

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5622197号
(P5622197)

(45) 発行日 平成26年11月12日(2014.11.12)

(24) 登録日 平成26年10月3日(2014.10.3)

| | | | | | |
|---------------|--------|-----------|------|------|-----|
| (51) Int. Cl. | | F I | | | |
| HO4Q | 3/52 | (2006.01) | HO4Q | 3/52 | B |
| HO4J | 14/00 | (2006.01) | HO4B | 9/00 | E |
| HO4J | 14/02 | (2006.01) | HO4B | 9/00 | 291 |
| HO4B | 10/291 | (2013.01) | | | |

請求項の数 8 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2010-210148 (P2010-210148)
 (22) 出願日 平成22年9月17日 (2010. 9. 17)
 (65) 公開番号 特開2012-65292 (P2012-65292A)
 (43) 公開日 平成24年3月29日 (2012. 3. 29)
 審査請求日 平成25年8月12日 (2013. 8. 12)

(73) 特許権者 504139662
 国立大学法人名古屋大学
 愛知県名古屋市千種区不老町 1 番
 (74) 代理人 100085361
 弁理士 池田 治幸
 (74) 代理人 100147669
 弁理士 池田 光治郎
 (72) 発明者 佐藤 健一
 愛知県名古屋市千種区不老町 1 番 国立大
 学法人名古屋大学内
 (72) 発明者 長谷川 浩
 愛知県名古屋市千種区不老町 1 番 国立大
 学法人名古屋大学内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光パスネットワークの階層型光パスクロスコネクト装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の入力側光ファイバを介してそれぞれ伝送されてきた複数の波長分割多重光をそれぞれ含まれる波長群に分波し、該波長群単位で組み換えた新たな波長分割多重光の方路切換を行って出力側光ファイバから伝送させる波長群パスクロスコネクト部と、該波長群パスクロスコネクト部から予め設定されたグルーミング用アドドロップ率以下でドロップされた波長群を受けて該波長群に含まれる波長に分波し、該波長単位で組み換えた新たな波長群を前記波長分割多重光に込み入れるために前記波長群パスクロスコネクト部へ送る波長パスクロスコネクト部と、前記入力側光ファイバを介して伝送された前記複数の波長分割多重光を構成する複数の波長群のいずれかに含まれるドロップ波長を選択して電気レイヤへ出力するドロップ側光信号終端処理部と、該電気レイヤから入力されたアド波長を前記複数の波長分割多重光に含まれる複数の波長群のいずれかに加入して前記出力側光ファイバから伝送させるアド側光信号終端処理部とを備える光パスネットワークの階層型光パスクロスコネクト装置であって、

前記複数の入力側光ファイバにより伝送されてきた波長分割多重光のパスまたはそれから分波された波長群パスと前記ドロップ側光信号終端処理部との間に設けられ、該入力側光ファイバを介して伝送された波長分割多重光を構成する波長群を、予め設定された終端用アドドロップ率の範囲で、前記波長パスクロスコネクト部への転送経路とは独立に該ドロップ側光信号終端処理部へ出力するドロップ側光スイッチ機構、および/または、前記複数の出力側光ファイバに対応する波長分割多重光のパスまたはそれを合波する波長群パ

スと前記アド側光信号終端処理部との間に設けられ、該アド側光信号終端処理部から転送された波長群を、予め設定された終端用アドドロップ率の範囲で、前記波長パスクロスコネクト部からの加入経路とは独立に前記複数の出力側光ファイバへ加入するアド側光スイッチ機構を、含み、

前記グルーミング用アドドロップ率と前記終端用アドドロップ率とは相互に独立に設定することができる

ことを特徴とする光パスネットワークの階層型光パスクロスコネクト装置。

【請求項 2】

前記ドロップ側光スイッチ機構は、前記複数の入力側光ファイバ毎に分波された複数の波長群を並列的に伝送する波長群パスに設けられ、該複数の波長群のうち前記予め設定された終端用アドドロップ率で制限した数の波長群を前記ドロップ側光信号終端処理部へそれぞれ出力する複数の光スイッチを、含むものである請求項 1 の光パスネットワークの階層型光パスクロスコネクト装置。

10

【請求項 3】

前記ドロップ側光スイッチ機構は、前記複数の入力側光ファイバ毎に分波された複数の波長群を並列的に伝送する波長群パスに設けられ、該複数の波長群を出力する光スイッチと、該光スイッチから出力された前記複数の波長群のうち前記予め設定された終端用アドドロップ率で制限した数の波長群を前記ドロップ側光信号終端処理部へそれぞれ出力する波長群数制限部とを、含むものである請求項 1 の光パスネットワークの階層型光パスクロスコネクト装置。

20

【請求項 4】

前記ドロップ側光スイッチ機構は、前記複数の入力側光ファイバ毎に設けられ、該複数の入力側光ファイバにより伝送されてきた波長分割多重光を構成する複数の波長群のうち前記予め設定された終端用アドドロップ率で制限した数の波長群を前記ドロップ側光信号終端処理部へそれぞれ出力する波長群選択スイッチを、含むものである請求項 1 の光パスネットワークの階層型光パスクロスコネクト装置。

【請求項 5】

前記ドロップ側光信号終端処理部は、前記ドロップ側光スイッチ機構から出力された波長群を受けて該波長群を波長単位にそれぞれ分波する複数の波長分波器と、該複数の波長分波器と前記電気レイヤに設けられた複数の受信機との間に設けられ、該波長分波器により分波された波長を該複数の受信器のいずれか 1 つへ出力する単一のマトリックス光スイッチとを、含むものである請求項 2 の光パスネットワークの階層型光パスクロスコネクト装置。

30

【請求項 6】

前記ドロップ側光信号終端処理部は、前記ドロップ側光スイッチ機構から出力された波長群を受けて該波長群を波長単位にそれぞれ分波する複数の波長分波器と、該複数の波長分波器と前記電気レイヤに設けられた複数の受信機との間に設けられ、該波長分波器により分波された波長を該複数の受信器のいずれか 1 つへ出力する 3 段構成のマトリックス光スイッチとを、含むものである請求項 2 の光パスネットワークの階層型光パスクロスコネクト装置。

40

【請求項 7】

前記ドロップ側光信号終端処理部は、前記ドロップ側光スイッチ機構によって分離された波長群を受けて該波長群を分岐出力する、該波長群数と同じ数の光カプラと、該複数の光カプラから分岐された複数の波長群の全てを受けて該複数の波長群から 1 つの波長群を選択して、前記電気レイヤに設けられたコヒーレント受信機能を有する複数の受信器のいずれか 1 つへ出力する、該受信器と同じ数のマトリックス光スイッチとを、含むものである請求項 2 の光パスネットワークの階層型光パスクロスコネクト装置。

【請求項 8】

前記波長群数制限部は、前記ドロップ側光スイッチ機構によって分離された波長群を受けて分岐する、該波長群数と同じ数のカプラと、該カプラから分岐された波長群をそれぞ

50

れを受けて該複数の波長群から1つの波長群を選択して、前記ドロップ側光信号終端処理部へそれぞれ出力する、該ドロップ側光信号終端処理部へ出力される波長群数と同じ数のマトリックス光スイッチとを、含むものである請求項3の光パスネットワークの階層型光パスクロスコネクタ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光パスネットワークの中継ノードとして機能する階層型光パスクロスコネクタ装置に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

階層型光パスネットワークでは、所定の通信波長帯のたとえば100GHz毎に分割された複数の波長チャネル(wave channel or light path)にそれぞれ対応する複数の波長の光が合波された波長分割多重(WDM:Wavelength Division Multiplexing)光すなわち波長群が、複数本の光ファイバを介して複数並列に伝送される。上記光パスネットワークの各中継ノードでは、光ファイバなどにより伝送された上記波長群がそのまま所定の伝送方向の光ファイバへ切り換えられるとともに、その波長群に含まれる波長(チャネル)が必要に応じて分離され且つ再合波された波長群が、所定の伝送方向の光ファイバへ切り換えられる。特許文献1に示される光パスクロスコネクタ装置はその一例である。

20

【0003】

近年では、通信容量の増加により上記中継ノードを構成する光パスクロスコネクタ装置において、入力側の複数の伝送路から入力された複数の波長群或いは波長を出力側の伝送路のうち所定の伝送路へ直接的にルーティングする方路切換や、入力された複数の波長群或いは波長の一部をドロップさせて所定の方路の他の波長群へ加える(アド)のための切り換えに用いられるマトリックス光スイッチの規模が増大しており、装置の規模や価格の観点から、そのマトリックス光スイッチの規模を可及的に小さくすることが求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0004】

【特許文献1】特開2008-252664号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、たとえば図24に示すように、K本の入力側光ファイバを介してそれぞれK個の波長分割多重光が入力され、バンド(波長群)パスクロスコネクタ部においてその波長分割多重光をそれぞれ構成する波長群単位で方路切換するとともに合波した波長分割多重光をK本の出力側光ファイバへルーティングする波長群パスクロスコネクタ部BXCと、その波長群パスクロスコネクタ部からドロップされた波長群をそれを構成する波長に分波して波長単位で方路切換するとともに合波した波長群をその波長群パスクロスコネクタ部BXCへ加入する波長パスクロスコネクタ部WXCと、ルータ等が設けられて電氣的信号と波長単位の光信号との間の信号変換を行うための電気レイヤ(電気レベル)ELへ上記波長パスクロスコネクタ部からのドロップ波長をドロップさせるとともに、その電気レイヤから出力されたアド波長を上記波長パスクロスコネクタ部WXCへ加入させる光信号終端処理部とを備えた階層型光パスクロスコネクタ装置を、光パスネットワークの中継ノードに用いることが提案されている。

40

【0006】

しかし、このような中継ノードは、トラフィックの変動に応じて適応的に対応可能な動的ネットワークを構築するために、電気レイヤの任意の受信器がすべてのネットワークポ

50

ートから任意の波長の光信号を受信可能、或いは、電気レイヤの任意の送信器がすべてのネットワークポートに対して任意の波長の光信号を送信可能とする所謂カラーレス (colorless) 機能と、電気レイヤの任意の受信器がすべてのネットワークポートに対し任意のファイバから光信号を受信可能、或いは、電気レイヤの任意の送信器がすべてのネットワークポートに対して光信号を任意のファイバへ送信可能とする所謂ディレクションレス (directionless) 機能とを備えることが重要である。このため、上記光信号終端処理部は、それらの機能を発生させるためには、終端される光信号であるドロップ波長は所定の規則にしたがった波長に応じた順序で出力される必要があるとともに、始端光信号であるアド波長も所定の規則に従った行き先に応じた順序で出力されるように、波長を任意に組み換え可能とする比較的大規模のマトリクス光スイッチを、電気レイヤと波長パスクロスコネクト部 W X C との間に必要とするという欠点があった。

10

【 0 0 0 7 】

また、未公知の構成として、図 2 5 及び図 2 6 に示すように、波長群パスクロスコネクト部 B X C 内のマトリクス光スイッチ或いは波長群選択スイッチ W B S S を經由して波長パスクロスコネクト部 W X C へグルーミング (再編成のための波長群の組替え) や終端処理のための波長群を転送し或いは加入波長群を逆方向に転送するのではなく、その波長群パスクロスコネクト部 B X C 内のマトリクス光スイッチとは別に設けたマトリクス光スイッチを用いてグルーミング (波長群の組替え) や終端処理のための波長群を転送し或いは加入波長群を逆方向に転送するものが提案されている。しかし、このような階層型光パスクロスコネクト装置でも、波長群パスクロスコネクト部 B X C 内のマトリクス光

20

【 0 0 0 8 】

本発明は以上の事情を背景として為されたものであり、その目的とするところは、装置全体として、マトリクス光スイッチの規模を一層小さくすることができる光パスネットワークの階層型光パスクロスコネクト装置を提供することにある。

【 0 0 0 9 】

本発明者等は、以上の事情を背景として、考察を重ねた結果、終端処理用の波長群を転送するための光スイッチを入出力光ファイバと終端処理部との間に独立に設け、終端処理に関連して転送する波長群の終端用 add / drop 率 z を、波長群パスクロスコネクト部 B X C と波長パスクロスコネクト部 W X C との間で波長グルーミング処理に関連して転送する波長群のグルーミング用 add / drop 率 y とは独立に設定可能とすると、特に、終端処理のための終端用 add / drop 率 z よりも波長グルーミング処理のためのグルーミング用 add / drop 率 y が小さい場合には、特に終端処理部に設けられるマトリクス光スイッチの規模が大幅に小さくなることを見いだした。本発明はこのような知見に基づいて為されたものである。

30

【課題を解決するための手段】

40

【 0 0 1 0 】

すなわち、請求項 1 に係る発明の要旨とするところは、(1) 複数の入力側光ファイバを介してそれぞれ伝送されてきた複数の波長分割多重光をそれぞれ含まれる波長群に分波し、該波長群単位で組み換えた新たな波長分割多重光の方路切換を行って出力側光ファイバから伝送させる波長群パスクロスコネクト部と、該波長群パスクロスコネクト部から予め設定されたグルーミング用アドドロップ率以下でドロップされた波長群を受けて該波長群に含まれる波長に分波し、該波長単位で組み換えた新たな波長群を前記波長分割多重光に込み入れるために前記波長群パスクロスコネクト部へ送る波長パスクロスコネクト部と、前記入力側光ファイバを介して伝送された前記複数の波長分割多重光を構成する複数の波長群のいずれかに含まれるドロップ波長を選択して電気レイヤへ出力するドロップ側光

50

信号終端処理部と、該電気レイヤから入力されたアド波長を前記複数の波長分割多重光に含まれる複数の波長群のいずれかに加入して前記出力側光ファイバから伝送させるアド側光信号終端処理部とを備える光パスネットワークの階層型光パスクロスコネクタ装置であって、(2)前記複数の入力側光ファイバにより伝送された波長分割多重光のパスまたはそれから分波された波長群パスと前記ドロップ側光信号終端処理部との間に設けられ、該入力側光ファイバを介して伝送された波長分割多重光を構成する波長群を、予め設定された終端用アドドロップ率の範囲で、前記波長パスクロスコネクタ部への転送経路とは独立に該ドロップ側光信号終端処理部へ出力するドロップ側光スイッチ機構、および/または、前記複数の出力側光ファイバに対応する波長分割多重光のパスまたはそれに合波する波長群パスと前記アド側光信号終端処理部との間に設けられ、該アド側光信号終端処理部から転送された波長群を、予め設定された終端用アドドロップ率の範囲で、前記波長パスクロスコネクタ部からの加入経路とは独立に前記複数の出力側光ファイバへ加入するアド側光スイッチ機構を、含み、前記グルーミング用アドドロップ率と前記終端用アドドロップ率とは相互に独立に設定することができる。

10

【0011】

また、請求項2に係る発明の要旨とするところは、請求項1において、前記ドロップ側光スイッチ機構は、前記複数の入力側光ファイバ毎に分波された複数の波長群を並列的に伝送する波長群パスに設けられ、該複数の波長群のうち前記予め設定された終端用アドドロップ率で制限した数の波長群を前記ドロップ側光信号終端処理部へそれぞれ出力する複数の光スイッチを、含むことにある。

20

【0012】

また、請求項3に係る発明の要旨とするところは、請求項1において、前記ドロップ側光スイッチ機構は、前記複数の入力側光ファイバ毎に分波された複数の波長群を並列的に伝送する波長群パスに設けられ、該複数の波長群を出力する光スイッチと、該光スイッチから出力された前記複数の波長群のうち前記予め設定された終端用アドドロップ率で制限した数の波長群を前記ドロップ側光信号終端処理部へそれぞれ出力する波長群数制限部とを、含むことにある。

30

【0013】

また、請求項4に係る発明の要旨とするところは、請求項1において、前記ドロップ側光スイッチ機構は、前記複数の入力側光ファイバ毎に設けられ、該複数の入力側光ファイバにより伝送されてきた波長分割多重光を構成する複数の波長群のうち前記予め設定された終端用アドドロップ率で制限した数の波長群を前記ドロップ側光信号終端処理部へそれぞれ出力する波長群選択スイッチを、含むことにある。

【0014】

また、請求項5に係る発明の要旨とするところは、請求項2において、前記ドロップ側光信号終端処理部は、前記ドロップ側光スイッチ機構から出力された波長群を受けて該波長群を波長単位にそれぞれ分波する複数の波長分波器と、該複数の波長分波器と前記電気レイヤに設けられた複数の受信機との間に設けられ、該波長分波器により分波された波長を該複数の受信機のいずれか1つへ出力する単一のマトリクス光スイッチとを、含むことにある。

40

【0015】

また、請求項6に係る発明の要旨とするところは、請求項2において、前記ドロップ側光信号終端処理部は、前記ドロップ側光スイッチ機構から出力された波長群を受けて該波長群を波長単位にそれぞれ分波する複数の波長分波器と、該複数の波長分波器と前記電気レイヤに設けられた複数の受信機との間に設けられ、該波長分波器により分波された波長を該複数の受信機のいずれか1つへ出力する3段構成のマトリクス光スイッチとを、含

50

むことにある。

【 0 0 1 6 】

また、請求項 7 に係る発明の要旨とするところは、請求項 2 において、前記ドロップ側光信号終端処理部は、前記ドロップ側光スイッチ機構によって分離された波長群を受けて該波長群を分岐出力する、該波長群数と同じ数の光カプラと、該複数の光カプラから分岐された複数の波長群の全てを受けて該複数の波長群から 1 つの波長群を選択して、前記電気レイヤに設けられたコヒーレント受信機能を有する複数の受信器のいずれか 1 つへ出力する、該受信器と同じ数のマトリックス光スイッチとを、含むことにある。

【 0 0 1 7 】

また、請求項 8 に係る発明の要旨とするところは、請求項 3 において、前記波長群数制限部は、前記ドロップ側光スイッチ機構によって分離された波長群を受けて分岐する、該波長群数と同じ数のカプラと、該カプラから分岐された波長群をそれぞれを受けて該複数の波長群から 1 つの波長群を選択して、前記ドロップ側光信号終端処理部へそれぞれ出力する、該ドロップ側光信号終端処理部へ出力される波長群数と同じ数のマトリックス光スイッチとを、含むことにある。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

請求項 1 に係る発明の階層型光パスクロスコネクタ装置によれば、前記複数の入力側光ファイバにより伝送された波長分割多重光のパスまたはそれから分波された波長群パスと前記ドロップ側光信号終端処理部との間に設けられ、該入力側光ファイバを介して伝送された波長分割多重光を構成する波長群を、予め設定された終端用アドドロップ率の範囲で、前記波長パスクロスコネクタ部への転送経路とは独立に該ドロップ側光信号終端処理部へ出力するドロップ側光スイッチ機構、および/または、前記複数の出力側光ファイバに対応する波長分割多重光のパスまたはそれに合波する波長群パスと前記アド側光信号終端処理部との間に設けられ、該アド側光信号終端処理部から転送された波長群を、予め設定された終端用アドドロップ率の範囲で、前記波長パスクロスコネクタ部からの加入経路とは独立に前記複数の出力側光ファイバへ加入するアド側光スイッチ機構が設けられているので、終端装置へ送るための光スイッチ機構が簡単となり波長パスクロスコネクタ部内のスイッチ機構の規模の減少が簡単となる。また、終端処理に関連して転送する波長群の終端用アドドロップ率 ($add / drop$ 率 z) を、波長群パスクロスコネクタ部 $B \times C$ と波長パスクロスコネクタ部 $W \times C$ との間で波長グルーミング処理に関連して転送する波長群のグルーミング用アドドロップ率 ($add / drop$ 率 y) とは独立に設定できるので、光信号終端処理部に設けられるマトリックス光スイッチの規模が大幅に小さくなる。

【 0 0 1 9 】

また、請求項 2 に係る発明の階層型光パスクロスコネクタ装置によれば、前記ドロップ側光スイッチ機構は、前記複数の入力側光ファイバ毎に分波された複数の波長群を並列的に伝送する波長群パスに設けられ、該複数の波長群のうち前記予め設定された終端用アドドロップ率で制限した数の波長群を前記ドロップ側光信号終端処理部へそれぞれ出力する複数の光スイッチを、含むことから、その複数の光スイッチによって、終端処理に関連して転送する波長群の終端用アドドロップ率 ($add / drop$ 率 z) を、波長群パスクロスコネクタ部 $B \times C$ と波長パスクロスコネクタ部 $W \times C$ との間で波長グルーミング処理に関連して転送する波長群のグルーミング用アドドロップ率 ($add / drop$ 率 y) とは独立に設定できるので、光信号終端処理部に設けられるマトリックス光スイッチの規模が大幅に小さくなる。

【 0 0 2 0 】

また、請求項 3 に係る発明の階層型光パスクロスコネクタ装置によれば、前記ドロップ側光スイッチ機構は、前記複数の入力側光ファイバ毎に分波された複数の波長群を並列的に伝送する波長群パスに設けられ、該複数の波長群を出力する光スイッチと、該光スイッ

10

20

30

40

50

ちから出力された前記複数波長群のうち前記予め設定された終端用アドドロップ率で制限した数の波長群を前記ドロップ側光信号終端処理部へそれぞれ出力する波長群数制限部とを、含むことから、その波長群数制限部によって、終端処理に関連して転送する波長群の終端用アドドロップ率 ($add/drop$ 率 z)を、波長群パスクロスコネクタ部BXCと波長パスクロスコネクタ部WXCとの間で波長グルーミング処理に関連して転送する波長群のグルーミング用アドドロップ率 ($add/drop$ 率 y)とは独立に設定できるので、光信号終端処理部に設けられるマトリックス光スイッチの規模が大幅に小さくなる。

【0021】

また、請求項4に係る発明の階層型光パスクロスコネクタ装置によれば、前記ドロップ側光スイッチ機構は、前記複数の入力側光ファイバ毎に設けられ、該複数の入力側光ファイバにより伝送されてきた波長分割多重光を構成する複数の波長群のうち前記予め設定された終端用アドドロップ率で制限した数の波長群を前記ドロップ側光信号終端処理部へそれぞれ出力する波長群選択スイッチを、含むことから、その波長群選択スイッチによって、終端処理に関連して転送する波長群の終端用アドドロップ率 ($add/drop$ 率 z)を、波長群パスクロスコネクタ部BXCと波長パスクロスコネクタ部WXCとの間で波長グルーミング処理に関連して転送する波長群のグルーミング用アドドロップ率 ($add/drop$ 率 y)とは独立に設定できるので、光信号終端処理部に設けられるマトリックス光スイッチの規模が大幅に小さくなる。

【0022】

また、請求項5に係る発明の階層型光パスクロスコネクタ装置によれば、前記ドロップ側光信号終端処理部は、前記ドロップ側光スイッチ機構から出力された波長群を受けて該波長群を波長単位にそれぞれ分波する複数の波長分波器と、該複数の波長分波器と前記電気レイヤに設けられた複数の受信機との間に設けられ、該波長分波器により分波された波長を該複数の受信機のいずれか1つへ出力する単一のマトリックス光スイッチとを、含むことから、所謂カラーレス (colorless) 機能とディレクションレス (directionless) 機能とを備えることが可能となる。

【0023】

また、請求項6に係る発明の階層型光パスクロスコネクタ装置によれば、前記ドロップ側光信号終端処理部は、前記ドロップ側光スイッチ機構から出力された波長群を受けて該波長群を波長単位にそれぞれ分波する複数の波長分波器と、該複数の波長分波器と前記電気レイヤに設けられた複数の受信機との間に設けられ、該波長分波器により分波された波長を該複数の受信機のいずれか1つへ出力する3段構成のマトリックス光スイッチとを、含むことから、所謂カラーレス (colorless) 機能とディレクションレス (directionless) 機能とを備えることが可能となる。

【0024】

また、請求項7に係る発明の階層型光パスクロスコネクタ装置によれば、前記ドロップ側光信号終端処理部は、前記ドロップ側光スイッチ機構によって分離された波長群を受けて該波長群を分岐出力する、該波長群数と同じ数の光カプラと、該複数の光カプラから分岐された複数の波長群の全てを受けて該複数の波長群から1つの波長群を選択して、前記電気レイヤに設けられたコヒーレント受信機能を有する複数の受信機のいずれか1つへ出力する、該受信機と同じ数のマトリックス光スイッチとを、含むことから、所謂カラーレス (colorless) 機能とディレクションレス (directionless) 機能とを備えることが可能となる。

【0025】

また、請求項8に係る発明の階層型光パスクロスコネクタ装置によれば、前記波長群数制限部は、前記ドロップ側光スイッチ機構によって分離された波長群を受けて分岐する、該波長群数と同じ数のカプラと、該カプラから分岐された波長群をそれぞれ受けて該複数の波長群から1つの波長群を選択して、前記ドロップ側光信号終端処理部へそれぞれ出力する、該ドロップ側光信号終端処理部へ出力される波長群数と同じ数のマトリックス光ス

10

20

30

40

50

イッチとを、含むことから、その波長群数制限部によって、終端処理に関連して転送する波長群の終端用 $add/drop$ 率 z を、波長群パスクロスコネクト部 $B \times C$ と波長パスクロスコネクト部 $W \times C$ との間で波長グルーミング処理に関連して転送する波長群のグルーミング用 $add/drop$ 率 y とは独立に設定できるので、光信号終端処理部に設けられるマトリックス光スイッチの規模が大幅に小さくなる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の一実施例の光信号終端装置を含む光パスネットワークの中継ノードの要部構成を説明するための概念図である。

【図2】図1の光パスクロスコネクト装置に設けられたターミネート処理部およびオリジネート処理部の構成を説明する図である。

10

【図3】図1の光パスクロスコネクト装置に用いられるマトリックス光スイッチの構成および機能を説明する図である。

【図4】図1の光パスクロスコネクト装置に用いられる光カブラの構成および機能を説明する図である。

【図5】図1の光パスクロスコネクト装置において用いられる光カブラの構成および機能を説明する図である。

【図6】図1の光パスクロスコネクト装置において用いられるアレイ型導波路格子 AWG から構成される分波器の分波作動を説明する図である。

【図7】図1の光パスクロスコネクト装置において用いられる波長選択スイッチの波長選択作動を説明する図である。

20

【図8】図1の光パスクロスコネクト装置において用いられる波長群選択スイッチの波長群選択作動を説明する図である。

【図9】本発明の他の実施例の階層型光パスクロスコネクト装置の構成を説明する図である。

【図10】本発明の他の実施例の階層型光パスクロスコネクト装置の構成を説明する図である。

【図11】本発明の他の実施例の階層型光パスクロスコネクト装置の構成を説明する図である。

【図12】図1、図9 - 11の実施例の階層型光パスクロスコネクト装置に備えられるターミネート処理部およびオリジネート処理部の他の構成を説明する図である。

30

【図13】階層型光パスクロスコネクト装置に備えられるターミネート処理部の他の構成を説明する図である。

【図14】階層型光パスクロスコネクト装置に備えられるオリジネート処理部の他の構成を説明する図である。

【図15】本発明の他の実施例の階層型光パスクロスコネクト装置の構成を説明する図である。

【図16】図15の実施例の階層型光パスクロスコネクト装置に備えられるターミネート率制御部およびオリジネート率制御部の他の構成を説明する図である。

【図17】本発明の他の実施例の階層型光パスクロスコネクト装置の構成を説明する図である。

40

【図18】図17の実施例の階層型光パスクロスコネクト装置に備えられるターミネート率制御部およびオリジネート率制御部の他の構成を説明する図である。

【図19】本発明の他の実施例の階層型光パスクロスコネクト装置の構成を説明する図である。

【図20】本発明の他の実施例の階層型光パスクロスコネクト装置の構成を説明する図である。

【図21】本発明の他の実施例の階層型光パスクロスコネクト装置の構成を説明する図である。

【図22】本発明の階層型光パスクロスコネクト装置のスイッチ規模を、従来の階層型光

50

パスクロスコネクタ装置と対比して示す図である。

【図 2 3】本発明の階層型光パスクロスコネクタ装置において、その終端用 $add/drop$ 率 z を変化させた場合のターミネート処理部またはオリジネート処理部におけるスイッチ規模の変化を示す図である。

【図 2 4】従来の階層型光パスクロスコネクタ装置の構成を説明する図である。

【図 2 5】従来の階層型光パスクロスコネクタ装置の構成を説明する図である。

【図 2 6】従来の階層型光パスクロスコネクタ装置の構成を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【実施例 1】

【0027】

図 1 は、複数本たとえば K 本の光ファイバ $F_1 \sim F_K$ から構成された光ファイバ束で網状に接続された光パネットワークの中継ノード R_N の構成の概略を示している。この中継ノード R_N は、波長群パスとして機能する K 本の入力側光ファイバ F_{i1} 、 F_{i2} 、 \dots 、 F_{iK} と、 K 本の出力側光ファイバ F_{o1} 、 F_{o2} 、 \dots 、 F_{oK} との間に設けられ、光パスクロスコネクタ装置 OXC と、光信号終端装置として機能するターミネート処理部 TA およびオリジネート処理部 TB とを備えている。

【0028】

本実施例では、所定の通信波長帯のたとえば 100GHz 毎に分割された複数の波長チャネル (wave channel or light path) にそれぞれ対応する N 個の複数波長の光が合波されることにより 1 つの波長群 WB が構成され、その波長群 WB が M 個 (M 組) 合波されて 1 つの波長分割多重 (WDM : Wavelength Division Multiplexing) 光が構成され、その波長分割多重光が 1 本の光ファイバ毎に伝送される。すなわち、 $WB_{11} \sim WB_{1M}$ 、 $WB_{21} \sim WB_{2M}$ 、 \dots 、 $WB_{K1} \sim WB_{KM}$ が、光パスとして機能する入力側光ファイバ F_{i1} 、 F_{i2} 、 \dots 、 F_{iK} をそれぞれ介して並列に入力され、ルーティングされた新たな波長群 $WB_{11} \sim WB_{1M}$ 、 $WB_{21} \sim WB_{2M}$ 、 \dots 、 $WB_{K1} \sim WB_{KM}$ が、光パスとして機能する出力側光ファイバ F_{o1} 、 F_{o2} 、 \dots 、 F_{oK} をそれぞれ介して並列に出力される。上記 K 、 M 、 N は整数である。

【0029】

ここで、たとえば波長群 B_{11} に含まれる波長チャネルの波長は $111 \sim 11N$ 、波長群 B_{12} に含まれる波長チャネルの波長は $121 \sim 12N$ 、波長群 B_{1M} に含まれる波長チャネルの波長は $1M1 \sim 1MN$ 、波長群 B_{KM} に含まれる波長チャネルの波長は $KM1 \sim KMN$ となるが、それらの波長たとえば $121 \sim 12N$ は、相互に順次連続的に増加するものであってもよいし、分散的なものであってもよい。

【0030】

光パスクロスコネクタ装置 OXC は、たとえば、波長群レベル WBL において波長群単位でルーティング (方路切換) するとともに波長レベル WLL において波長単位でルーティング (方路切換) する階層型光パスクロスコネクタ装置である。この光パスクロスコネクタ装置 OXC は、 K 本の入力側光ファイバ F_{i1} 、 F_{i2} 、 \dots 、 F_{iK} を介してそれぞれ入力された波長分割多重光すなわち K 群 (K 組) の波長群 $WB_{11} \sim WB_{1M}$ 、 $WB_{21} \sim WB_{2M}$ 、 \dots 、 $WB_{K1} \sim WB_{KM}$ をそれぞれ波長群単位に分波する K 個の $1 \times M$ 波長群分波器 $AB_1 \sim AB_K$ と、その波長群分波器 $AB_1 \sim AB_K$ により分波された波長群パスに設けられて予め設定された終端用 $add/drop$ 率 z ($0 \sim 1$ の任意数) で波長群をターミネート (ドロップ) 処理部 TA へ転送する M 個の $K \times z$ KM の出力共通のドロップ側光スイッチ機構 SWA と、上記 K 本の入力側光ファイバ F_{i1} 、 F_{i2} 、 \dots 、 F_{iK} を介してそれぞれ入力された波長分割多重光を構成する K 群 (K 組) の波長群 $WB_{11} \sim WB_{1M}$ 、 $WB_{21} \sim WB_{2M}$ 、 \dots 、 $WB_{K1} \sim WB_{KM}$ を、波長群単位でルーティングを行って K 本の出力側光ファイバ F_{o1} 、 F_{o2} 、 \dots 、 F_{oK} へそれぞれ 1 組ずつ出力すると共に、それら入力された K 群の波長群 $WB_{11} \sim WB_{1M}$ 、 $WB_{21} \sim WB_{2M}$ 、 \dots 、 $WB_{K1} \sim WB_{KM}$ のうちの所定数すなわち予め設定されたグルーミング用 $add/drop$ 率 y ($0 \sim 1$ の任意数) でドロップ波長群を波長パスクロスコネクタ部 WXC へドロップさせる波長群パスクロスコネクタ部 BXC

10

20

30

40

50

と、予め設定されたグルーミング用 $drop/add$ 率 y ($0 \sim 1$ の任意数) でドロップされた所定割合の波長群をそれぞれ構成する複数の波長を波長単位でルーティングを行って所定割合の加入波長群を構成して出力する波長パスクロスコネクタ部 WXC と、上記波長群パスクロスコネクタ部 BXC により方路切替されて K 本の出力側光ファイバ $Fo1, Fo2, \dots, FoK$ へそれぞれ 1 組ずつ出力するための K 群の波長群と波長パスクロスコネクタ部 WXC により組み直された加入波長群とを合波して K 本の出力側光ファイバ $Fo1, Fo2, \dots, FoK$ へそれぞれ入力させる K 個の波長群合波器 $BB1 \sim BBK$ と、それら波長群合波器 $BB1 \sim BBK$ と波長群パスクロスコネクタ部 BXC との間に設けられて予め設定された終端用 $add/drop$ 率 z ($0 \sim 1$ の任意数) でオリジネート (アド) 処理部 TB から加入された加入波長群を波長分割多重光のいずれかに加入する M 個の $zKM \times K$ の入力共通のアド側光スイッチ機構 SWB とを、備えている。なお、上記ドロップ側光スイッチ機構 SWA とターミネート処理部 TA との接続部分は、 M 個の $K \times zKM$ の光スイッチから出力される波長群がそれぞれ入力される入力ポートを有し、入力されたその波長群をそれぞれ構成する波長に分波し、その波長を波長群によらず予め定められた同じ位置の出力ポートから出力する波長分波器で構成されてもよい。同様に、上記アド側光スイッチ機構 SWB とオリジネート処理部 TB との接続部分は、異なる波長群に属する波長が予め定められた同じ位置に入力される入力ポートを有し、その波長を異なる加入波長群毎に異なる出力ポートから出力する波長合波器によって、その波長合波器から出力される波長群をそれぞれ M 個の $zKM \times K$ の光スイッチへ入力することで構成してもよい。

【0031】

上記波長群パスクロスコネクタ部 BXC は、入力された波長分割多重光を構成する K 群 (K 組) の波長群 $WB11 \sim WB1M, WB21 \sim WB2M, \dots, WBK1 \sim WBKM$ を、波長群単位でルーティングを行って K 本の出力側光ファイバ $Fo1, Fo2, \dots, FoK$ へそれぞれ 1 組ずつ出力する M 個の $K \times K$ マトリックス光スイッチ $BMS1 \sim BMSK$ と、それら入力された K 群の波長群 $WB11 \sim WB1M, WB21 \sim WB2M, \dots, WBK1 \sim WBKM$ のうちの所定数すなわち予め設定されたグルーミング用 $add/drop$ 率 y ($0 \sim 1$ の任意数) でドロップ波長群を波長パスクロスコネクタ部 WXC へドロップさせる M 個の $K \times yKM$ 光スイッチから成る波長グルーミング用光スイッチ $WGSWD$ と、波長パスクロスコネクタ部 WXC からのグルーミングされたアド波長群をいずれかのファイバへ送り込むための M 個の $yKM \times K$ 光スイッチから成る波長グルーミングされた波長群を加入する光スイッチ $WGSWA$ とを備えている。上記 y は、波長群パスクロスコネクタ部 BXC と波長パスクロスコネクタ部 WXC との間でドロップ或いはアドさせる波長群の予め設定されたグルーミング用 $add/drop$ 率 ($0 \sim 1$ の任意数) である。

【0032】

上記波長パスクロスコネクタ部 WXC は、波長群パスクロスコネクタ部 BXC からドロップされた yKM 個の波長群からそれらを構成する波長にそれぞれ分波する波長分波器 $AW1 \sim AWyKM$ と、それら分波された波長の組み替えを行うための M 個の $yKM \times yKM$ マトリックス光スイッチ WMS と、それらの $yKM \times yKM$ マトリックス光スイッチ WMS から出力された波長を波長群に合波する yKM 個の $yKM \times 1$ 波長合波器 $BW1 \sim BWyKM$ とを備え、合波したアド波長群を上記 $yKM \times K$ 光スイッチへ転送する。

【0033】

上記ターミネート処理部 TA およびオリジネート処理部 TB は、伝送されてきた波長分割多重光に含まれる予め指定されたドロップ波長を、ルータ等が設けられて電気的信号と波長単位の光信号との間の光/電信号変換を行うための電気レイヤ EL 内の任意の受信器へ出力し、或いは、電気レイヤの所定の送信器から出力された所定のアド波長を指定された任意の波長群へ加入させる光信号終端装置として機能している。ターミネート処理部 TA およびオリジネート処理部 TB は、たとえば図 2 に示すように、可逆的な作動が可能な光学機能部品によって同様に構成されている。

【0034】

図 2 において、ターミネート処理部 TA は、ドロップ側スイッチ機構 SWA から転送さ

10

20

30

40

50

れてきた $z \times K \times M$ 個の波長群からそれをそれぞれ構成する複数の波長にそれぞれ分波する $z \times K \times M$ 個の波長分波器 $W B$ と、 $z \times K \times M$ 個の波長分波器 $W B$ によってそれぞれ分波された $z \times K \times M \times N$ 個の波長のうちの予め指定されたドロップ波長を選択する $z \times K \times M \times N \times z \times K \times M \times N$ マトリックス光スイッチとを備え、そのドロップ波長をルータなどを含む電気レイヤ $E L$ に設けられた $z \times K \times M \times N$ 個の受信器（たとえばホットセンサダイオード） $P D$ のうちの指定されたものに入力させる。オリジネート処理部 $T B$ は、電気レイヤ $E L$ に設けられた $z \times K \times M \times N$ 個の送信器（たとえば発光ダイオード）のうちの指定されたものから出力されたアド波長を受けて予め指定された波長群に加入させる $z \times K \times M \times N \times z \times K \times M \times N$ マトリックス光スイッチと、その $z \times K \times M \times N \times z \times K \times M \times N$ マトリックス光スイッチから出力されたアド波長を所定の波長群に合波させる $z \times K \times M$ 個の波長合波器 $W G$ とを備え、アド側スイッチ機構 $S W B$ へ送信する

10

【0035】

ドロップ側光スイッチ機構 $S W A$ は、波長群分波器 $A B 1 \sim A B K$ により分波された波長群パスにおいて波長群パスクロスコネクタ部 $B X C$ の波長グルーミング用光スイッチ $W G S W D$ の前段位置にそれとは独立に設けられて、波長グルーミング用光スイッチ $W G S W D$ から波長パスクロスコネクタ部 $W X C$ へのドロップ波長の転送と並行して、ターミネート処理部 $T A$ へのドロップ波長群の転送が独立して行われるので、それぞれのグルーミング用 $a d d / d r o p$ 率 y および終端用 $a d d / d r o p$ 率 z の設定の自由度が高められている。同様に、アド側光スイッチ機構 $S W B$ は、波長群パスクロスコネクタ部 $B X C$ の波長グルーミングされた波長群を加入する光スイッチ $W G S W A$ の後段位置にそれとは独立に設けられて、波長パスクロスコネクタ部 $W X C$ から波長グルーミングされた波長群を加入する光スイッチ $W G S W A$ へのアド波長群の転送と並行して、オリジネート処理部 $T B$ から出力側光ファイバへのアド波長群の転送が独立して行われるので、それぞれのグルーミング用 $a d d / d r o p$ 率 y および終端用 $a d d / d r o p$ 率 z の設定の自由度が高められている。

20

【0036】

本実施例の階層型の光パスクロスコネクタ装置 $O X C$ によれば、複数の入力側光ファイバにより伝送された波長分割多重光のパスまたはそれから波長群分波器 $A B 1 \sim A B K$ により分波された波長群パスとターミネート処理部（ドロップ側光信号終端処理部） $T A$ との間に設けられ、その波長分割多重光を構成する波長群の一部を分離し、波長パスクロスコネクタ部への転送経路とは独立にそのターミネート処理部 $T A$ へ出力するドロップ側光スイッチ機構 $S W A$ 、および/または、複数の出力側光ファイバに対応する波長分割多重光のパスまたはそれに合波する波長群パスとオリジネート処理部（アド側光信号終端処理部） $T B$ との間に設けられ、そのオリジネート処理部 $T B$ から転送されたアド波長群を、波長パスクロスコネクタ部 $W X C$ からの加入経路とは独立に複数の出力側光ファイバへ加入するアド側光スイッチ機構 $S W B$ が設けられているので、光信号終端処理部（ターミネート処理部 $T A$ およびオリジネート処理部 $T B$ ）へ光信号を送るための光スイッチ機構が簡単となり波長パスクロスコネクタ部 $W X C$ 内のスイッチ機構の規模の減少が簡単となる。また、光信号終端処理部（ターミネート処理部 $T A$ およびオリジネート処理部 $T B$ ）に関連して転送する波長群の終端用 $a d d / d r o p$ 率 z を、波長群パスクロスコネクタ部 $B X C$ と波長パスクロスコネクタ部 $W X C$ との間で波長グルーミング処理に関連して転送する波長群のグルーミング用 $a d d / d r o p$ 率 y とは独立に設定できるので、光信号終端処理部（ターミネート処理部 $T A$ およびオリジネート処理部 $T B$ ）に設けられるマトリックス光スイッチの規模が大幅に小さくなる。

30

40

【0037】

また、本実施例の階層型の光パスクロスコネクタ装置 $O X C$ によれば、ドロップ側光スイッチ機構 $S W A$ は、複数の入力側光ファイバ毎に分波された複数の波長群を並列的に伝送する波長群パスに設けられ、その複数の波長群のうち予め設定されたドロップ率 z で制限した数の波長群をターミネート処理部（ドロップ側光信号終端処理部） $T A$ へそれぞれ出力する複数（ M 個）の $K \times z \times K \times M$ 光スイッチを、含むことから、その複数の光スイッチ

50

によって、終端処理に関連して転送する波長群の終端用 $add/drop$ 率 z を、波長群パスクロスコネクタ部 BXC と波長パスクロスコネクタ部 WXC との間で波長グルーミング処理に関連して転送する波長群のグルーミング用 $add/drop$ 率 y とは独立に設定できるので、光信号終端処理部（ターミネート処理部 TA およびオリジネート処理部 TB ）に設けられるマトリクス光スイッチの規模が大幅に小さくなる。

【0038】

また、本実施例の階層型の光パスクロスコネクタ装置 OXC によれば、ターミネート処理部（ドロップ側光信号終端処理部） TA は、ドロップ側光スイッチ機構 SWA から出力された波長群を受けてそれらの波長群を波長単位にそれぞれ分波する複数の波長分波器と、それらの波長分波器 WB と電気レイヤ EL に設けられた複数の受信機との間に設けられてその波長分波器 WB により分波された波長を複数（ $z \times KM \times N$ 個）の受信器 PD のいずれか1つへ出力する単一の $z \times KM \times N \times z \times KM \times N$ マトリクス光スイッチとを、含むことから、所謂カラーレス（colorless）機能とディレクションレス（directionless）機能とを備えることが可能となる。

10

【0039】

ここで、本実施例での使用デバイスについて説明する。マトリクス光スイッチ MS は、たとえば図3に示すように、複数の入力ポートにそれぞれ入力された波長群或いは波長単位の光信号を任意の配列順序で複数の出力ポートからそれぞれ出力させるものであり、 $MEMS$ 技術を利用して複数本の入力ファイバおよび複数本の出力ファイバとの間の光路をコリメートレンズおよび1軸または2軸の微小可動ミラー（ $MEMS$ ミラー）で選択的に形成する、或いは PLC （Planar Lightwave Circuit）技術を利用してガラス導波路と MZI （Mach-Zehnder interferometer）により構成された光マトリクス光スイッチである。このマトリクス光スイッチ MS は、入力ポート数と出力ポート数との積に比例して構造が複雑となって高価となる。また、光カプラは、たとえば複数本の光ファイバのコアの一部が相互に溶融結合されることにより構成されたものであり、図4に示すように1本の入力ポートに対して複数本の出力ポートを有するものでは、波長多重光 $1 \sim 4$ がそのまま複数の出力ポートから出力されるとともに、その光信号強度は各出力ポート数分の1となる。また、図5に示すように複数本の入力ポートに対して1本の出力ポートを有するものでは、波長 2 、 1 および 4 、 3 がそれぞれ入力された場合には、入力された光信号の全部の波長 $1 \sim 4$ が1本の出力ポートから出力されるとともに、その各々の波長の光信号強度は入力信号強度の入力ポート数分の1となる。

20

30

【0040】

上記波長群分波器 $AB1 \sim ABK$ 、波長群合波器 $BB1 \sim BBK$ 、波長分波器 $AW1 \sim AWy$ 、 KM 、波長合波器 $BW1 \sim BWy$ 、 KM 、波長分波器 WB 、波長合波器 WG は、よく知られたアレイ型導波路格子 AWG から構成される。このアレイ型導波路格子 AWG は、たとえば、図6の 16×16 アレイ型導波路格子 AWG の場合では、入力ポート1に波長多重光 $1 \sim 16$ が入力されると、それが分波されて16個の出力ポートから波長 $1 \sim 16$ が並列的に出力される。逆に、16個の出力ポートから波長 $1 \sim 16$ が並列的に入力されると、入力ポートからそれらが合波されて波長多重光 $1 \sim 16$ が出力される。また、入力ポート2に波長多重光 $2 \sim 17$ が入力されると、それが分波されて16個の出力ポートから波長 $2 \sim 17$ が並列的に出力される。逆に、16個の出力ポートから波長 $2 \sim 17$ が並列的に入力されると、入力ポートからそれらが合波されて波長多重光 $2 \sim 17$ が出力される。

40

【0041】

波長選択スイッチは、1つの入力ポートに入力された波長分割多重された光信号から、それを構成する任意の波長或いは波長群を任意の出力ポートから出力させるものであり、 $MEMS$ 技術を利用して複数本の入力ファイバおよび複数本の出力ファイバとの間の光路に合波分波用回折格子、コリメートレンズ、および2軸の微小可動ミラー（ $MEMS$ ミラー）を設け、たとえば1つの基板上にアレイ化されて複数の光ファイバからの光信号を任意に操作可能に構成される。たとえば図7に示す例では、波長 $1 \sim 8$ が多重された光

50

信号が入力ポートに入力された場合に、その波長多重光を構成する波長のうち、 1、 4 が出力ポート 2 から出力され、 2、 3、 7 が出力ポート 3 から出力され、 6 が出力ポート 4 から出力され、 5、 8 が出力ポート 5 から出力される。また、図 8 に示す例では、波長 1 ~ 16 から成る波長群の入力があった場合に、波長群 WB 1、WB 2 が出力ポート 2 から出力され、波長群 WB 3 が出力ポート 3 から出力され、波長群 WB 4 が出力ポート 5 から出力される。

【実施例 2】

【0042】

次に、本発明の他の実施例を説明する。なお、以下の説明において実施例相互に共通する部分には同一の符号を付して説明を省略する。

10

【0043】

図 9 に示す階層型の光パスクロスコネクタ装置 OXC は、図 1 の光パスクロスコネクタ装置 OXC に比較して、波長群光パスクロスコネクタ装置 BXC および波長パスクロスコネクタ装置 WXC の内容が相違するが、他は同様に構成されている。

【0044】

図 9 に示すように、本実施例の波長群光パスクロスコネクタ装置 BXC は、K 個の波長群分波器 AB1 ~ ABK によって分波された波長群 WB11 ~ WB1M、WB21 ~ WB2M、...、WBK1 ~ WBKM を入力側光ファイバ Fi1、Fi2、...、FiK に対応する元の波長分割多重光に戻す K 個の M x 1 波長群合波器 CB1 ~ CBK と、それら合波された波長分割多重光をそれらを構成する波長群のうちの所定の波長群をそれぞれ分波して任意の出力ポートから出力する K 個の 1 x (K + 1) の波長群選択スイッチ WBS S1 ~ WBS SK と、それら波長群選択スイッチ WBS S1 ~ WBS SK からそれぞれ出力された波長群および波長パスクロスコネクタ装置 WXC でグルーミングされた波長群を合波して K 本の出力側光ファイバ Fo1、Fo2、...、FoK に対応する波長分割多重光を出力する K 個の (K + 1) x 1 光カプラ BPC1 ~ BPCK と、それら光カプラ BPC1 ~ BPCK から出力された波長分割多重光を波長群にそれぞれ分波して出力する K 個の 1 x M 波長群分波器 DB1 ~ DBK とを、備えている。

20

【0045】

上記波長パスクロスコネクタ装置 WXC は、上記波長群選択スイッチ WBS S1 ~ WBS SK から受けた波長群から所定の波長を分波する波長選択スイッチ WSS1 ~ WSSK と、それら波長選択スイッチ WSS1 ~ WSSK からそれぞれ出力された波長を合波して上記光カプラ BPC1 ~ BPCK へ出力する光カプラ WPC1 ~ WPCK とを備えている。本実施例の波長群光パスクロスコネクタ装置 BXC および波長パスクロスコネクタ装置 WXC は、図 1 の光パスクロスコネクタ装置 OXC と同様の機能を有しているため、その図 1 の光パスクロスコネクタ装置 OXC と同様の作用効果を得ることができる。すなわち、光信号終端処理部 (ターミネート処理部 TA およびオリジネート処理部 TB) へ光信号を送るための光スイッチ機構が簡単となり波長パスクロスコネクタ部 WXC 内のスイッチ機構の規模の減少が簡単となる。また、光信号終端処理部 (ターミネート処理部 TA およびオリジネート処理部 TB) に関連して転送する波長群の終端用 add / drop 率 z を、波長群パスクロスコネクタ部 BXC と波長パスクロスコネクタ部 WXC との間で波長グルーミング処理に関連して転送する波長群のグルーミング用 add / drop 率 y とは独立に設定できるので、光信号終端処理部 (ターミネート処理部 TA およびオリジネート処理部 TB) に設けられるマトリクス光スイッチの規模が大幅に小さくなる。

30

40

【実施例 3】

【0046】

図 10 に示す階層型の光パスクロスコネクタ装置 OXC は、図 1、図 9 の光パスクロスコネクタ装置 OXC に比較して、K 個のドロップ側光スイッチ装置 SWA およびアド側光スイッチ装置 SWB の内容が相違するが、他は同様に構成されている。

【0047】

図 10 において、ドロップ側光スイッチ機構 SWA は、K 個の波長群分波器 AB1 ~ A

50

BKからそれぞれ分波された1つの波長分割多重光にそれぞれ対応するM個の波長群パス毎にK個設けられた $M \times z M$ 光スイッチであり、 $z K M$ 本の波長群パスをターミネート処理部TAへ転送する。アド側光スイッチ機構SWBは、出力側光ファイバにそれぞれ対応するM個の波長群パス毎にK個設けられた $z M \times M$ 光スイッチであり、オリジネート処理部TBから転送される $z K M$ 本の波長群パスを所定の出力側光ファイバに加入する。ドロップ側光スイッチ機構SWAおよびアド側光スイッチ機構SWBは、図1、図9の光パスクロスコネクタ装置OXCのものと同様の機能を有しているため、同様の作用効果を得ることができる。また、本実施例では、ファイバ単位で終端用add/drop率 z を設定することができる。

【実施例4】

【0048】

図11に示す階層型の光パスクロスコネクタ装置OXCは、図1、図9の光パスクロスコネクタ装置OXCと比較して、ドロップ側光スイッチ装置SWAおよびアド側光スイッチ装置SWBの内容が相違するが、他は同様に構成されている。

【0049】

図11において、ドロップ側光スイッチ装置SWAは、K個の波長群分波器AB1~ABKからそれぞれ分波された波長群を伝送する波長群パスにM個設けられた $K \times z K$ 光スイッチであり、 $z K M$ 本の波長群パスをターミネート処理部TAへ転送する。アド側光スイッチ装置SWBは、出力側光ファイバにそれぞれ対応する波長群パスにM個設けられた $z K \times K$ 光スイッチであり、オリジネート処理部TBから転送される $z K M$ 本の波長群パスを所定の出力側光ファイバに加入する。ドロップ側光スイッチ装置SWAおよびアド側光スイッチ装置SWBは、図1、図9の光パスクロスコネクタ装置OXCのものと同様の機能を有しているため、同様の作用効果を得ることができる。また、本実施例では、波長群単位で終端用add/drop率 z を設定することができる。

【実施例5】

【0050】

図12に示すターミネート処理部TAは、ドロップ側光スイッチ機構SWAから出力された波長群を受けてその波長群を波長単位にそれぞれ分波する複数の波長分波器WBと、その複数の波長分波器WBと電気レイヤELに設けられた複数の受信機PDとの間に設けられ、それら波長分波器WBにより分波された波長をそれら複数の受信器PDのいずれか1つへ出力する3段構成のマトリクス光スイッチMS1、MS2、MS3と、マトリクス光スイッチMS2とマトリクス光スイッチMS3との間に設けられたa分岐光カップラPCとを、備えている。マトリクス光スイッチMS1は $a \times (2a - 1)$ マトリクス光スイッチであり、マトリクス光スイッチMS2は $2a - 1$ 個の $r \times r$ マトリクス光スイッチであり、それらマトリクス光スイッチMS1およびマトリクス光スイッチMS2は相互にクロス接続されている。マトリクス光スイッチMS3は、 $z K M N$ 個の $(2a - 1) \times 1$ マトリクス光スイッチである。ここで、aは数式1、rは数式2で示すものである。

【0051】

【数1】

$$a \cong \sqrt{\frac{zKMN}{2}}$$

【0052】

10

20

30

40

【数 2】

$$r = \left[\frac{zKMN}{a} \right]$$

【0053】

図12に示すオリジネート処理部TBは、アド側光スイッチ機構SWBへ出力する波長群を合波する複数の波長合波器WGと、その複数の波長分波器WGと電気レイヤELに設けられた複数の送信器EDとの間に設けられ、それら電気レイヤELに設けられた複数の送信器EDから入力されたアド波長を合波して波長合波器WGへ出力する3段構成のマトリックス光スイッチMS1、MS2、MS3と、マトリックス光スイッチMS2とマトリックス光スイッチMS3との間に設けられたa分岐光カプラPCとを、備えている。マトリックス光スイッチMS1は(2a-1)×aマトリックス光スイッチであり、マトリックス光スイッチMS2は2a-1個のr×rマトリックス光スイッチであり、それらマトリックス光スイッチMS1およびマトリックス光スイッチMS2は相互にクロス接続されている。マトリックス光スイッチMS3は、zKMN個の1×(2a-1)マトリックス光スイッチである。本実施例のターミネート処理部TAおよびオリジネート処理部TBによれば、図2のターミネート処理部TAおよびオリジネート処理部TBと同様の機能を有しているので、前述の実施例1と同様に、所謂カラーレス機能とディレクションレス機能とを備えることが可能となる。また、本実施例のターミネート処理部TAおよびオリジネート処理部TBは、図2のターミネート処理部TAおよびオリジネート処理部TBに比較して、3段構成のマトリックス光スイッチMS1、MS2、MS3から構成されているので、スイッチ規模が小さくなる。

【実施例6】

【0054】

図13に示すターミネート処理部TAは、ドロップ側光スイッチ機構SWAから出力されたzKM個の波長群を受けてそれぞれ分岐するzKM個の光カプラと、それらのzKM個の光カプラからのすべての波長群を受けていずれか1つの波長群を選択して電気レイヤELへ出力するzKMN個のzKM×1マトリックス光スイッチとを備えている。電気レイヤELは、デジタルコヒーレント受信処理機能を備えており、その受信器(ホトダイオード)に受信した波長群に含まれる所望の波長チャンネルを取り出してその波長に対応する電気信号に変換する。図14に示すオリジネート処理部TBは、電気レイヤELの発信器から出力された所定の波長を受けていずれかの出力ポートから出力するzKMN個の1×zKMマトリックス光スイッチと、それらzKMN個の1×zKMマトリックス光スイッチからの波長を波長群に合波してアド側光スイッチ機構SWBへ出力するzKM個の光カプラとを、備えている。本実施例のターミネート処理部TAおよびオリジネート処理部TBによれば、図2のターミネート処理部TAおよびオリジネート処理部TBと同様の機能を有しているので、前述の実施例1と同様に、所謂カラーレス機能とディレクションレス機能とを備えることが可能となる。また、本実施例のターミネート処理部TAおよびオリジネート処理部TBは、図2のターミネート処理部TAおよびオリジネート処理部TBに比較して、zKMN個のzKM×1マトリックス光スイッチしか備えていないので、スイッチ規模が小さくなる。

【実施例7】

【0055】

図15に示す階層型の光パスクロスコネクタ装置OXCは、図10に示す階層型の光パスクロスコネクタ装置OXCに比較して、ドロップ側光スイッチ機構SWAとターミネート処理部TAとの間にアドドロップ率制御部(ターミネート率制御部)ZCAが設けられ、アド側スイッチ機構SWBとオリジネート処理部TBとの間にアドドロップ率制御部(

10

20

30

40

50

オリジネート率制御部) Z C B が設けられている点で相違している。

【 0 0 5 6 】

図 1 6 に示すように、上記アドドロップ率制御部 Z C A は、ドロップ側光スイッチ機構 S W A から転送された K M 個の波長群に対応して設けられた K M 個の z K 分岐カプラと、それらから出力された波長群から所定の波長群を選択し、ターミネート処理部 T A へ出力する z K M 個の K x 1 マトリックス光スイッチとを備えている。また、上記アドドロップ率制御部 Z C B は、オリジネート処理部 T B からの z K M 個の波長群を受けていずれかのファイバへ加えるかを選択する z K M 個の 1 x K マトリックス光スイッチと、それらから出力された波長から波長群を合波してアド側光スイッチ機構 S W B へ転送する K M 個の z K 分岐カプラとを備えている。

10

【 0 0 5 7 】

本実施例の光パスクロスコネクタ装置 O X C は、図 1、図 1 0 に示す階層型の光パスクロスコネクタ装置 O X C などと同様の機能を有しているため、光信号終端処理部 (ターミネート処理部 T A およびオリジネート処理部 T B) へ光信号を送るための光スイッチ機構が簡単となり波長パスクロスコネクタ部 W X C 内のスイッチ機構の規模の減少が簡単となる。また、本実施例の階層型の光パスクロスコネクタ装置 O X C によれば、アドドロップ率制御部 Z C A (波長群数制限部) によって、終端処理に関連して転送する波長群の終端用 a d d / d r o p 率 z を、波長群パスクロスコネクタ部 B X C と波長パスクロスコネクタ部 W X C との間で波長グルーミング処理に関連して転送する波長群のグルーミング用 a d d / d r o p 率 y とは独立に設定できるので、光信号終端処理部 (ターミネート処理部 T A およびオリジネート処理部 T B) に設けられるマトリックス光スイッチの規模が大幅に小さくなる。

20

【 実施例 8 】

【 0 0 5 8 】

図 1 7 に示す階層型の光パスクロスコネクタ装置 O X C は、図 1 1 に示す階層型の光パスクロスコネクタ装置 O X C に比較して、ドロップ側光スイッチ機構 S W A とターミネート処理部 T A との間にアドドロップ率制御部 Z C A が設けられ、アド側スイッチ機構 S W B とオリジネート処理部 T B との間にアドドロップ率制御部 Z C B が設けられている点で相違している。

【 0 0 5 9 】

図 1 8 に示すように、上記アドドロップ率制御部 Z C A は、ドロップ側光スイッチ機構 S W A から転送された K M 個の波長群に対応して設けられた K M 個の z M 分岐カプラと、それらから出力された波長群から所定の波長群を選択し、ターミネート処理部 T A へ出力する z K M 個の M x 1 マトリックス光スイッチとを備えている。また、上記アドドロップ率制御部 Z C B は、オリジネート処理部 T B からの z K M 個の波長群を受けていずれかのファイバへ加えるかを選択する z K M 個の 1 x M マトリックス光スイッチと、それらから出力された波長から波長群を合波してアド側光スイッチ機構 S W B へ転送する K M 個の z M 分岐カプラとを備えている。

30

【 0 0 6 0 】

本実施例の光パスクロスコネクタ装置 O X C は、図 9、図 1 1 に示す階層型の光パスクロスコネクタ装置 O X C などと同様の機能を有しているため、光信号終端処理部 (ターミネート処理部 T A およびオリジネート処理部 T B) へ光信号を送るための光スイッチ機構が簡単となり波長パスクロスコネクタ部 W X C 内のスイッチ機構の規模の減少が簡単となる。また、本実施例の階層型の光パスクロスコネクタ装置 O X C によれば、アドドロップ率制御部 Z C A (波長群数制限部) によって、終端処理に関連して転送する波長群の終端用 a d d / d r o p 率 z を、波長群パスクロスコネクタ部 B X C と波長パスクロスコネクタ部 W X C との間で波長グルーミング処理に関連して転送する波長群のグルーミング用 a d d / d r o p 率 y とは独立に設定できるので、光信号終端処理部 (ターミネート処理部 T A およびオリジネート処理部 T B) に設けられるマトリックス光スイッチの規模が大幅に小さくなる。

40

50

【実施例 9】

【0061】

図19に示す階層型の光パスクロスコネクタ装置OXCは、図15に示す階層型の光パスクロスコネクタ装置OXCと比較して、ドロップ側スイッチ機構SWAおよびアド側スイッチ機構SWBが、波長群バス個々に設けられたKM個の1×2スイッチから構成されている点で相違するが、他は同様に構成されている。本実施例においても、図15に示す階層型の光パスクロスコネクタ装置OXCと同様の効果が得られる。本実施例のアドドロップ率制御部ZCAおよびアドドロップ率制御部ZCBは、たとえば図16、図18に示すように構成される。

【実施例 10】

【0062】

図20に示す階層型の光パスクロスコネクタ装置OXCは、図1、9、10、11の階層型の光パスクロスコネクタ装置OXCに対して、波長群分波器AB1~ABKおよび波長群合波器BB1~BBKが設けられておらず、ドロップ側スイッチ機構SWAは、入力側光ファイバFi1、Fi2、・・・FiKに対応する波長分割多重光パスに設けられたK個の1×(zM+1)波長群選択スイッチWBSSから構成されており、アド側スイッチ機構SWBは、出力側光ファイバFo1、Fo2、・・・FoKに対応する波長分割多重光パスに設けられたK個の(zM+1)分岐カプラから構成される。なお、上記の1×(zM+1)波長群選択スイッチWBSSは、それよりも小規模の波長群選択スイッチWBSSの多段接続により構成されてもよい。本実施例においても、前述の実施例の階層型の光パスクロスコネクタ装置OXCと同様の効果が得られる。

【実施例 11】

【0063】

図21に示す階層型の光パスクロスコネクタ装置OXCは、図20に示す階層型の光パスクロスコネクタ装置OXCと同様に、図1、9、10、11の階層型の光パスクロスコネクタ装置OXCに対して、波長群分波器AB1~ABKおよび波長群合波器BB1~BBKが設けられておらず、波長群パスクロスコネクタ部BXCおよび波長パスクロスコネクタ部WXCの構成が相違している点、ドロップ側スイッチ機構SWAは波長群パスクロスコネクタ部BXC内に設けられている点で、相違する。波長群パスクロスコネクタ部BXCは、K個の1×(K+zM+1)波長群選択スイッチWBSSと、それらから出力された波長群と波長パスクロスコネクタ部WXCからのグルーミングされた波長群とを合波するK個の(K+1)分岐カプラとを備えている。K個の1×(K+zM+1)波長群選択スイッチWBSSは、波長パスクロスコネクタ部WXCおよび(K+1)分岐カプラへの出力ポートのほかに、ターミネート処理部TAへの出力ポートを備えており、ドロップ側スイッチ機構SWAを兼ねている。本実施例においても、前述の実施例の階層型の光パスクロスコネクタ装置OXCと同様の効果が得られる。

【0064】

本発明者等は、図25の従来の階層型光パスクロスコネクタ装置に対して、図17の階層型の光パスクロスコネクタ装置OXCが図2に示すターミネート処理部TAおよびオリジネート処理部TBを採用した場合(第1の構成)、図17の階層型の光パスクロスコネクタ装置OXCが図12に示すターミネート処理部TAおよびオリジネート処理部TBを採用した場合(第2の構成)、図17の階層型の光パスクロスコネクタ装置OXCが図13および図14に示すターミネート処理部TAおよびオリジネート処理部TBを採用した場合(第3の構成)のそれぞれについて、ファイバの本数Kを8、1ファイバ内の波長群数Mを10、1波長群内の波長数Nを8、グルーミング用add/drop率yを0.2、終端用add/drop率zを0.3としたときのスイッチ規模を比較した。図22はその比較結果を示している。また、図23は、上記第1の構成、第2の構成、第3の構成において、オリジネート/ターミネート率(終端用add/drop率)zのみを変化させたときのターミネート処理部TAまたはオリジネート処理部TBにおけるスイッチ規模の変化を示している。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 5 】

図 2 2 に示されるように、図 2 5 の従来の階層型光パスクロスコネクタ装置に対して、本発明が適用された第 1 の構成、第 2 の構成、第 3 の構成においてはスイッチ規模が大幅に小さく、第 1 の構成では 6 4 % 減少し、第 2 の構成ではそれよりも 6 2 % 減少している。また、図 2 3 に示されるように、第 1 の構成、第 2 の構成、第 3 の構成においては、終端用 $add/drop$ 率 z が小さくなるほど、スイッチ規模が減少している。

【 0 0 6 6 】

以上、本発明の一実施例を図面に基づいて説明したが、本発明はその他の態様においても適用される。

【 0 0 6 7 】

たとえば、前述の実施例の中継ノードにおいて、入力側光ファイバ $Fi1$ 、 $Fi2$ 、 \dots 、 FiK および出力側光ファイバ $Fo1$ 、 $Fo2$ 、 \dots 、 FoK の本数 K 、1 本の光ファイバにより伝送される波長群数 M 、1 個の波長群に含まれる波長数 N 、波長群レベル WBL と波長レベル WLL との間の $add/drop$ 率 y 、波長群レベル WBL と電気レベル EL との間の $add/drop$ 率 z は、必要に応じて種々変更され得るものである。

【 0 0 6 8 】

また、前述の中継ノードに設けられた光パスクロスコネクタ装置 OXC に設けられたターミネート処理部 TA およびオリジネート処理部 TB は、相互に置換されてもよい。

【 0 0 6 9 】

その他、一々例示はしないが、本発明はその趣旨を逸脱しない範囲で種々変更を加え得るものである。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 0 】

OXC : 光パスクロスコネクタ装置 (階層型光パスクロスコネクタ装置)

BXC : 波長群パスクロスコネクタ部

WXC : 波長パスクロスコネクタ部

TA : ターミネート処理部 (ドロップ側光信号終端処理部)

TB : オリジネート処理部 (アド側光信号終端処理部)

SWA : ドロップ側光スイッチ機構

SWB : アド側光スイッチ機構

RN : 中継ノード

EL : 電気レイヤ

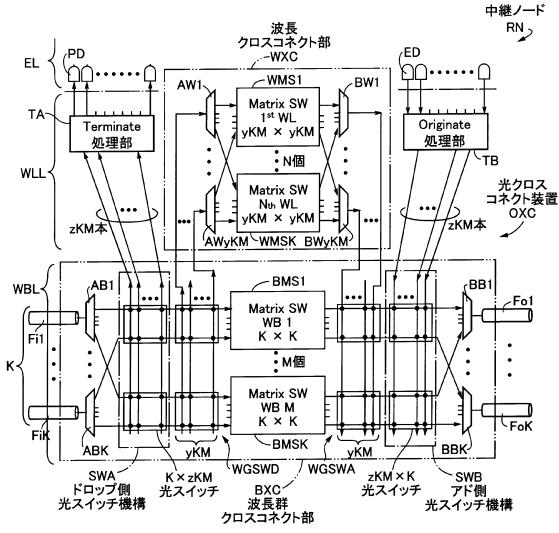
MS : マトリックス光スイッチ

10

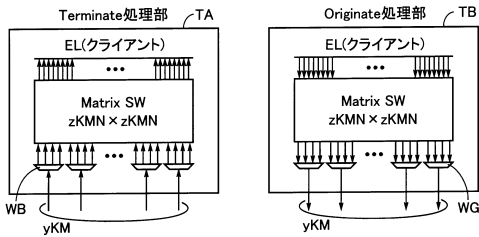
20

30

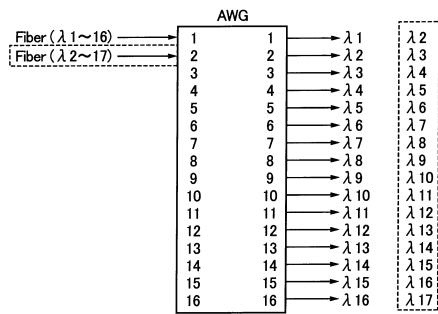
【図1】



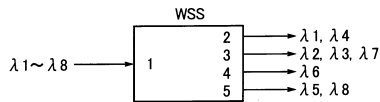
【図2】



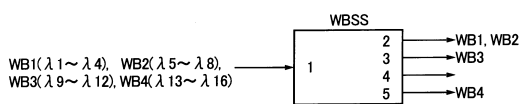
【図6】



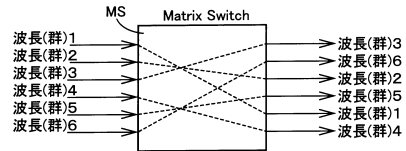
【図7】



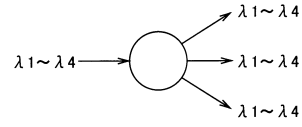
【図8】



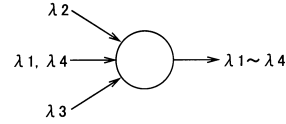
【図3】



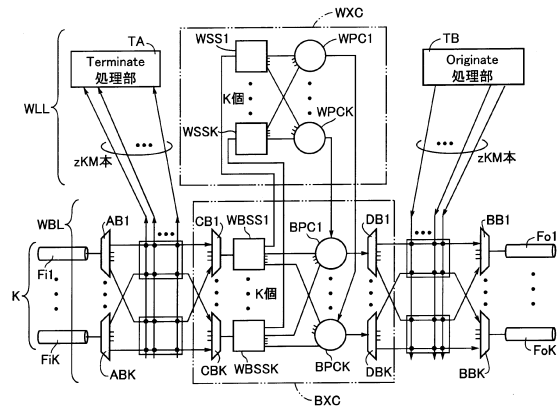
【図4】



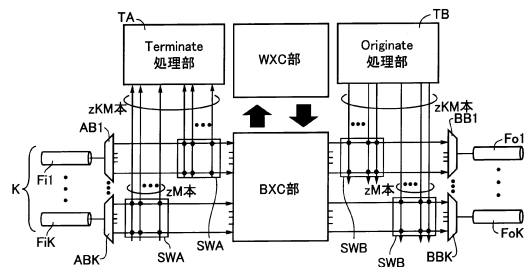
【図5】



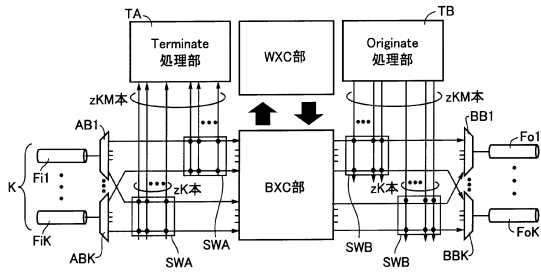
【図9】



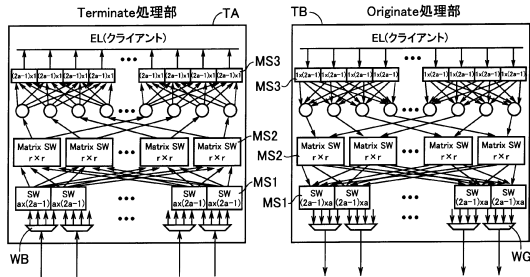
【図10】



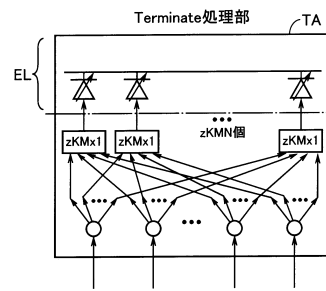
【図11】



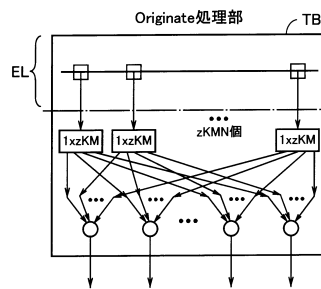
【図12】



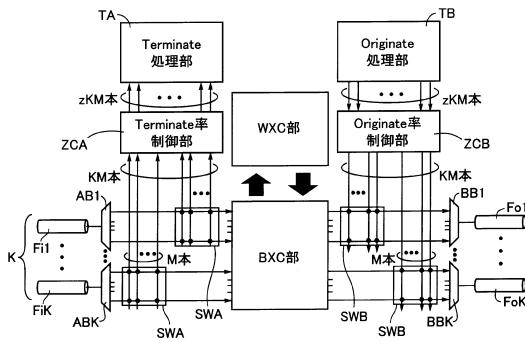
【図13】



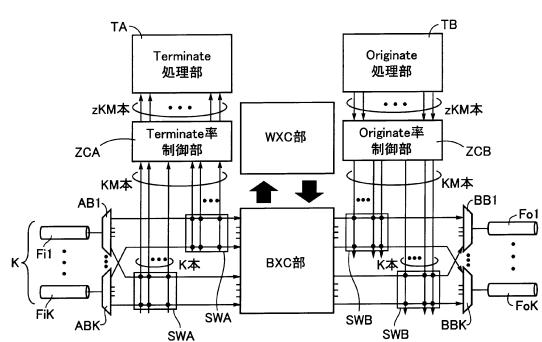
【図14】



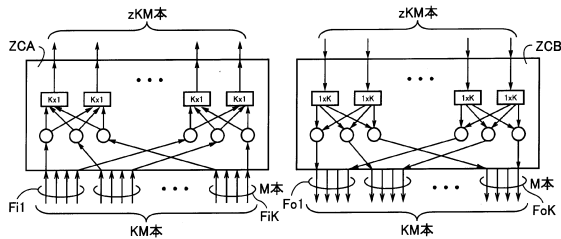
【図15】



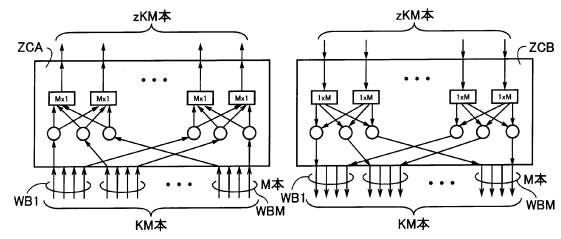
【図17】



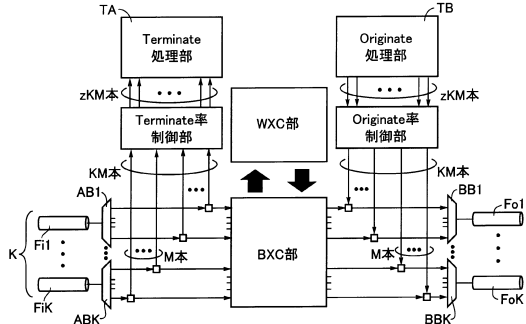
【図16】



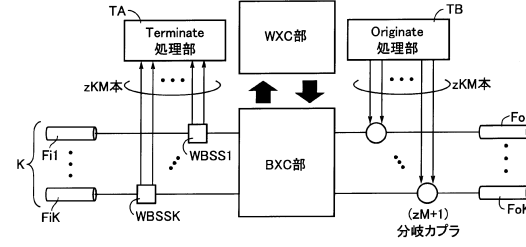
【図18】



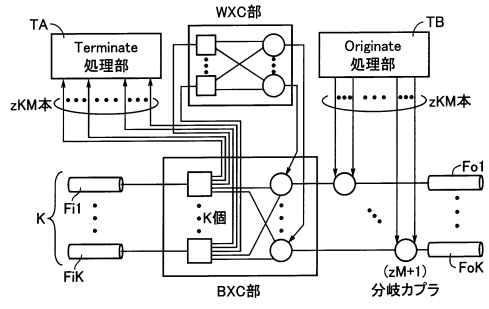
【図19】



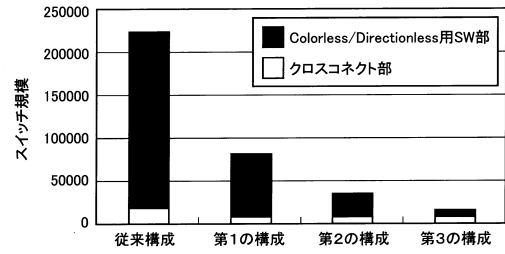
【図20】



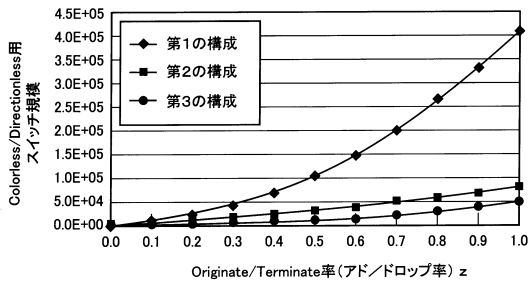
【図21】



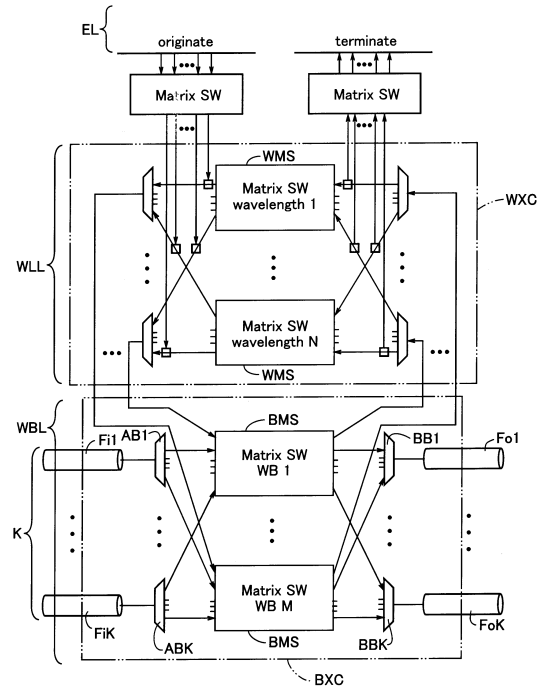
【図22】



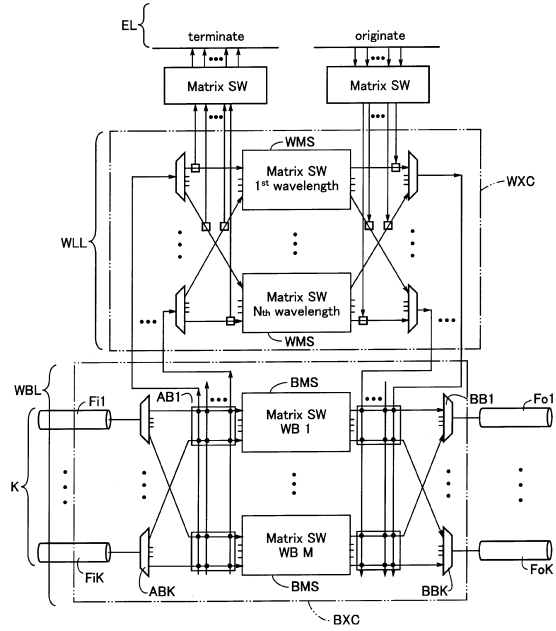
【図23】



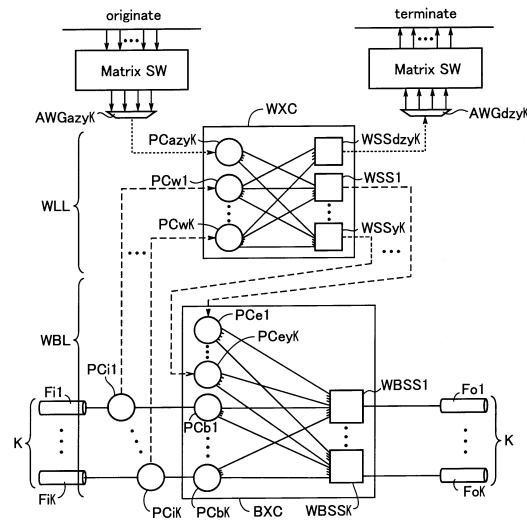
【図24】



【 図 25 】



【 図 26 】



フロントページの続き

(72)発明者 山田 祥之
愛知県名古屋市千種区不老町1番 国立大学法人名古屋大学内

審査官 川口 貴裕

(56)参考文献 特開平11-243564(JP,A)
特開2008-147804(JP,A)
特表2007-506317(JP,A)
平光亮他,全波長群パスに対するadd/drop率を制約可能な多階層光パスクロスコネクトノード
構成及び光スイッチ規模の評価,2009年電子情報通信学会総合大会講演論文集 通信2,2
009年 3月 4日,p.463

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

| | | | |
|------|-------|---|-------|
| H04B | 10/00 | - | 10/90 |
| H04J | 14/00 | - | 14/08 |
| H04Q | 3/52 | | |