Schalter ausgeführt wird, um einen beliebigen der beiden Ausgänge des sechsten neuartigen optischen Schalters mit den beiden Eingängen und den beiden Ausgängen auszuwählen oder auf diesen umzuschalten, wodurch die Schaltoperationen der paarweise angeordneten vierten neuartigen optischen Schalter den sechsten neuartigen optischen Schalter mit den beiden Eingängen und den beiden Ausgängen realisieren.

[0092] Jeder der paarweise angeordneten vierten neuartigen optischen Schalter entspricht exakt dem in der vierten Ausführungsform beschriebenen, aus welchem Grund auf Doppelbeschreibungen der vierten neuartigen optischen Schalter verzichtet wird.

[0093] In der vorstehenden Ausführungsform beträgt die Anzahl des Wellenlängen-Multiplexens auf jeder optischen Übertragungsleitung eins. Nichtsdestotrotz sind 8, 16, 32 und 64 Wellenlängen-Multiplexen verfügbar, wobei der Losschaltbetrieb auf das Mehrfachwellenlängen-Multiplexen ausgeführt wird.

[0094] Es ist ebenfalls möglich, die Wellenlänge des optischen Eingangssignals auf nicht nur 1550 Nanometer festzulegen, sondern auch auf andere Wellenlängen, wie beispielsweise 1330 Nanometer.

[0095] Es ist ebenfalls möglich, die Wellenlänge des Erregungslichts auf nicht nur 1480 Nanometer oder 980 Nanometer festzulegen, sondern auch auf andere Wellenlängen, vorausgesetzt dass eine derartige

Wellenlänge in der Lage ist, die Fremdstoff-dotierte Faser zu erregen. Es ist bevorzugt, die Wellenlänge des Erregungslichts unter Berücksichtigung sowohl der Wellenlänge des optischen Eingangssignals als auch der Art der Fremdstoff-dotierten Faser festzulegen.

[0096] Der vorstehende Erregungslichtschalter kann auch durch einen akusto-optischen Schalter oder einen Schalter auf Quarzbasis ersetzt werden.

[0097] Es ist weiter möglich, eine Intensität des optischen Ausgangssignals durch Regelung einer optischen Leistung des der Fremdstoff-dotierten Faser zuzuführenden Erregungslichts zu regeln. Es ist möglich, die optische Leistung des der Fremdstoff-dotierten Faser zuzuführenden Erregungslichts durch Regelung eines Einführungsstroms in die Erregungslichtquelle oder durch Verwendung eines variablen oder festen Dämpfungsreglers zu regeln.

[0098] Es ist weiterhin möglich, die Erbium-dotierte Faser durch eine mit seltenen Erden dotierte Faser, wie beispielsweise eine Tellurium-dotierte Faser, zu ersetzen. Die Länge der mit seltenen Erden dotierten Faser sowie deren Dotierungskonzentration können in Übereinstimmung mit den erforderlichen Spezifikationen des optischen Schalters festgelegt werden.

[0099] Es ist darüber hinaus möglich, das Erregungslicht in die mit seltenen Erden dotierte Faser in einer beliebigen Richtung oder in beiden Richtungen einzugeben.

[0100] Es ist noch weiter möglich, ein Polarisations-Multiplexen an unterschiedlichen Erregungslichtern, welche separat aus einer Vielzahl unterschiedlicher Erregungslichtquellen ausgestrahlt werden, durchzuführen, um das polarisations-gemultiplexte Erregungslicht in die mit seltenen Erden dotierte Faser einzugeben, um eine hohe Verstärkung zu erzielen.

[0101] Es ist noch weiter möglich, ein Verhältnis optischer Aufteilung an dem optischen Koppler in Übereinstimmung mit den unterschiedlichen Konstruktionsauswahlen frei festzulegen.

[0102] Die Vorrichtungen der geringeren Anzahl der Erregungslichtquelle und der einzelne Erregungslichtschalter erlauben EIN-AUS-Schaltvorgänge der Vielzahl von Gate-Schaltern durch einen einfachen Aufbau. Der vorstehende Schalter weist eine derartige Verstärkungseigenschaft als einen scharfen Anstieg auf, aus welchem Grund im Wesentlichen kein Einfluss aufgrund eines Lecklichtes aus dem Erregungslichtschalter vorliegt. Dies macht den Schalter verfügbar für Schalter mit relativ hohen Mitzieheffekt-Pegeln, wie beispielsweise einem Polymerschalter oder einem LiNbO_3 -Schalter, wodurch ein opti-

scher Schalter mit geringem Mitzieheffekt und geringem Einführungsverlust realisiert wird. Zusätzlich kann die Verwendung der Fremdstoff-dotierten Faser, welche als optischer Leistungsverstärker dient, eine Verstärkung wie der optische Schalter erzielen.

SECHSTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0103] Eine sechste erfindungsgemäße Ausführungsform wird ausführlich mit Bezug auf [Fig. 6](#) beschrieben, welche ein Diagramm darstellt, das einen sechsten optischen Schalter mit vier separaten optischen Übertragungsleitungen zur separaten Schaltung optischer Signalübertragungen auf den vier separaten optischen Übertragungsleitungen zeigt, der in einem neuartigen Add-Drop-Multiplexer verwendet wird.

[0104] Der sechste optische Schalter weist eine erste, zweite, dritte und vierte optische Übertragungsleitung **1**, **2**, **3** und **4** auf, auf welchen separate optische Signale übertragen werden. Der sechste optische Schalter weist ebenfalls eine Erregungslichtquelle **31** zur Ausstrahlung eines Erregungslichts auf. Der sechste optische Schalter weist ebenfalls einen Erregungslichtschalter **41** mit einem einzelnen Eingang auf, welcher mit der Erregungslichtquelle **31** und vier Ausgängen verbunden ist. Der Erregungslichtschalter **41** ist fähig zu separaten EIN-AUS-Schaltoperationen zu Übertragungen des Erregungslichts von den vier Ausgängen.

[0105] Die erste optische Übertragungsleitung **1** weist eine erste optische Übertragungsleitung **211** der Eingangsseite und eine erste optische Übertragungsleitung **221** der Ausgangsseite auf, wobei die erste optische Übertragungsleitung **211** der Eingangsseite durch eine erste Erbium-dotierte Faser **11EDF** mit der ersten optischen Übertragungsleitung **211** der Eingangsseite verbunden ist. Ein erster optischer Koppler **21** ist auf der ersten optischen Übertragungsleitung **211** der Eingangsseite bereitgestellt. Der erste optische Koppler **21** ist mit einem ersten Ausgang des Erregungslichtschalters **41** verbunden. Ein erstes optisches Signal wird auf der ersten optischen Übertragungsleitung **211** der Eingangsseite durch die erste Erbium-dotierte Faser **11EDF** zu der ersten optischen Übertragungsleitung **211** der Eingangsseite übertragen. Falls der Erregungslichtschalter **41** betrieben wird, um EIN zu schalten, um die Übertragung des Erregungslichts, welches aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlt wird, durch den ersten optischen Koppler **21** an die erste Erbium-dotierte Faser **11EDF** zu erlauben, wird die erste Erbium-dotierte Faser **11EDF** erregt, um zu erlauben, dass die Übertragung des ersten optischen Signals, welches auf der ersten optischen Übertragungsleitung **211** der Eingangsseite übertragen wurde, durch die erste Erbium-dotierte Faser **11EDF** an die erste optische Übertragungsleitung **221** der Ausgangsseite

übertragen wird.

[0106] Die zweite optische Übertragungsleitung **1** weist eine zweite optische Übertragungsleitung **212** der Eingangsseite und eine zweite optische Übertragungsleitung **222** der Ausgangsseite auf, wobei die zweite optische Übertragungsleitung **212** der Eingangsseite durch eine zweite Erbium-dotierte Faser **12EDF** mit der zweiten optischen Übertragungsleitung **212** der Eingangsseite verbunden ist. Ein zweiter optischer Koppler **22** ist auf der zweiten optischen Übertragungsleitung **212** der Eingangsseite bereitgestellt. Der zweite optische Koppler **22** ist mit einem zweiten Ausgang des Erregungslichtschalters **41** verbunden. Ein zweites optisches Signal wird auf der zweiten optischen Übertragungsleitung **212** der Eingangsseite durch die zweite Erbium-dotierte Faser **12EDF** zu der zweiten optischen Übertragungsleitung **212** der Eingangsseite übertragen. Falls der Erregungslichtschalter **41** betrieben wird, um EIN zu schalten, um die Übertragung des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den zweiten optischen Koppler **22** zu der zweiten Erbium-dotierten Faser **12EDF** zu erlauben, wird die zweite Erbium-dotierte Faser **12EDF** erregt, um zu erlauben, dass die Übertragung des zweiten optischen Signals, welches auf der zweiten optischen Übertragungsleitung **212** der Eingangsseite übertragen wurde, durch die zweite Erbium-dotierte Faser **12EDF** zu der zweiten optischen Übertragungsleitung **222** der Ausgangsseite übertragen wird.

[0107] Die dritte optische Übertragungsleitung **1** weist eine dritte optische Übertragungsleitung **213** der Eingangsseite und eine dritte optische Übertragungsleitung **223** der Ausgangsseite auf, wobei die dritte optische Übertragungsleitung **213** der Eingangsseite durch eine dritte Erbium-dotierte Faser **13EDF** mit der dritten optischen Übertragungsleitung **213** der Eingangsseite verbunden ist. Ein dritter optischer Koppler **23** ist auf der dritten optischen Übertragungsleitung **213** der Eingangsseite bereitgestellt. Der dritte optische Koppler **23** ist mit einem dritten Ausgang des Erregungslichtschalters **41** verbunden. Ein drittes optisches Signal wird auf der dritten optischen Übertragungsleitung **213** der Eingangsseite durch die dritte Erbium-dotierte Faser **13EDF** zu der dritten optischen Übertragungsleitung **213** der Eingangsseite übertragen. Falls der Erregungslichtschalter **41** betrieben wird, um EIN zu schalten, um die Übertragung des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den dritten optischen Koppler **23** zu der dritten Erbium-dotierten Faser **13EDF** zu erlauben, wird die dritte Erbium-dotierte Faser **13EDF** erregt, um zu erlauben, dass die Übertragung des dritten optischen Signals, welches auf der dritten optischen Übertragungsleitung **213** der Eingangsseite übertragen wurde, durch die dritte Erbium-dotierte Faser **13EDF** zu der dritten optischen Übertragungsleitung **223** der Ausgangsseite

übertragen wird.

[0108] Die vierte optische Übertragungsleitung **1** weist eine vierte optische Übertragungsleitung **214** der Eingangsseite und eine vierte optische Übertragungsleitung **224** der Ausgangsseite auf, wobei die vierte optische Übertragungsleitung **214** der Eingangsseite durch eine vierte Erbium-dotierte Faser **14EDF** mit der vierten optischen Übertragungsleitung **214** der Eingangsseite verbunden ist. Ein vierter optischer Koppler **24** ist auf der vierten optischen Übertragungsleitung **214** der Eingangsseite bereitgestellt. Der vierte optische Koppler **24** ist mit einem vierten Ausgang des Erregungslichtschalters **41** verbunden. Ein viertes optisches Signal wird auf der vierten optischen Übertragungsleitung **214** der Eingangsseite durch die vierte Erbium-dotierte Faser **14EDF** zu der vierten optischen Übertragungsleitung **214** der Eingangsseite übertragen. Falls der Erregungslichtschalter **41** betrieben wird, um EIN zu schalten, um die Übertragung des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den vierten optischen Koppler **24** zu der vierten Erbium-dotierten Faser **14EDF** zu erlauben, wird die vierte Erbium-dotierte Faser **14EDF** erregt, um zu erlauben, dass die Übertragung des vierten optischen Signals, welches auf der vierten optischen Übertragungsleitung **214** der Eingangsseite übertragen wurde, durch die vierte Erbium-dotierte Faser **14EDF** zu der vierten optischen Übertragungsleitung **224** der Ausgangsseite übertragen wird.

[0109] Der Erregungslichtschalter **41** ist fähig zu separaten EIN-AUS-Schaltoperationen an die vier Ausgänge, von welchen das Erregungslicht ausgegeben wird. Falls der Erregungslichtschalter **41** betrieben wird, um zu den vier Ausgängen EIN zu schalten, werden die Erregungslichter durch die ersten, zweiten, dritten und vierten Koppler **21**, **22**, **23** und **24** den ersten, zweiten, dritten und vierten Erbium-dotierten Fasern **11EDF**, **12EDF**, **13EDF** und **14EDF** zugeführt, wodurch die ersten, zweiten, dritten und vierten optischen Signale durch die ersten, zweiten, dritten und vierten Erbium-dotierten Fasern **11EDF**, **12EDF**, **13EDF** und **14EDF** an die ersten, zweiten, dritten und vierten optischen Übertragungsleitungen **221**, **222**, **223** und **224** der Ausgangsseite übertragen werden. Falls der Erregungslichtschalter **41** betrieben wird, um zu den ersten, zweiten und dritten Ausgängen EIN zu schalten, werden die Erregungslichter durch die ersten, zweiten und dritten Koppler **21**, **22** und **23** den ersten, zweiten und dritten Erbium-dotierten Fasern **11EDF**, **12EDF** und **13EDF** zugeführt, wobei die ersten, zweiten und dritten optischen Signale durch die ersten, zweiten und dritten Erbium-dotierten Fasern **11EDF**, **12EDF** und **13EDF** an die ersten, zweiten und dritten optischen Übertragungsleitungen **221**, **222** und **223** der Ausgangsseite übertragen werden, während das vierte optische Signal durch die vierte Erbium-dotierte Faser **14EDF** absorbiert wird. Falls

der Erregungslichtschalter **41** betrieben wird, um zu den ersten und zweiten Ausgängen EIN zu schalten, werden die Erregungslichter durch die ersten und zweiten Koppler **21** und **22** den ersten und zweiten Erbium-dotierten Fasern **11EDF** und **12EDF** zugeführt, wodurch die ersten und zweiten optischen Signale durch die ersten und zweiten Erbium-dotierten Fasern **11EDF** und **12EDF** zu den ersten und zweiten optischen Übertragungsleitungen **221** und **222** der Ausgangsseite übertragen werden, während die dritten und vierten optischen Signale durch die dritten und vierten Erbium-dotierten Fasern **13EDF** und **14EDF** absorbiert werden. Falls der Erregungslichtschalter **41** betrieben wird, um zu dem ersten Ausgang EIN zu schalten, werden die Erregungslichter durch den ersten Koppler **21** der ersten Erbium-dotierten Faser **11EDF** zugeführt, wodurch das erste optische Signal durch die erste Erbium-dotierte Faser **11EDF** zu der ersten optischen Übertragungsleitung **221** der Ausgangsseite übertragen wird, während die zweiten, dritten und vierten optischen Signale durch die zweiten, dritten und vierten Erbium-dotierten Fasern **12EDF**, **13EDF** und **14EDF** absorbiert werden.

[0110] In der vorstehenden Ausführungsform beträgt die Anzahl des Wellenlängen-Multiplexens auf jeder optischen Übertragungsleitung eins. Nichtsdestotrotz sind 8, 16, 32 und 64 Wellenlängen-Multiplexen verfügbar, wobei der Losschaltbetrieb auf das Mehrfachwellenlängen-Multiplexen ausgeführt wird.

[0111] Es ist ebenfalls möglich, die Wellenlänge des optischen Eingangssignals auf nicht nur 1550 Nanometer festzulegen, sondern auch auf andere Wellenlängen, wie beispielsweise 1330 Nanometer.

[0112] Es ist ebenfalls möglich, die Wellenlänge des Erregungslichts auf nicht nur 1480 Nanometer oder 980 Nanometer festzulegen, sondern auch auf andere Wellenlängen, vorausgesetzt dass eine derartige Wellenlänge in der Lage ist, die Fremdstoff-dotierte Faser zu erregen. Es ist bevorzugt, die Wellenlänge des Erregungslichts unter Berücksichtigung sowohl der Wellenlänge des optischen Eingangssignals als auch der Art der Fremdstoff-dotierten Faser festzulegen.

[0113] Der vorstehende Erregungslichtschalter kann auch durch einen akusto-optischen Schalter oder einen Schalter auf Quarzbasis ersetzt werden.

[0114] Es ist weiter möglich, eine Intensität des optischen Ausgangssignals durch Regelung einer optischen Leistung des der Fremdstoff-dotierten Faser zuzuführenden Erregungslichts zu regeln. Es ist möglich, die optische Leistung des der Fremdstoff-dotierten Faser zuzuführenden Erregungslichts durch Regelung eines Einführungsstroms in die Erregungslichtquelle oder durch Verwendung eines variablen oder festen Dämpfungsreglers zu regeln.

[0115] Es ist weiterhin möglich, die Erbium-dotierte Faser durch eine mit seltenen Erden dotierte Faser, wie beispielsweise eine Tellurium-dotierte Faser, zu ersetzen. Die Länge der mit seltenen Erden dotierten Faser sowie deren Dotierungskonzentration können in Übereinstimmung mit den erforderlichen Spezifikationen des optischen Schalters festgelegt werden.

[0116] Es ist darüber hinaus möglich, das Erregungslicht in die mit seltenen Erden dotierte Faser in einer beliebigen Richtung oder in beiden Richtungen einzugeben.

[0117] Es ist noch weiter möglich, ein Polarisations-Multiplexen an unterschiedlichen Erregungslichtern, welche separat aus einer Vielzahl unterschiedlicher Erregungslichtquellen ausgestrahlt werden, durchzuführen, um das polarisations-gemultiplexte Erregungslicht in die mit seltenen Erden dotierte Faser einzugeben, um eine hohe Verstärkung zu erzielen.

[0118] Es ist noch weiter möglich, ein Verhältnis optischer Aufteilung an dem optischen Koppler in Übereinstimmung mit den unterschiedlichen Konstruktionsauswahlen frei festzulegen.

[0119] Die Vorkehrungen der geringeren Anzahl der Erregungslichtquelle und der einzelne Erregungslichtschalter erlauben EIN-AUS-Schaltvorgänge der Vielzahl von Gate-Schaltern durch einen einfachen Aufbau. Der vorstehende Schalter weist eine derartige Verstärkungseigenschaft als einen scharfen Anstieg auf, aus welchem Grund im Wesentlichen kein Einfluss aufgrund eines Lecklichtes aus dem Erregungslichtschalter vorliegt. Dies macht den Schalter verfügbar für Schalter mit relativ hohen Mitzieheffekt-Pegeln, wie beispielsweise einem Polymerschalter oder einem LiNbO_3 -Schalter, wodurch ein optischer Schalter mit geringem Mitzieheffekt und geringem Einführungsverlust realisiert wird. Zusätzlich kann die Verwendung der Fremdstoff-dotierten Faser, welche als optischer Leistungsverstärker dient, eine Verstärkung wie der optische Schalter erzielen.

SIEBTE AUSFÜHRUNGSFORM

[0120] Eine siebte erfindungsgemäße Ausführungsform wird ausführlich mit Bezug auf [Fig. 7](#) beschrieben, welche ein Diagramm darstellt, das einen siebten optischen Schalter mit vier separaten optischen Übertragungsleitungen zur separaten Schaltung optischer Signalübertragungen auf den vier separaten optischen Übertragungsleitungen aufweist, der in einem neuartigen optischen Add-Drop-Multiplexer verwendet wird. Ein struktureller Unterschied des siebten optischen Schalters von dem sechsten optischen Schalter besteht in der Bereitstellung von Doppel-Erregungslichtquellen und einer optischen Querverbindung, welche als Schalter dient.

[0121] Der siebte neuartige optische Schalter weist eine erste, zweite, dritte und vierte optische Übertragungsleitung **1**, **2**, **3** und **4** auf, auf welchen separate optische Signale übertragen werden. Der siebte neuartige optische Schalter weist ebenfalls erste und zweite Erregungslichtquellen **32** und **33** zur Ausstrahlung von Erregungslichtern auf. Der siebte neuartige optische Schalter weist ebenfalls eine optische Querverbindung **81** auf, welche als Schalter mit zwei Eingängen, die mit den ersten und zweiten Erregungslichtquellen **32** und **33** verbunden sind, und vier Ausgängen dient. Die optische Querverbindung **81** ist fähig zu separaten Schaltvorgängen der vier Ausgänge für jedes der von den ersten und zweiten Erregungslichtquellen **32** und **33** ausgestrahlten Erregungslichtern. Die Doppel-Erregungslichtquellen **32** und **33** erhöhen die Erregungsleistung, welche den einzelnen Erbium-dotierten Fasern auf den ersten bis vierten optischen Übertragungsleitungen **1**, **2**, **3** und **4** zugeführt werden soll.

[0122] Die erste optische Übertragungsleitung **1** weist eine erste optische Übertragungsleitung **211** der Eingangsseite und eine erste optische Übertragungsleitung **221** der Ausgangsseite auf, wobei die erste optische Übertragungsleitung **211** der Eingangsseite durch eine erste Erbium-dotierte Faser **11EDF** mit der ersten optischen Übertragungsleitung **211** der Eingangsseite verbunden ist. Ein erster optischer Koppler **21** ist auf der ersten optischen Übertragungsleitung **211** der Eingangsseite bereitgestellt. Der erste optische Koppler **21** ist mit einem ersten Ausgang der optischen Querverbindung **81** verbunden. Ein erstes optisches Signal wird auf der ersten optischen Übertragungsleitung **211** der Eingangsseite durch die erste Erbium-dotierte Faser **11EDF** zu der ersten optischen Übertragungsleitung **211** der Eingangsseite übertragen. Falls die optische Querverbindung **81** betrieben wird, um EIN zu schalten, um die Übertragung des Erregungslichts, welches aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlt wird, durch den ersten optischen Koppler **21** an die erste Erbium-dotierte Faser **11EDF** zu erlauben, wird die erste Erbium-dotierte Faser **11EDF** erregt, um zu erlauben, dass die Übertragung des ersten optischen Signals, welches auf der ersten optischen Übertragungsleitung **211** der Eingangsseite übertragen wurde, durch die erste Erbium-dotierte Faser **11EDF** an die erste optische Übertragungsleitung **221** der Ausgangsseite übertragen wird.

[0123] Die zweite optische Übertragungsleitung **1** weist eine zweite optische Übertragungsleitung **212** der Eingangsseite und eine zweite optische Übertragungsleitung **222** der Ausgangsseite auf, wobei die zweite optische Übertragungsleitung **212** der Eingangsseite durch eine zweite Erbium-dotierte Faser **12EDF** mit der zweiten optischen Übertragungsleitung **212** der Eingangsseite verbunden ist. Ein zweiter optischer Koppler **22** ist auf der zweiten optischen

Übertragungsleitung **212** der Eingangsseite bereitgestellt. Der zweite optische Koppler **22** ist mit einem zweiten Ausgang der optischen Querverbindung **81** verbunden. Ein zweites optisches Signal wird auf der zweiten optischen Übertragungsleitung **212** der Eingangsseite durch die zweite Erbium-dotierte Faser **12EDF** zu der zweiten optischen Übertragungsleitung **212** der Eingangsseite übertragen. Falls die optische Querverbindung **81** betrieben wird, um EIN zu schalten, um die Übertragung des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den zweiten optischen Koppler **22** zu der zweiten Erbium-dotierten Faser **12EDF** zu erlauben, wird die zweite Erbium-dotierte Faser **12EDF** erregt, um zu erlauben, dass die Übertragung des zweiten optischen Signals, welches auf der zweiten optischen Übertragungsleitung **212** der Eingangsseite übertragen wurde, durch die zweite Erbium-dotierte Faser **12EDF** zu der zweiten optischen Übertragungsleitung **222** der Ausgangsseite übertragen wird.

[0124] Die dritte optische Übertragungsleitung **1** weist eine dritte optische Übertragungsleitung **213** der Eingangsseite und eine dritte optische Übertragungsleitung **223** der Ausgangsseite auf, wobei die dritte optische Übertragungsleitung **213** der Eingangsseite durch eine dritte Erbium-dotierte Faser **13EDF** mit der dritten optischen Übertragungsleitung **213** der Eingangsseite verbunden ist. Ein dritter optischer Koppler **23** ist auf der dritten optischen Übertragungsleitung **213** der Eingangsseite bereitgestellt. Der dritte optische Koppler **23** ist mit einem dritten Ausgang der optischen Querverbindung **81** verbunden. Ein drittes optisches Signal wird auf der dritten optischen Übertragungsleitung **213** der Eingangsseite durch die dritte Erbium-dotierte Faser **13EDF** zu der dritten optischen Übertragungsleitung **213** der Eingangsseite übertragen. Falls die optische Querverbindung **81** betrieben wird, um EIN zu schalten, um die Übertragung des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den dritten optischen Koppler **23** zu der dritten Erbium-dotierten Faser **13EDF** zu erlauben, wird die dritte Erbium-dotierte Faser **13EDF** erregt, um zu erlauben, dass die Übertragung des dritten optischen Signals, welches auf der dritten optischen Übertragungsleitung **213** der Eingangsseite übertragen wurde, durch die dritte Erbium-dotierte Faser **13EDF** zu der dritten optischen Übertragungsleitung **223** der Ausgangsseite übertragen wird.

[0125] Die vierte optische Übertragungsleitung **1** weist eine vierte optische Übertragungsleitung **214** der Eingangsseite und eine vierte optische Übertragungsleitung **224** der Ausgangsseite auf, wobei die vierte optische Übertragungsleitung **214** der Eingangsseite durch eine vierte Erbium-dotierte Faser **14EDF** mit der vierten optischen Übertragungsleitung **214** der Eingangsseite verbunden ist. Ein vierter optischer Koppler **24** ist auf der vierten optischen Über-

tragungsleitung **214** der Eingangsseite bereitgestellt. Der vierte optische Koppler **24** ist mit einem vierten Ausgang der optischen Querverbindung **81** verbunden. Ein viertes optisches Signal wird auf der vierten optischen Übertragungsleitung **214** der Eingangsseite durch die vierte Erbium-dotierte Faser **14EDF** zu der vierten optischen Übertragungsleitung **214** der Eingangsseite übertragen. Falls die optische Querverbindung **81** betrieben wird, um EIN zu schalten, um die Übertragung des aus der Erregungslichtquelle **31** ausgestrahlten Erregungslichts durch den vierten optischen Koppler **24** zu der vierten Erbium-dotierten Faser **14EDF** zu erlauben, wird die vierte Erbium-dotierte Faser **14EDF** erregt, um zu erlauben, dass die Übertragung des vierten optischen Signals, welches auf der vierten optischen Übertragungsleitung **214** der Eingangsseite übertragen wurde, durch die vierte Erbium-dotierte Faser **14EDF** zu der vierten optischen Übertragungsleitung **224** der Ausgangsseite übertragen wird.

[0126] Die optische Querverbindung **81** ist fähig zu separaten EIN-AUS-Schaltoperationen an die vier Ausgänge, von welchen das Erregungslicht ausgegeben wird. Falls die optische Querverbindung **81** betrieben wird, um zu den vier Ausgängen EIN zu schalten, werden die Erregungslichter durch die ersten, zweiten, dritten und vierten Koppler **21**, **22**, **23** und **24** den ersten, zweiten, dritten und vierten Erbium-dotierten Fasern **11EDF**, **12EDF**, **13EDF** und **14EDF** zugeführt, wodurch die ersten, zweiten, dritten und vierten optischen Signale durch die ersten, zweiten, dritten und vierten Erbium-dotierten Fasern **11EDF**, **12EDF**, **13EDF** und **14EDF** an die ersten, zweiten, dritten und vierten optischen Übertragungsleitungen **221**, **222**, **223** und **224** der Ausgangsseite übertragen werden. Falls die optische Querverbindung **81** betrieben wird, um zu den ersten, zweiten und dritten Ausgängen EIN zu schalten, werden die Erregungslichter durch die ersten, zweiten und dritten Koppler **21**, **22** und **23** den ersten, zweiten und dritten Erbium-dotierten Fasern **11EDF**, **12EDF** und **13EDF** zugeführt, wobei die ersten, zweiten und dritten optischen Signale durch die ersten, zweiten und dritten Erbium-dotierten Fasern **11EDF**, **12EDF** und **13EDF** an die ersten, zweiten und dritten optischen Übertragungsleitungen **221**, **222** und **223** der Ausgangsseite übertragen werden, während das vierte optische Signal durch die vierte Erbium-dotierte Faser **14EDF** absorbiert wird. Falls die optische Querverbindung **81** betrieben wird, um zu den ersten und zweiten Ausgängen EIN zu schalten, werden die Erregungslichter durch die ersten und zweiten Koppler **21** und **22** den ersten und zweiten Erbium-dotierten Fasern **11EDF** und **12EDF** zugeführt, wodurch die ersten und zweiten optischen Signale durch die ersten und zweiten Erbium-dotierten Fasern **11EDF** und **12EDF** zu den ersten und zweiten optischen Übertragungsleitungen **221** und **222** der Ausgangsseite übertragen werden, während die dritten und vierten optischen Signale durch die

dritten und vierten Erbium-dotierten Fasern **13EDF** und **14EDF** absorbiert werden. Falls die optische Querverbindung **81** betrieben wird, um zu dem ersten Ausgang EIN zu schalten, werden die Erregungslichter durch den ersten Koppler **21** der ersten Erbium-dotierten Faser **11EDF** zugeführt, wodurch das erste optische Signal durch die erste Erbium-dotierte Faser **11EDF** zu der ersten optischen Übertragungsleitung **221** der Ausgangsseite übertragen wird, während die zweiten, dritten und vierten optischen Signale durch die zweiten, dritten und vierten Erbium-dotierten Fasern **12EDF**, **13EDF** und **14EDF** absorbiert werden.

[0127] Die Doppel-Erregungslichtquellen **32** und **33** erhöhen die den einzelnen Erbium-dotierten Fasern auf den ersten bis vierten optischen Übertragungsleitungen **1**, **2**, **3** und **4** zuzuführende Erregungsleistung. Dies bedeutet, dass es möglich ist, die Anzahl der separaten optischen Übertragungsleitungen weiter zu erhöhen, um die Größe des optischen Schalters zu erhöhen.

[0128] In der vorstehenden Ausführungsform beträgt die Anzahl des Wellenlängen-Multiplexens auf jeder optischen Übertragungsleitung eins. Nichtsdestotrotz sind 8, 16, 32 und 64 Wellenlängen-Multiplexen verfügbar, wobei der Losschaltbetrieb auf das Mehrfachwellenlängen-Multiplexen ausgeführt wird.

[0129] Es ist ebenfalls möglich, die Wellenlänge des optischen Eingangssignals auf nicht nur 1550 Nanometer festzulegen, sondern auch auf andere Wellenlängen, wie beispielsweise 1330 Nanometer.

[0130] Es ist ebenfalls möglich, die Wellenlänge des Erregungslichts auf nicht nur 1480 Nanometer oder 980 Nanometer festzulegen, sondern auch auf andere Wellenlängen, vorausgesetzt dass eine derartige Wellenlänge in der Lage ist, die Fremdstoff-dotierte Faser zu erregen. Es ist bevorzugt, die Wellenlänge des Erregungslichts unter Berücksichtigung sowohl der Wellenlänge des optischen Eingangssignals als auch der Art der Fremdstoff-dotierten Faser festzulegen.

[0131] Der vorstehende Erregungslichtschalter kann auch durch einen akusto-optischen Schalter oder einen Schalter auf Quarzbasis ersetzt werden.

[0132] Es ist weiter möglich, eine Intensität des optischen Ausgangssignals durch Regelung einer optischen Leistung des der Fremdstoff-dotierten Faser zuzuführenden Erregungslichts zu regeln. Es ist möglich, die optische Leistung des der Fremdstoff-dotierten Faser zuzuführenden Erregungslichts durch Regelung eines Einführungsstroms in die Erregungslichtquelle oder durch Verwendung eines variablen oder festen Dämpfungsreglers zu regeln.

[0133] Es ist weiterhin möglich, die Erbium-dotierte Faser durch eine mit seltenen Erden dotierte Faser, wie beispielsweise eine Tellurium-dotierte Faser, zu ersetzen. Die Länge der mit seltenen Erden dotierten Faser sowie deren Dotierungskonzentration können in Übereinstimmung mit den erforderlichen Spezifikationen des optischen Schalters festgelegt werden.

[0134] Es ist darüber hinaus möglich, das Erregungslicht in die mit seltenen Erden dotierte Faser in einer beliebigen Richtung oder in beiden Richtungen einzugeben.

[0135] Es ist noch weiter möglich, ein Polarisations-Multiplexen an unterschiedlichen Erregungslichtern, welche separat aus einer Vielzahl unterschiedlicher Erregungslichtquellen ausgestrahlt werden, durchzuführen, um das polarisations-gemultiplexte Erregungslicht in die mit seltenen Erden dotierte Faser einzugeben, um eine hohe Verstärkung zu erzielen.

[0136] Es ist noch weiter möglich, ein Verhältnis optischer Aufteilung an dem optischen Koppler in Übereinstimmung mit den unterschiedlichen Konstruktionsauswahlen frei festzulegen.

[0137] Die Vorkehrungen der geringeren Anzahl der Erregungslichtquelle und der einzelne Erregungslichtschalter erlauben EIN-AUS-Schaltvorgänge der Vielzahl von Gate-Schaltern durch einen einfachen Aufbau. Der vorstehende Schalter weist eine derartige Verstärkungseigenschaft als einen scharfen Anstieg auf, aus welchem Grund im Wesentlichen kein Einfluss aufgrund eines Lecklichtes aus dem Erregungslichtschalter vorliegt. Dies macht den Schalter verfügbar für Schalter mit relativ hohen Mitzieheffekt-Pegeln, wie beispielsweise einem Polymerschalter oder einem LiNbO₃-Schalter, wodurch ein optischer Schalter mit geringem Mitzieheffekt und geringem Einführungsverlust realisiert wird. Zusätzlich kann die Verwendung der Fremdstoff-dotierten Faser, welche als optischer Leistungsverstärker dient, eine Verstärkung wie der optische Schalter erzielen.

Patentansprüche

1. Optischer Add-Drop-Multiplexer, welcher mindestens einen einzelnen Satz von Folgendem aufweist:

- einer optischen Übertragungsleitung (**110**) auf der Eingangsseite zur Übertragung eines ersten optischen Signals;
- eines Optokopplers (**21**) auf der Eingangsseite, welcher auf der optischen Übertragungsleitung auf der Eingangsseite zur Aufteilung des ersten optischen Signals in erste und zweite aufgeteilte optische Signale bereitgestellt ist;
- erster und zweiter optischer Übertragungsleitungen (**120**, **121**), welche mit dem Optokoppler auf der Ein-

gangsseite für Übertragungen der ersten bzw. zweiten aufgeteilten optischen Signale verbunden sind, wobei die ersten und zweiten optischen Übertragungsleitungen (**120**, **121**) erste und zweite Fremdstoff-dotierte Fasern (**11**, **12**) aufweisen;

- eines optischen Empfängers, der über die erste optische Übertragungsleitung (**120**) mit der ersten Fremdstoff-dotierten Faser (**11**) verbunden ist, um das erste aufgeteilte optische Signal nur dann zu empfangen, wenn die erste Fremdstoff-dotierte Faser (**11**) angeregt ist;

- eines optischen Senders, der über die zweite optische Übertragungsleitung (**121**) mit der zweiten Fremdstoff-dotierten Faser (**12**) verbunden ist, um ein zweites optisches Signal über die zweite Fremdstoff-dotierte Faser (**12**) mit der eingangsseitigen optischen Übertragungsleitung (**110**) zu übertragen, um das zweite optische Signal nur dann auszugeben, wenn die zweite Fremdstoff-dotierte Faser (**12**) angeregt ist;

- mindestens einer Anregungslichtquelle (**31**) zur Ausgabe eines Anregungslichts; und

- eines Anregungslichtschalters (**41**), welcher mit der Anregungslichtquelle (**31**) sowie mit den ersten und zweiten optischen Übertragungsleitungen (**120**, **121**) für selektive Schaltvorgänge verbunden ist, um das Anregungslicht an jede beliebige der ersten und zweiten optischen Übertragungsleitungen zu liefern, um so das Anregungslicht der ausgewählten Faser der ersten und zweiten Fremdstoff-dotierten Fasern (**11**, **12**) zuzuführen, wodurch eine Anregung dieser ausgewählten Faser der ersten und zweiten Fremdstoff-dotierten Fasern (**11**, **12**) verursacht wird, während die nicht ausgewählte Faser der ersten und zweiten Fremdstoff-dotierten Fasern (**11**, **12**) nicht angeregt wird.

2. Optischer Add-Drop-Multiplexer, welcher eine Vielzahl optischer Add-Drop-Multiplexer nach Anspruch 1 und des Weiteren eine optische Vorrichtung aufweist, die mindestens eine beliebige der Multiplexfunktionen und Demultiplexfunktionen einschließt, so dass die Add-Drop-Multiplexer nach Anspruch 1 bei optischen Signalen unterschiedlicher Wellenlänge betriebsbereit sind.

Es folgen 29 Blatt Zeichnungen

FIG. 1

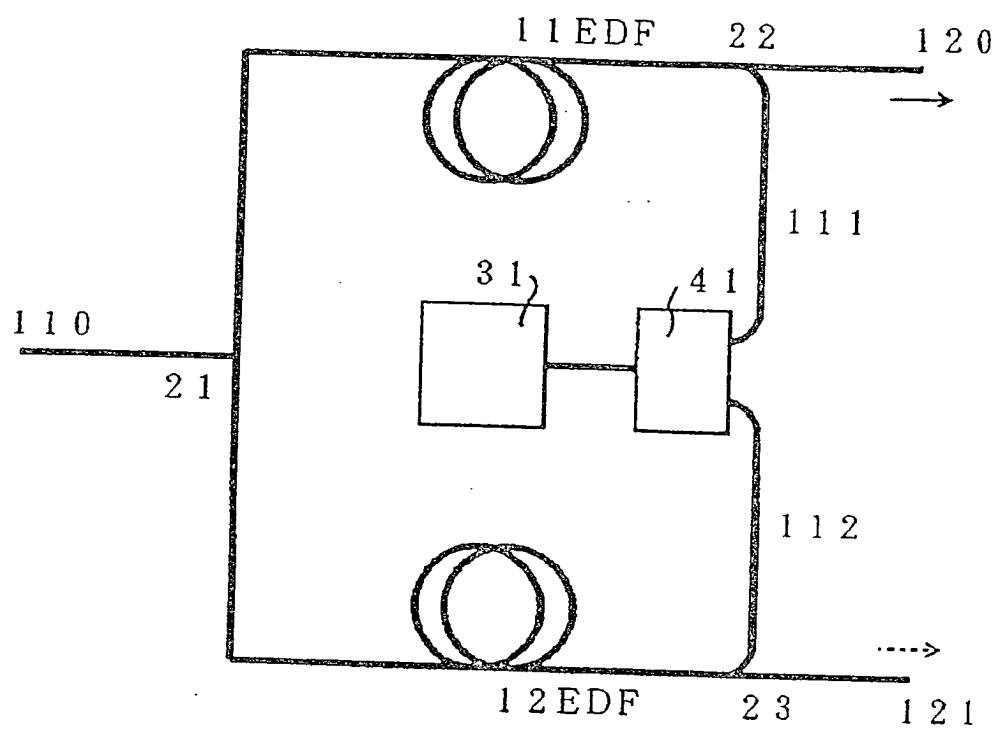


FIG. 2

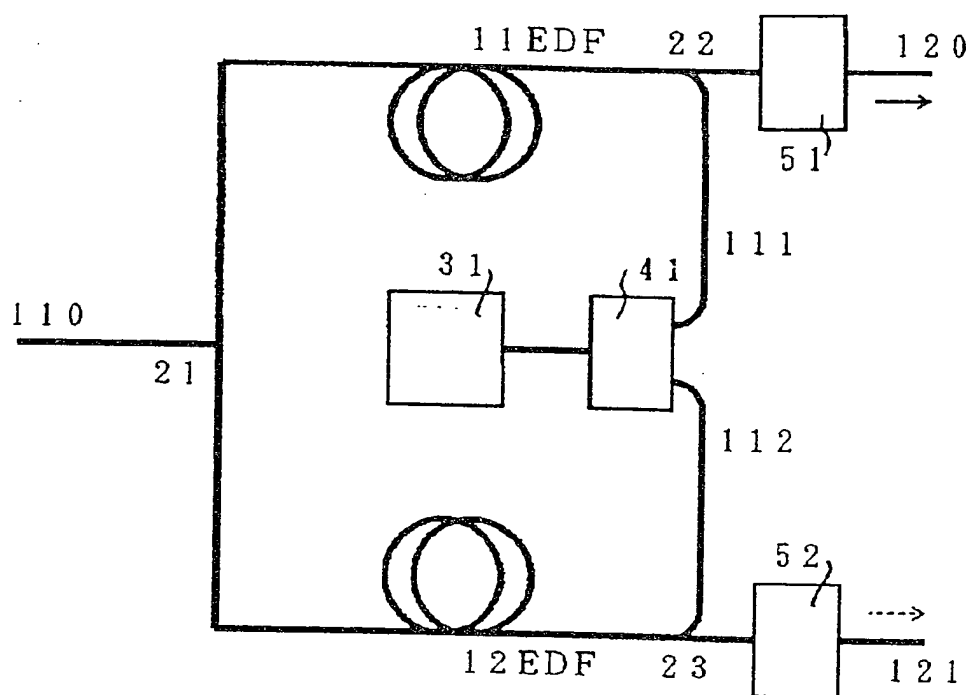


FIG. 3

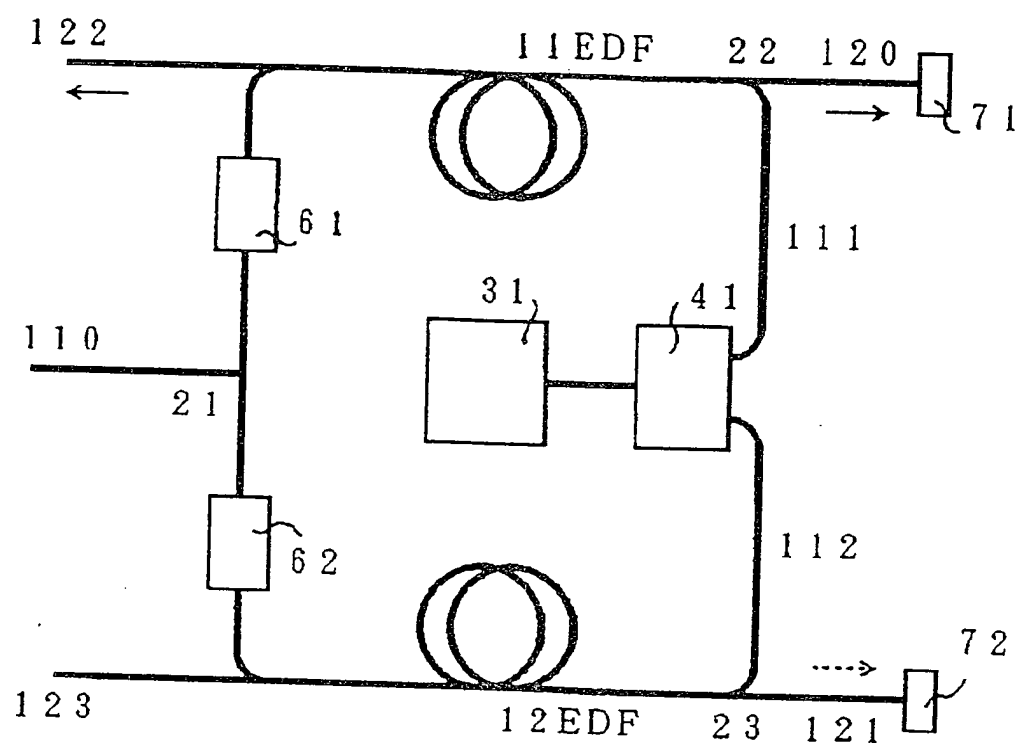


FIG. 4

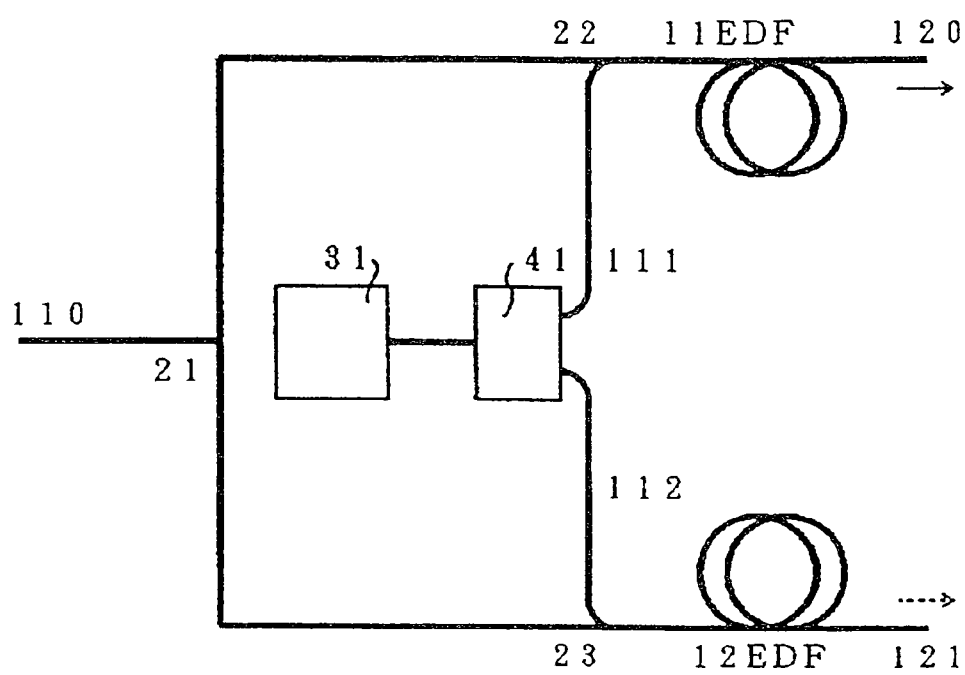


FIG. 5

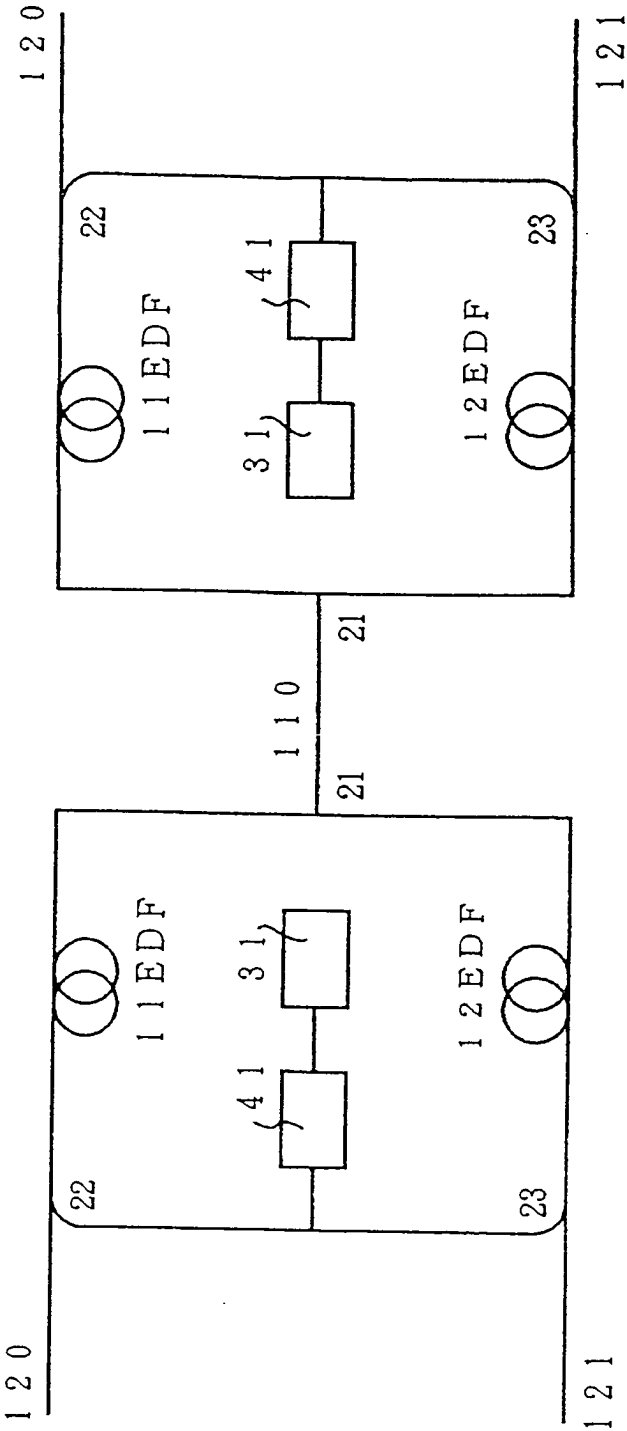


FIG. 6

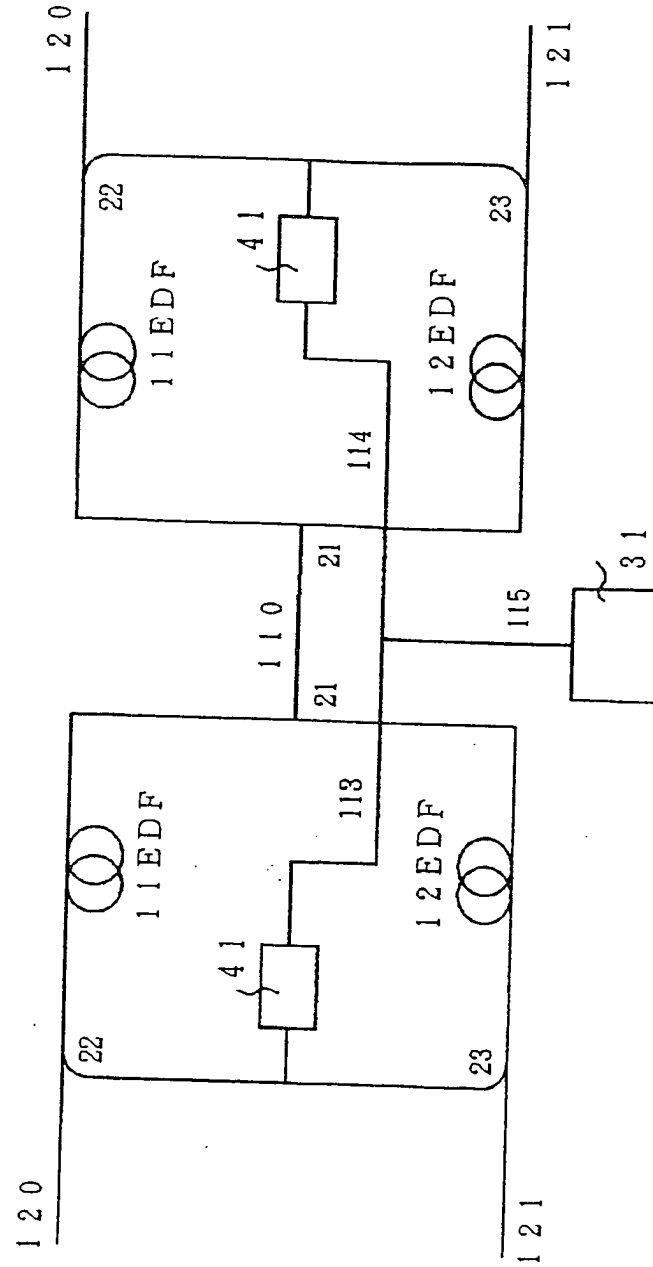


FIG. 7

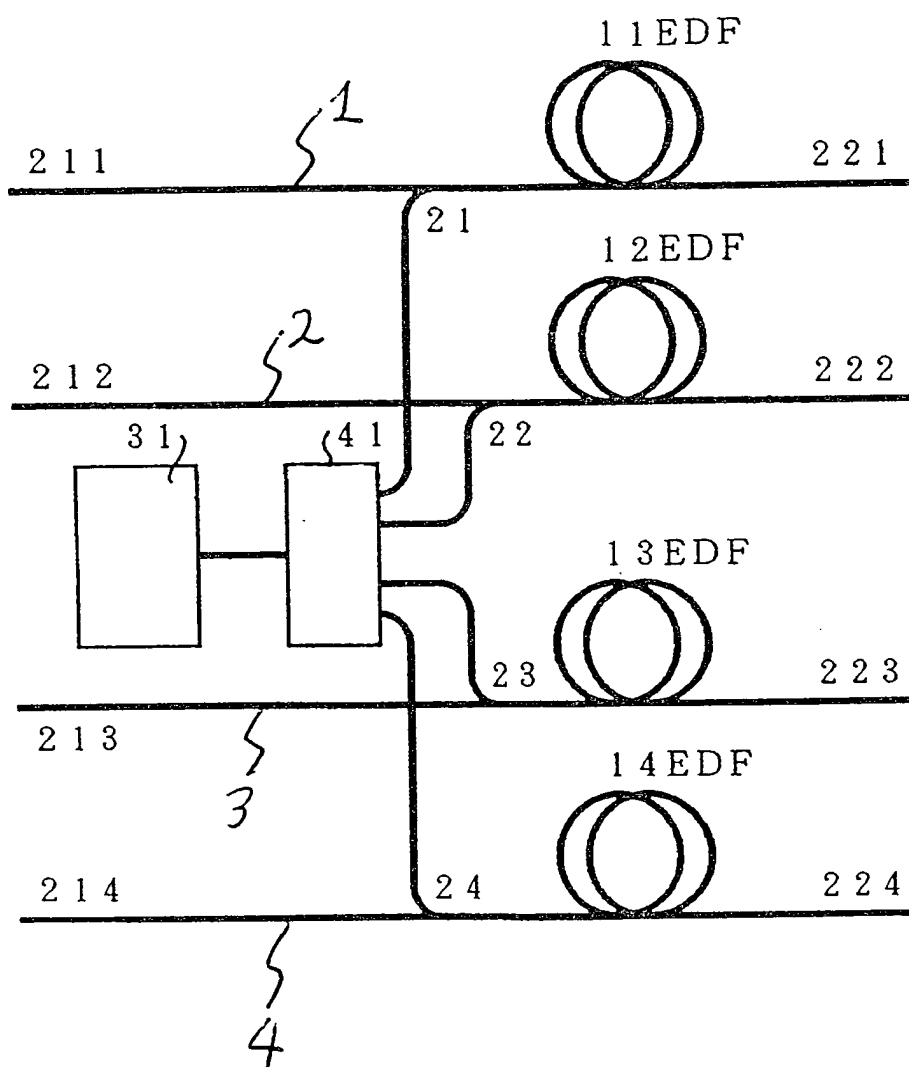


FIG. 8

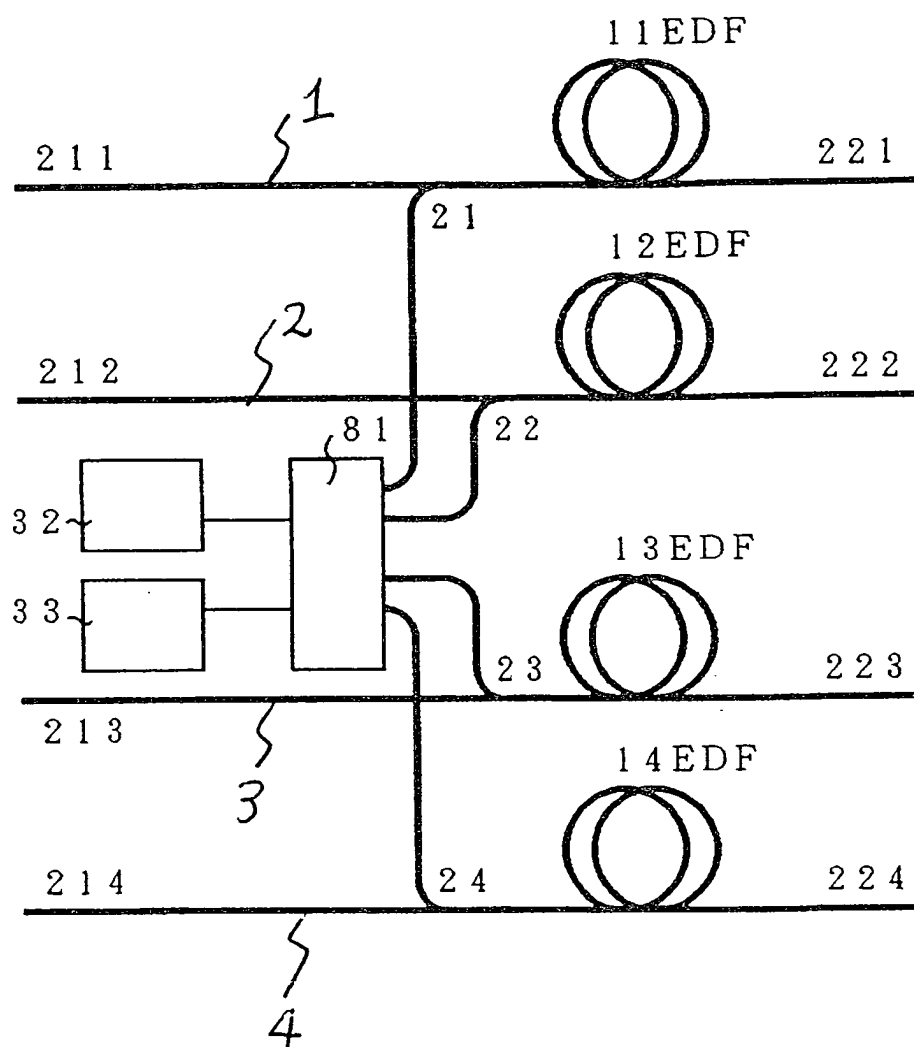


FIG. 9

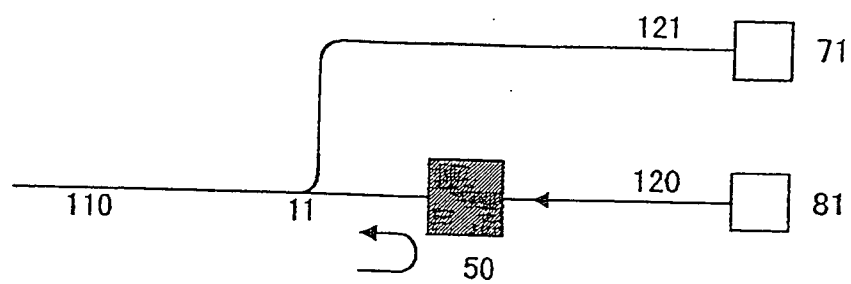


FIG. 10

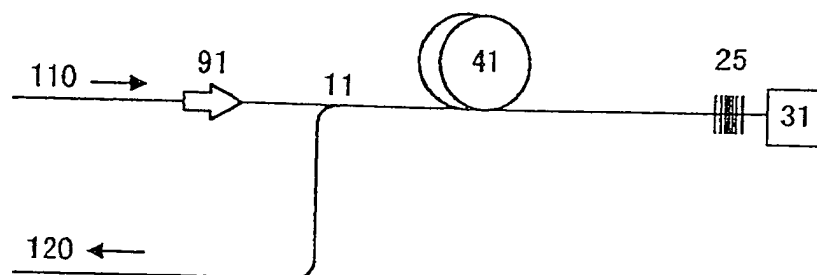


FIG. 11

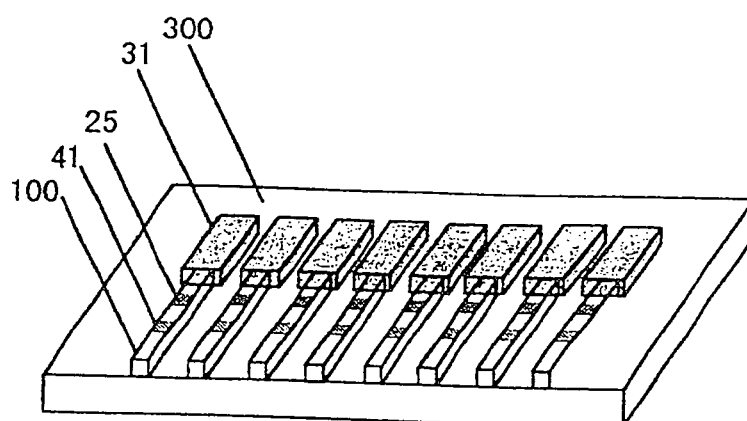


FIG. 12

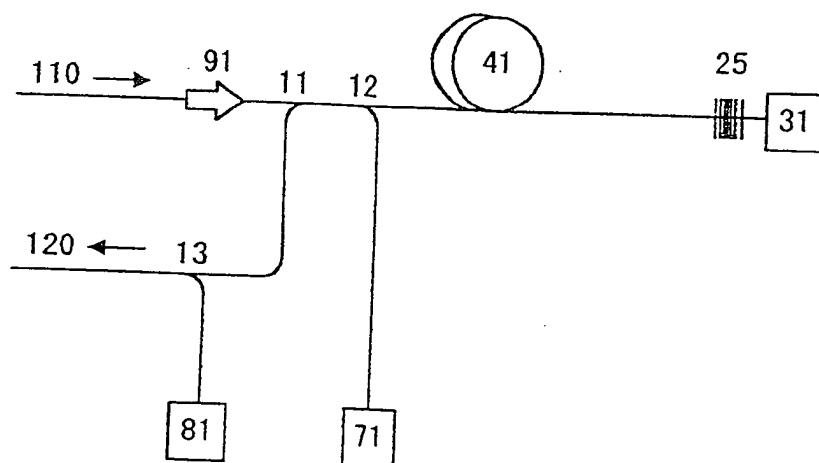


FIG. 13

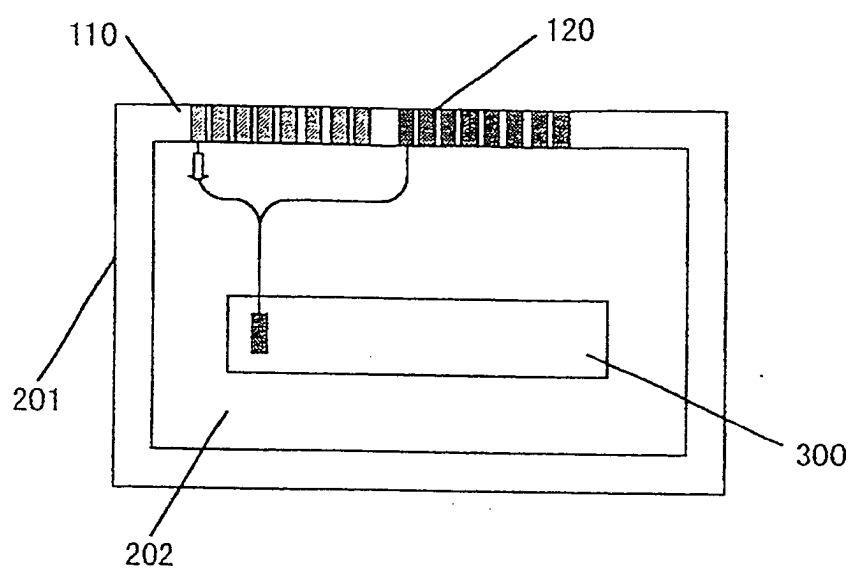


FIG. 14

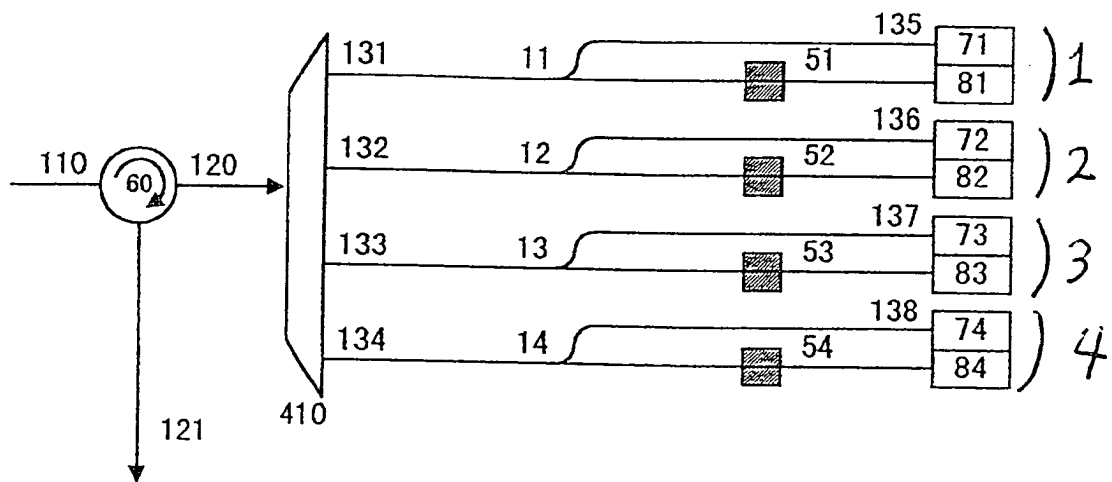


FIG. 15

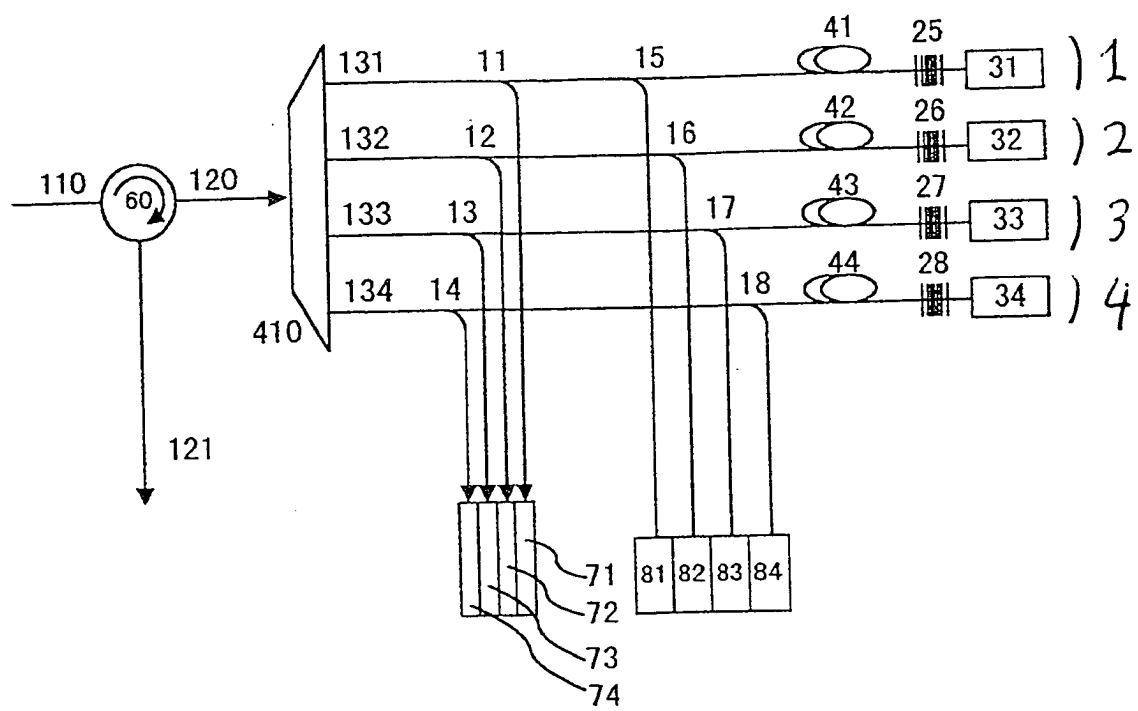


FIG. 16

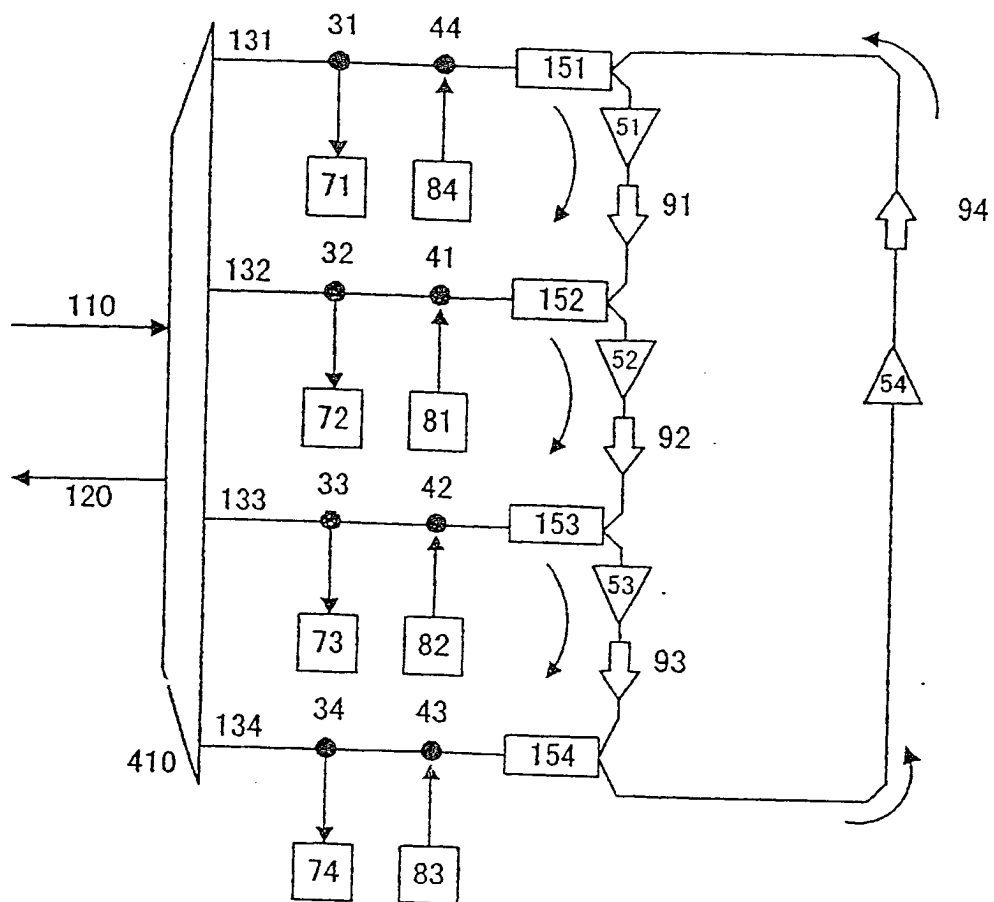


FIG. 17

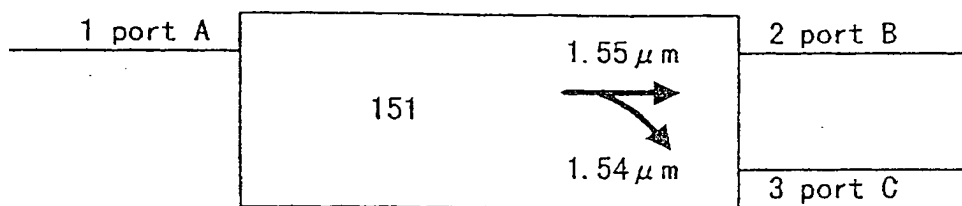


FIG. 18

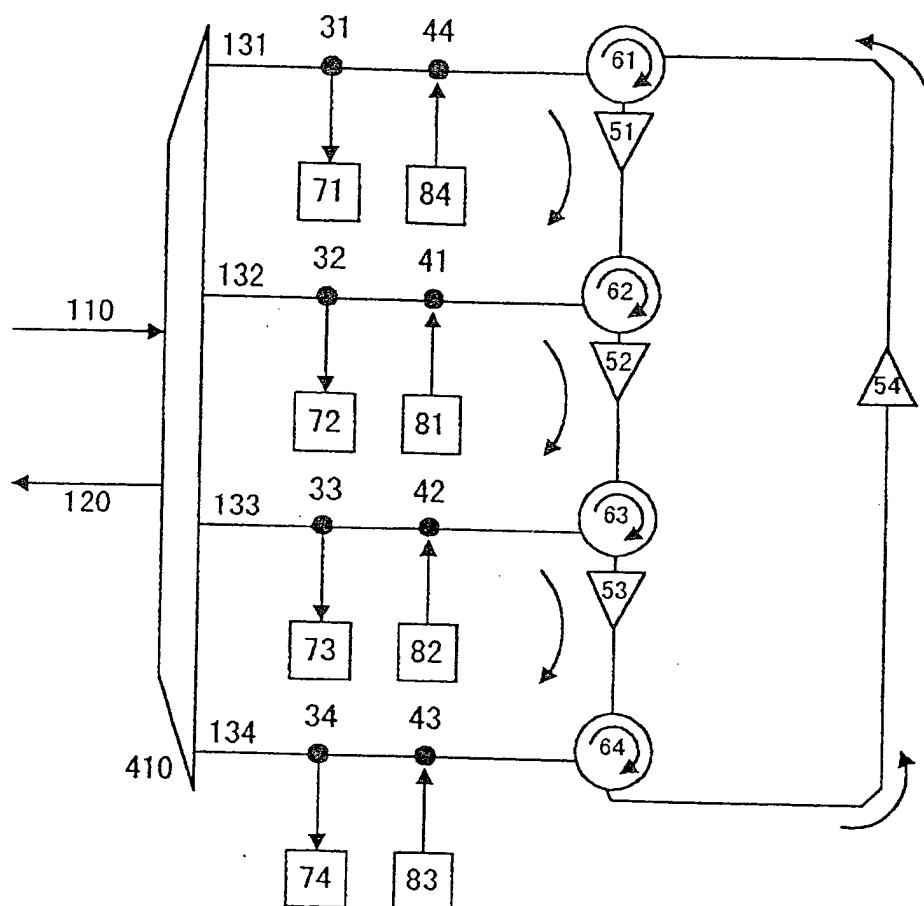


FIG. 19

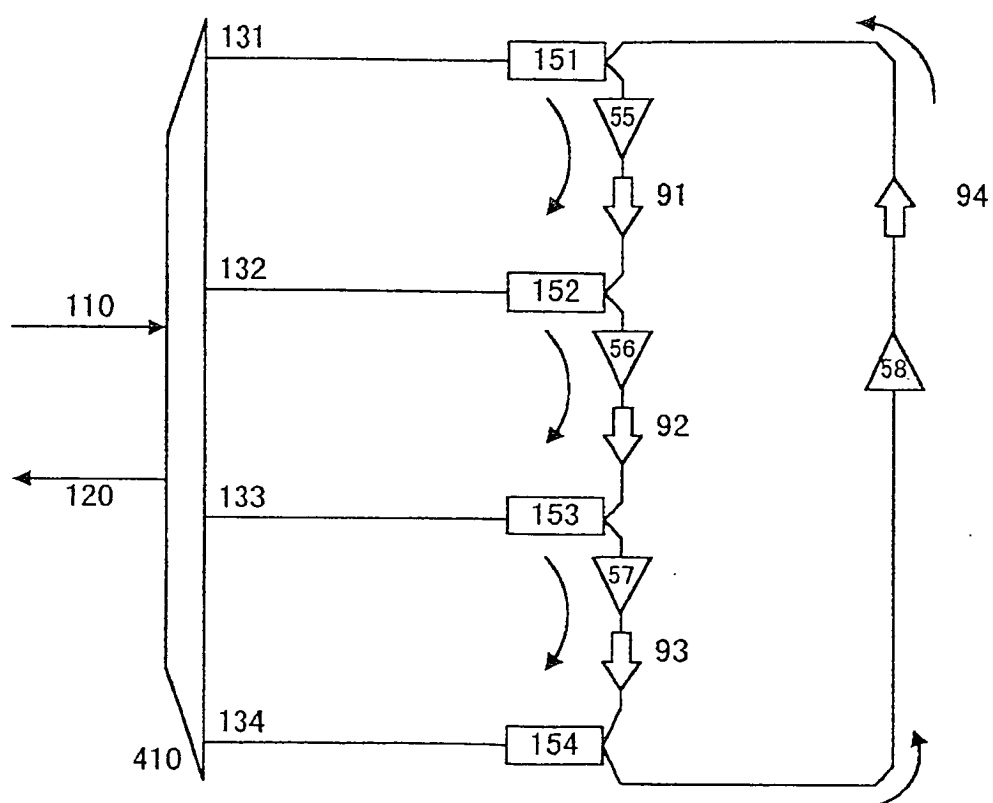


FIG. 20

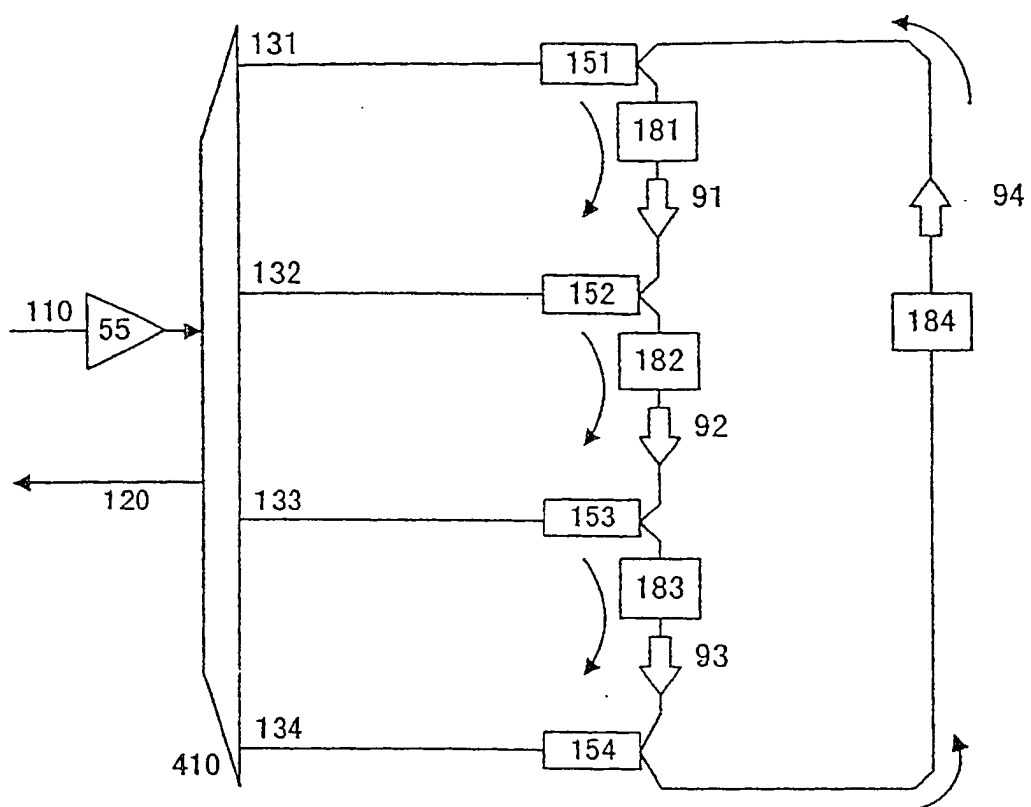


FIG. 21

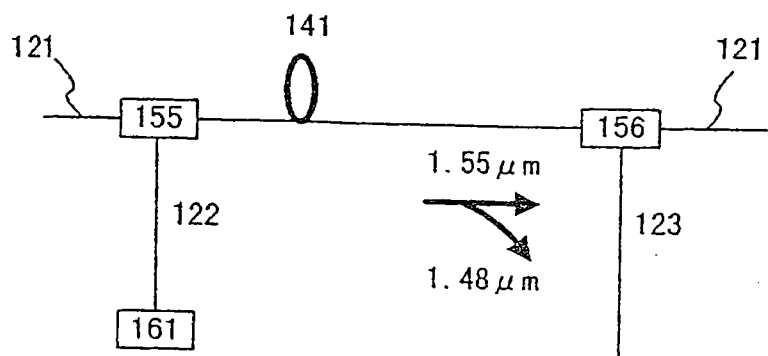


FIG. 22

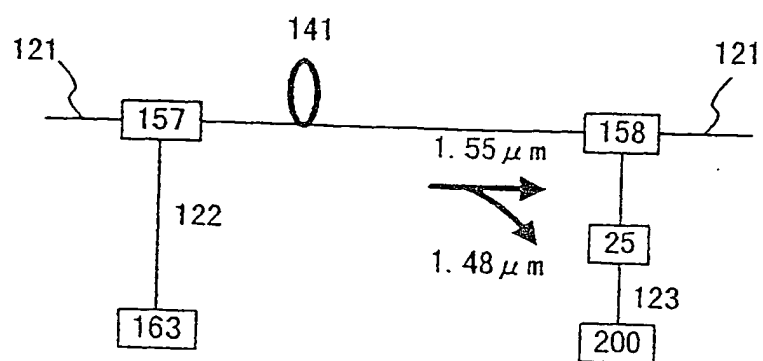


FIG. 23

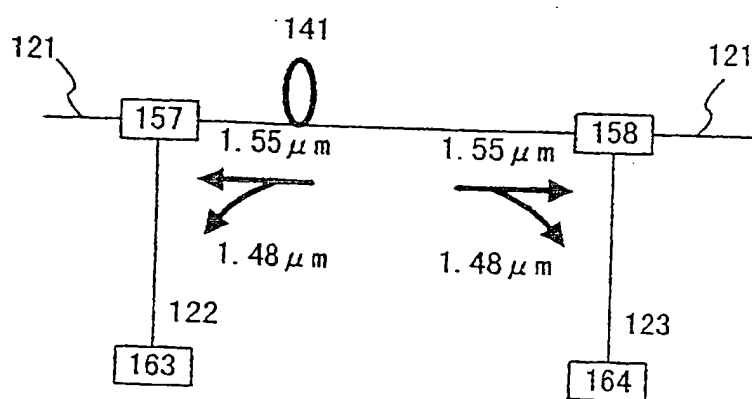


FIG. 24

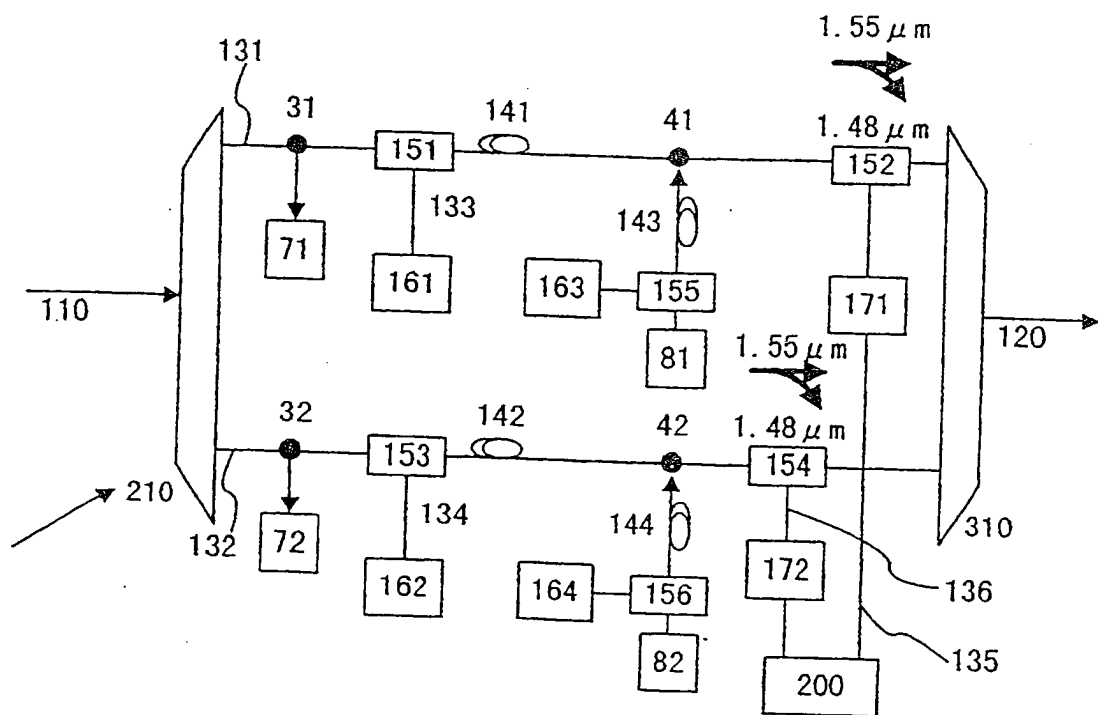


FIG. 25

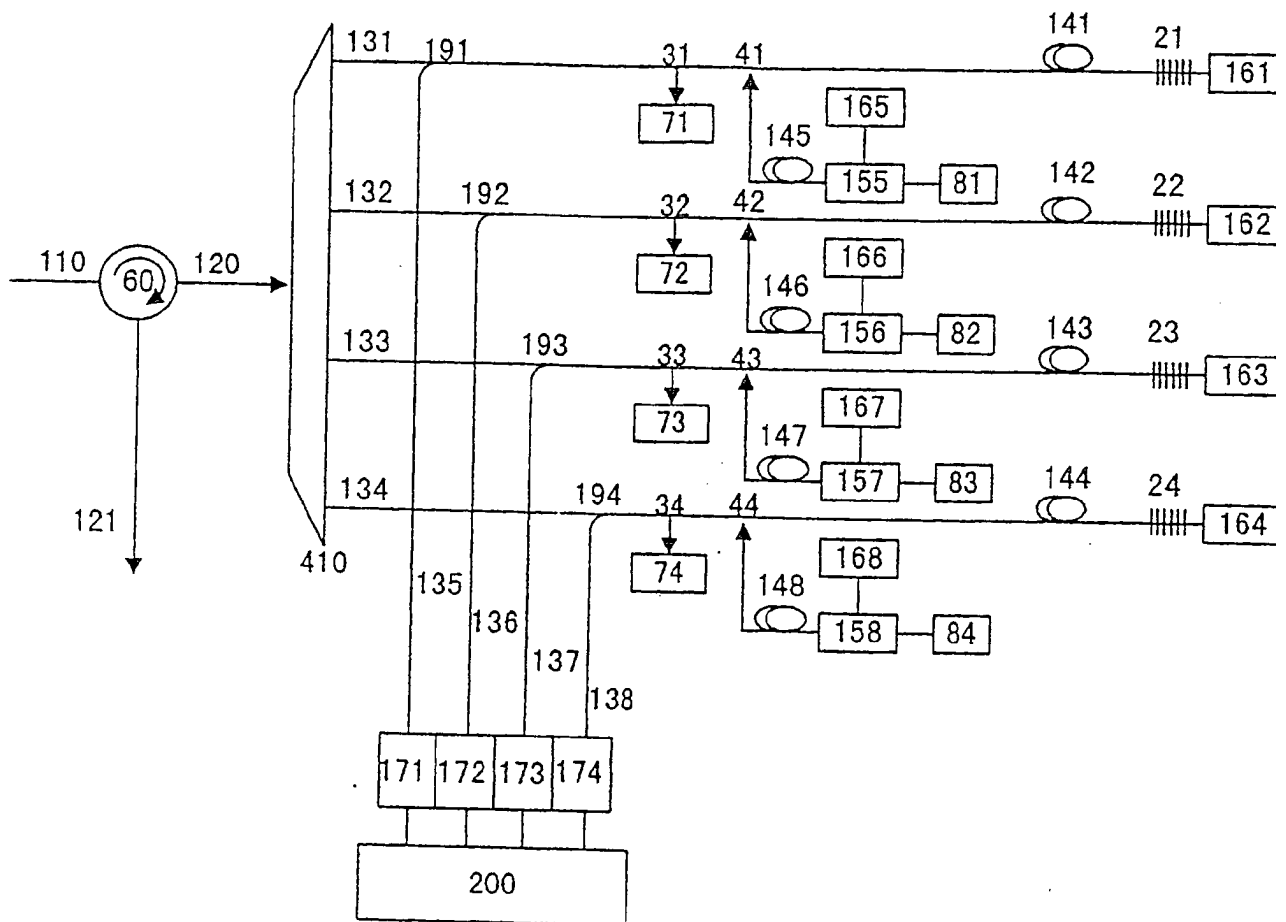


FIG. 26

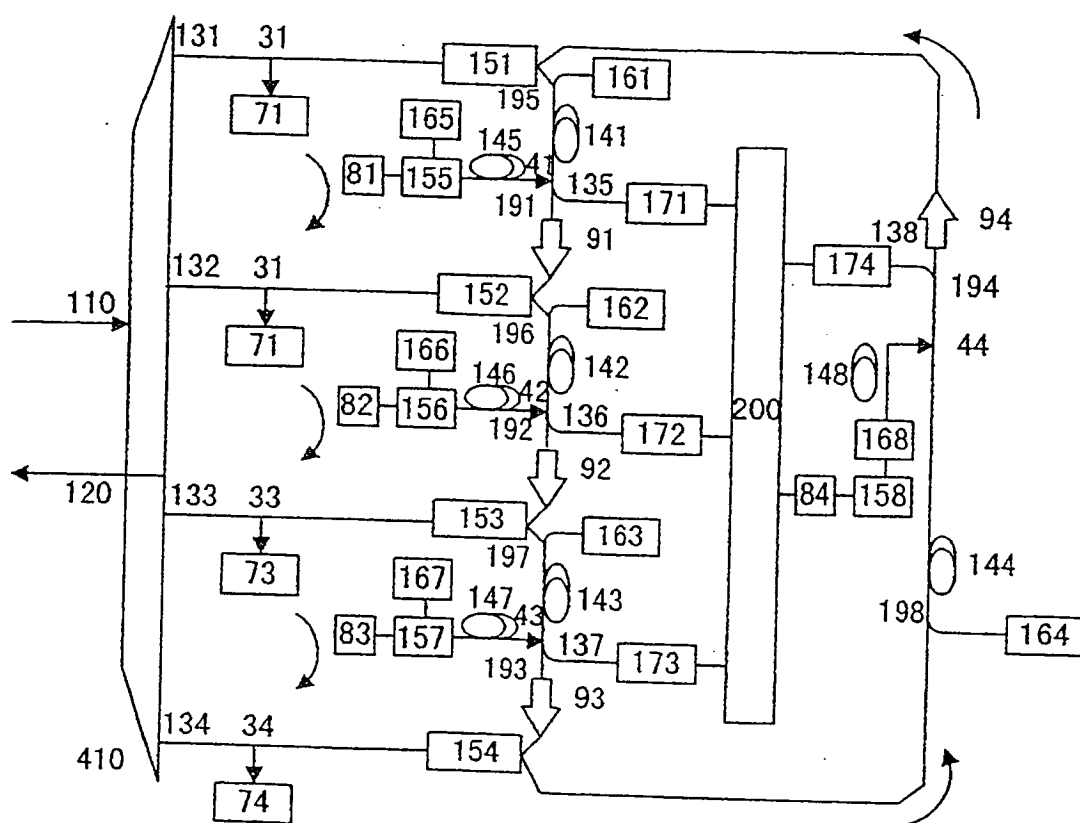


FIG. 27

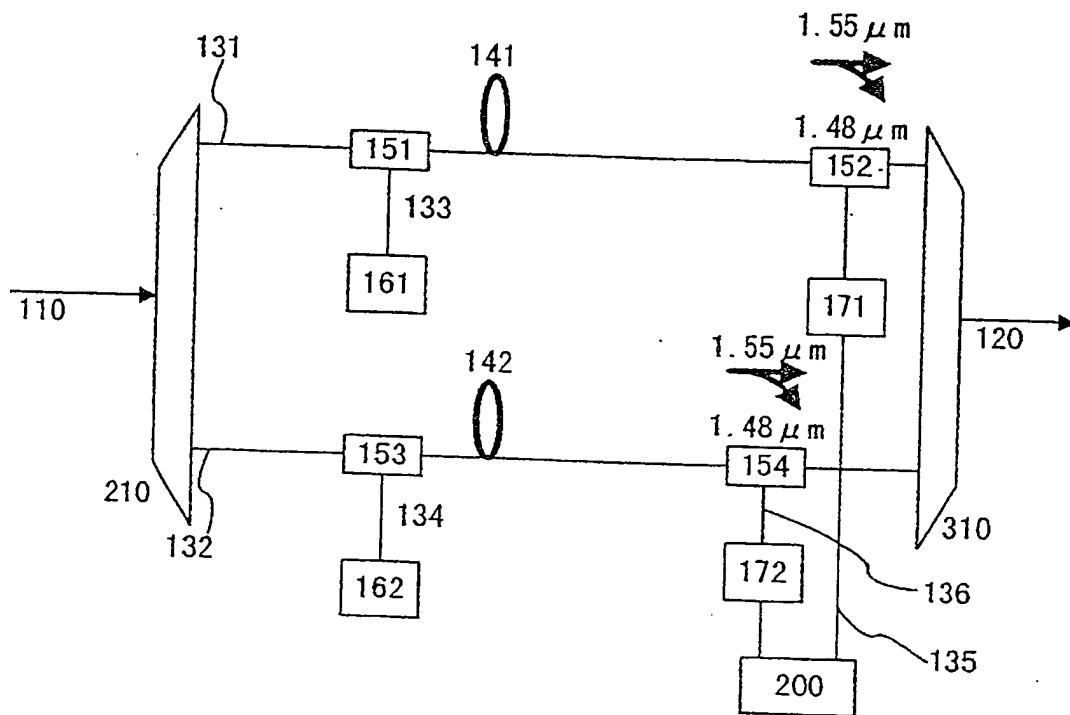


FIG. 28

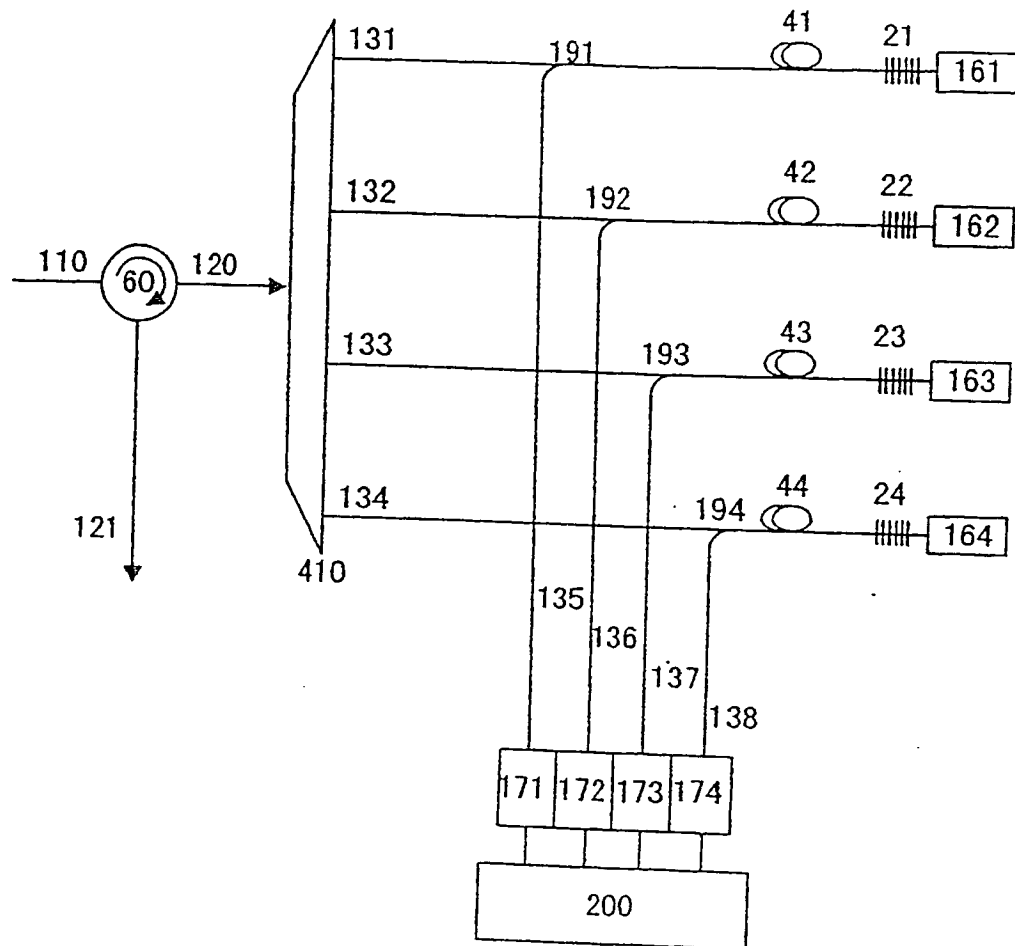


FIG. 29

