

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-81374

(P2010-81374A)

(43) 公開日 平成22年4月8日(2010.4.8)

(51) Int.Cl.

H04Q 3/52 (2006.01)

F I

H04Q 3/52

B

テーマコード (参考)

5K069

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2008-248551 (P2008-248551)
 (22) 出願日 平成20年9月26日 (2008.9.26)

(71) 出願人 000004226
 日本電信電話株式会社
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号
 (74) 代理人 100083518
 弁理士 下平 俊直
 (74) 代理人 100149755
 弁理士 川村 憲正
 (72) 発明者 大窪 洋平
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
 本電信電話株式会社内
 (72) 発明者 佐原 明夫
 東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日
 本電信電話株式会社内

最終頁に続く

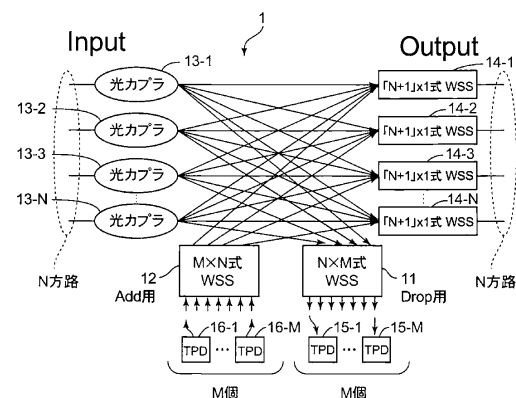
(54) 【発明の名称】 光クロスコネクタ装置および光ネットワーク

(57) 【要約】

【課題】 光クロスコネクタ装置において、ポート拡張性およびNon-blocking構成を両立すること。

【解決手段】 N個の1入力でN+αの出力(α≧1)の分波部材13-1~13-Nと、N個のN+αの入力で1出力の合波部材14-1~14-Nと、k(α≧k≧1)個のN入力でm(m≧2)出力の第1の波長選択スイッチ11と、k(α≧k≧1)個のm(m≧2)入力でN出力の第2の波長選択スイッチ12と、で光クロスコネクタ装置を構成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

N ($N \geq 2$) 個の NNI (Network Node Interface) 側の入力方路および α ($\alpha \geq 1$) 個の UNI (User Network Interface) 側の入力方路から波長多重信号を受信し、この受信した波長多重信号を波長毎に出力方路を選択し、 N 個の NNI 側の出力方路または α 個の UNI 側の出力方路に波長多重信号を送信する光クロスコネクタ装置において、

N 個の 1 入力 $N + \alpha$ の出力 ($\alpha \geq 1$) の分波部材と、

N 個の $N + \alpha$ の入力 1 出力の合波部材と、

k ($\alpha \leq k \leq 1$) 個の N 入力 m ($m \geq 2$) 出力の第 1 の波長選択スイッチと、

k ($\alpha \leq k \leq 1$) 個の m ($m \geq 2$) 入力 N 出力の第 2 の波長選択スイッチと、

で構成され、

上記分波部材と上記合波部材の少なくとも一方を波長選択スイッチで構成し、

上記分波部材は、1 個の入力ポートに上記 NNI 側の入力方路を接続し、 N 個の出力ポートを N 個の上記合波部材に接続し、残り α 個の出力ポートを上記第 1 の波長選択スイッチに接続し、

上記合波部材は、 N 個の入力ポートに N 個の上記分波部材の出力を接続し、残り α 個の入力ポートに上記第 2 の波長選択スイッチの出力を接続し、1 個の出力ポートを上記 NNI 側の出力方路に接続し、

上記第 1 の波長選択スイッチは、 N 個の入力ポートに上記分波部材の出力を接続し、 m 個の出力ポートにそれぞれ 1 つの受信機を接続し、

上記第 2 の波長選択スイッチは、 m 個の入力ポートにそれぞれ 1 つの送信機の出力を接続し、 N 個の出力ポートに上記合波部材を接続する、

ことを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の光クロスコネクタ装置において、

前記分波部材には、1 入力 $N + \alpha$ の出力の光分岐回路を備えることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 3】

請求項 1 記載の光クロスコネクタ装置において、

前記合波部材には、 $N + \alpha$ の入力 1 出力の光合流回路を備えることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の光クロスコネクタ装置において、

前記 k が 2 以上 α 以下であることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の光クロスコネクタ装置において、

前記分波部材が 1 入力 $N + 1$ の出力の場合であって、

前記分波部材と前記第 1 の波長選択スイッチとが N 個の 1 入力 $1 + k$ の出力の光カプラで接続されることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 6】

請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の光クロスコネクタ装置において、

前記合波部材が $N + 1$ の入力 1 出力の場合であって、

前記第 2 の波長選択スイッチと前記合波部材とが N 個の $1 + k$ の入力 1 出力の光カプラで接続されることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 7】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の光クロスコネクタ装置において、

前記第 1 の波長選択スイッチおよび前記第 2 の波長選択スイッチは、入力ポート数の個数の光分波器と、出力ポート数の個数の光合波器と、波長多重数の個数の「入力ポート数 $\times$ 出力ポート数」のマトリクススイッチで構成されることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 8】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の光クロスコネクタ装置において、

前記第 1 の波長選択スイッチは、入力ポート数の個数の光分波器と、「入力ポート数と波長多重数の積×出力ポート数」のマトリクススイッチで構成され、

前記第 2 の波長選択スイッチは、出力ポート数の個数の光分波器と、「出力ポート数と波長多重数の積×入力ポート数」のマトリクススイッチで構成される、

ことを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 9】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の光クロスコネクタ装置において、

前記第 1 の波長選択スイッチは、入力ポート数の個数の 1 入力出力ポート数の出力の波長選択スイッチと、出力ポート数の個数の光合流器で構成され、

前記第 2 の波長選択スイッチは、出力ポート数の個数の入力ポート数の入力出力の波長選択スイッチと、入力ポート数の個数の光分波器とで構成される、

ことを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 10】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の光クロスコネクタ装置において、

前記第 2 の波長選択スイッチは、入力ポート数の個数の 1 入力出力ポート数の出力の光スイッチと、出力ポート数の個数の入力ポート数の入力出力の光合流器で構成されることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 11】

請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の光クロスコネクタ装置において、

前記第 1 の波長選択スイッチは、入力ポート数の個数の 1 入力出力ポート数の出力の光分波器と、出力ポート数の個数の入力ポート数の入力出力の光スイッチと、出力ポート数の個数の波長選択フィルタとで構成されることを特徴とする光クロスコネクタ装置。

【請求項 12】

請求項 1 から 11 のいずれか 1 項記載の光クロスコネクタ装置を利用した光ネットワークにおいて、

異なる光クロスコネクタ装置間に現用バスと予備バスを形成し、現用バスの送信機と予備バスの送信機とを異なる前記第 2 の波長選択スイッチにそれぞれ接続し、現用バスの受信機と予備バスの受信機とを異なる前記第 1 の波長選択スイッチにそれぞれ接続することを特徴とする光ネットワーク。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光クロスコネクタ装置（OXC: Optical Cross ConnectまたはWXC: Wavelength Cross Connect）およびそれを利用する光ネットワークに関する。

【背景技術】**【0002】**

光クロスコネクタ装置は、入力または出力される波長多重光信号に対して、任意波長を任意の出力ポートから出力し、および/または、任意の入力ポートから入力したりすることができる装置で、波長選択スイッチ(WSS: Wavelength Selective Switch)を用いたものである。図 14 にこの光クロスコネクタ装置（OXC と図示）150 により実現される光ネットワークの模式図を示す。光ネットワークを構成する各光クロスコネクタ装置 150 には、それぞれクライアント装置 151 が接続されている。光クロスコネクタ装置 150 同士は光ファイバ 152 によって接続されている。光ファイバ 152 には光バス 153 が設定されている。

【0003】

図 15 に光クロスコネクタ装置 150 の機能ブロック図を示す。入力（Input）側の N 方路すなわち N 個の光ファイバ 152 - I1 ~ 152 - IN から入力される波長多重

10

20

30

40

50

(以下WDM:Wavelength Division Multiplexという)による光信号は、N個のNNI(Network Node Interface)機能部160-I1~160-INにおいて増幅されて分波される。分波された光信号は光スイッチ機能部161において、光信号を通過(Through)させるか取り出してくる(Drop)かが選択される。通過(Through)する光信号は出力(Output)側のN方路の各方路の光ファイバ152-O1~152-ONに接続されたNNI機能部160-O1~160-ONに出力され、このNNI機能部160-O1~160-ONにおいて他の信号と合波されて増幅される。Dropする光信号は、UNI(User Network Interface)機能部162において広域転送用の信号様式からクライアント信号に変換され、クライアント装置151に入力される。

【0004】

10

光クロスコネクタ装置150においてクライアント装置151の側から新たに光信号を光スイッチ機能部161へ入力(Add)する場合には、クライアント装置151からのクライアント信号はUNI機能部162において広域転送用の信号様式に変換される。その後、その信号は、光スイッチ機能部161によって出力(Output)側のNNI機能部160-O1~160-ONに向かうようにスイッチングされ、NNI機能部160-O1~160-ONにおいて他の信号に合波され、光ファイバ152-O1~152-ONに入力される。

【0005】

現在の光クロスコネクタ装置150で光バス153の方路および使用波長を設定するためには、手作業によって光クロスコネクタ装置150に接続された光ファイバ152を繋ぎ換える必要がある。そこで近年は、遠隔地から光バス153の方路および使用波長を任意に設定できるような高機能光クロスコネクタ装置の研究が盛んに行われている。研究がなされている高機能光クロスコネクタ装置においては、任意波長を任意方路に出力できるような機能を実現するために大規模マトリクススイッチや入力側が「1」で出力側が「N」の1×N式WSSを用いた装置構成が考えられている。

20

【0006】

【非特許文献1】Paolo Ghelfi, Filippo Cugini, Luca Poti et al, "Optical Cross Connects architecture with per-Node Add&Drop Functionality", NTUC3, OFC NFOEC 2007, 2007

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述したような、大規模マトリクススイッチによって実現された高機能光クロスコネクタ装置では、マトリクススイッチの多数の入出力ポートのうち、1つのポートが故障しただけで、スイッチ全体を交換する必要があり、スイッチ交換コストが高価になる。また、新たにバスを増設するために、マトリクススイッチのクライアント側のポートにトランスポンダ(TPD)を接続しようとしても、スイッチのポートに空きがなければ、新たに大規模マトリクススイッチを用意する必要があり、ポートの拡張性が低い。また、光バスの需要が少ない場合でも、大規模マトリクススイッチを最低1台用意しなければならず、サービス開始当初における設備投資の圧縮が困難である。

40

【0008】

図16に非特許文献1で提案されている、1×N式WSSである「N+1」×1式の波長選択スイッチ171-1~171-Nを用いた高機能光クロスコネクタ装置170の構成例を示す。高機能光クロスコネクタ装置170は、波長選択スイッチ(以下、WSSとして記す)171-1~171-Nに加え、Drop側にWSS172、173とトランスポンダ(図において「TPD」として記す)174を有し、入力方路(Input)側に光カプラ175-1~175-Nを有し、Add側にトランスポンダ176と光カプラ177(OCと図示)と光スプリッタ(Splitterと図示)178を有している。この構成で必要となるWSSの台数は少なく、光信号が通過するWSS171-1~17

50

1 - Nの台数も少ないため、安価で低損失な装置構成となる。しかし、光信号を加えたり、取り出すためのAdd/Dropポートにおいて各UNIポートあるいは各方路からの光信号を光カブラ177およびWSS173で集約するため、波長衝突が起こる構成(Blocking構成)となってしまう、波長リソースを有効に活用することができないという問題がある。例えば、光カブラ177にて、同一波長が重なることができないため、同一ノードに同一波長信号をAddできないという波長ブロッキングに関する制約が生じている。

【0009】

以上から、従来の大規模マトリクススイッチによる高機能光クロスコネクタ装置や1×N式のWSSを用いた高機能光クロスコネクタ装置170の構成では、ポートの高拡張性とNon-blocking構成の両立が課題となっている。

10

【0010】

本発明は、このような背景の下に行われたものであって、ポート拡張性およびNon-blocking構成を両立した光クロスコネクタ装置および光ネットワークを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の光クロスコネクタ装置は、N(N²)個のNNI側の入力方路およびα(α¹)個のUNI側の入力方路から波長多重信号を受信し、この受信した波長多重信号を波長毎に出力方路を選択し、N個のNNI側の出力方路またはα個のUNI側の出力方路に波長多重信号を送信する光クロスコネクタ装置において、N個の1入力にN+αの出力(α¹)の分波部材と、N個のN+αの入力で1出力の合波部材と、k(α^k)個のN入力でm(m²)出力の第1の波長選択スイッチと、k(α^k)個のm(m²)入力でN出力の第2の波長選択スイッチと、で構成され、分波部材と合波部材の少なくとも一方を波長選択スイッチで構成し、分波部材は、1個の入力ポートにNNI側の入力方路を接続し、N個の出力ポートをN個の合波部材に接続し、残りα個の出力ポートを第1の波長選択スイッチに接続し、合波部材は、N個の入力ポートにN個の分波部材の出力を接続し、残りα個の入力ポートに第2の波長選択スイッチの出力を接続し、1個の出力ポートをNNI側の出力方路に接続し、第1の波長選択スイッチは、N個の入力ポートに分波部材の出力を接続し、m個の出力ポートにそれぞれ1つの受信機を接続し、第2の波長選択スイッチは、m個の入力ポートにそれぞれ1つの送信機の出力を接続し、N個の出力ポートに合波部材を接続するものである。

20

30

【0012】

また、本発明の光クロスコネクタ装置は、分波部材には、1入力にN+αの出力の光分岐回路を備えることができる。あるいは、本発明の光クロスコネクタ装置は、合波部材には、N+αの入力で1出力の光合流回路を備えることができる。例えば、本発明の光クロスコネクタ装置において、kは2以上α以下である。

【0013】

また、本発明の光クロスコネクタ装置は、分波部材が1入力にN+1の出力の場合であって、分波部材と第1の波長選択スイッチとがN個の1入力に1+kの出力の光カブラで接続されることができる。

40

【0014】

あるいは、本発明の光クロスコネクタ装置は、合波部材がN+1の入力で1出力の場合であって、第2の波長選択スイッチと合波部材とがN個の1+kの入力で1出力の光カブラで接続されることができる。

【0015】

また、本発明の光クロスコネクタ装置は、第1の波長選択スイッチおよび第2の波長選択スイッチは、入力ポート数の個数の光分波器と、出力ポート数の個数の光合波器と、波長多重数の個数の「入力ポート数×出力ポート数」のマトリクススイッチで構成されることができる。

50

【 0 0 1 6 】

また、本発明の光クロスコネクタ装置は、第 1 の波長選択スイッチは、入力ポート数の個数の光分波器と、「入力ポート数と波長多重数の積×出力ポート数」のマトリクススイッチで構成され、第 2 の波長選択スイッチは、出力ポート数の個数の光分波器と、「出力ポート数と波長多重数の積×入力ポート数」のマトリクススイッチで構成されることができる。

【 0 0 1 7 】

また、本発明の光クロスコネクタ装置は、第 1 の波長選択スイッチは、入力ポート数の個数の 1 入力出力ポート数の出力の波長選択スイッチと、出力ポート数の個数の光合流器で構成され、第 2 の波長選択スイッチは、出力ポート数の個数の入力ポート数の入力出力の波長選択スイッチと、入力ポート数の個数の光分波器とで構成されることができる。

10

【 0 0 1 8 】

また、本発明の光クロスコネクタ装置は、第 2 の波長選択スイッチは、入力ポート数の個数の 1 入力出力ポート数の出力の光スイッチと、出力ポート数の個数の入力ポート数の入力出力の光合流器で構成されることができる。

【 0 0 1 9 】

また、本発明の光クロスコネクタ装置は、第 1 の波長選択スイッチは、入力ポート数の個数の 1 入力出力ポート数の出力の光分流器と、出力ポート数の個数の入力ポート数の入力出力の光スイッチと、出力ポート数の個数の波長選択フィルタとで構成されることができる。

20

【 0 0 2 0 】

また、本発明の光ネットワークは、本発明の光クロスコネクタ装置を利用した光ネットワークにおいて、異なる光クロスコネクタ装置間に現用バスと予備バスを形成し、現用バスの送信機と予備バスの送信機とを異なる第 2 の波長選択スイッチにそれぞれ接続し、現用バスの受信機と予備バスの受信機とを異なる第 1 の波長選択スイッチにそれぞれ接続するものである。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 1 】

本発明によれば、ポート拡張性および Non - blocking 構成を両立すると共に、スイッチ故障耐力とスイッチ交換コストの向上を、安価かつ単純に実現できる。

30

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 2 】

(本発明の第一の実施の形態)

本発明の第一の実施の形態に係る光クロスコネクタ装置 (以下 O X C と記す) 1 の構成を図 1 を参照して説明する。図 1 は、O X C 1 のブロック構成図である。

【 0 0 2 3 】

この O X C 1 は、Drop の部分に、入力が N 個で、出力が M 個の N × M 式 W S S 1 1、また、Add の部分に、入力が M 個で、出力が N 個の M × N 式 W S S 1 2 を用いたものである。O X C 1 は、入力方路 (Input) 側の N 個の光プラ 1 3 - 1 ~ 1 3 - N と出力方路 (Output) 側の N 個の「 N + 1 」 × 1 式 W S S 1 4 - 1 ~ 1 4 - N と、Drop 用の N × M 式 W S S 1 1 からの光信号を受信するトランスポンダ (Trans Ponder) からなる M 個の受信機 1 5 - 1 ~ 1 5 - M と、Add 間の M × N 式 W S S 1 2 に光信号を送るトランスポンダからなる M 個の送信機 1 6 - 1 ~ 1 6 - M とを有する。ここで、N × M 式 W S S 1 1 は、第 1 の波長選択スイッチであり、M × N 式 W S S 1 2 は第 2 の波長選択スイッチである。

40

【 0 0 2 4 】

O X C 1 は N (N - 2) 個の入力方路 (= N 方路) から W D M の光信号を受信し、この受信した W D M の光信号をいったん分波して波長毎に出力方路を選択し、再び合波して複数である N 個の出力方路 (= N 方路) に W D M の光信号を送信する。また、クライアント

50

側に配置される $M (M - 1)$ 個の出力方路に出力する光信号を WDM の光信号から分波し、クライアント側に配置される M 個の入力方路から入力される光信号を WDM の光信号に合波する。ここで光カプラ 13 - 1 ~ 13 - N は、それぞれ分波部材となり、「 $N + 1$ 」 $\times$ 1 式 WSS 14 - 1 ~ 14 - N はそれぞれ合波部材となる。

【0025】

$N \times M$ 式 WSS 11 は、 N 個の入力ポートから入力される WDM の光信号を $N \times M$ 式 WSS 11 内部で分波・合波した後、 M 個の出力ポートの任意のポートから任意の WDM の光信号・単波長光を出力可能なデバイスである。また、 $M \times N$ 式 WSS 12 は、 M 個の入力ポートのうちの任意のポートから入力される単波長光を $M \times N$ 式 WSS 12 の内部で合波・分波した後、 N 個の出力ポートの任意のポートから WDM の光信号・単波長光を出力可能なデバイスである。光カプラ 13 - 1 ~ 13 - N は、入力された WDM の光信号を単

10

【0026】

また、図 1 に示す光カプラ 13 - 1 ~ 13 - N の代わりに、 $1 \times$ 「 $N + 1$ 」式 WSS を用いることもできる。その場合には、「 $N + 1$ 」 $\times$ 1 式 WSS 14 - 1 ~ 14 - N と同じ WSS の入出力を反対にして用いることができる。

【0027】

図 2 に $N \times M$ 式 WSS 11 の内部構成の一例を示す。なお、 $M \times N$ 式 WSS 12 も同様の構成となっている。図 2 の $N \times M$ 式 WSS 11 は N 台の $1 \times M$ 式 WSS 21 と M 台の $N \times 1$ 式 WSS 22 によって構成されている。 N 方路からの WDM の光信号は各方路の光ファイバに接続された $1 \times M$ 式 WSS 21 に入力され、そこで M 方路の各光ファイバに接続された $N \times 1$ 式 WSS 22 に入力される。このとき任意の $1 \times M$ 式 WSS 21 からの任意の波長を、任意の $N \times 1$ 式 WSS 22 に入力することができる。入力された波長は、 $N \times 1$ 式 WSS 22 においてそれぞれ合波され、光ファイバに入力される。

20

【0028】

また、 $N \times M$ 式 WSS 11 は、次のように構成することで、 $M \times N$ 式 WSS 12 となる。すなわち、 M 方路からの WDM の光信号は各方路の光ファイバに接続された $N \times 1$ 式 WSS 22 に入力され、そこで N 方路の各光ファイバに接続された $1 \times M$ 式 WSS 21 に入力される。このとき任意の $N \times 1$ 式 WSS 22 からの任意の波長を、任意の $1 \times M$ 式 WSS 21 に入力することができる。入力された波長は、 $1 \times M$ 式 WSS 21 においてそれぞれ合波され、光ファイバに入力される。

30

【0029】

(OXC 1 の動作の説明)

次に、図 1 の OXC 1 の通常運用時の動作を説明する。入力方路 (Input) 側の光ファイバから入力される WDM の光信号は、各光カプラ 13 - 1 ~ 13 - N によって出力方路 (Output) の数と Drop 用の $N \times M$ 式 WSS 11 の台数 (図 1 では 1 台) の和だけ分岐される。出力方路 (Output) 側に出力された WDM の光信号は「 $N + 1$ 」 $\times$ 1 式 WSS 14 - 1 ~ 14 - N に入力される。

【0030】

Drop 用の $N \times M$ 式 WSS 11 に出力された WDM の光信号は、 $N \times M$ 式 WSS 11 内で分波された後、Drop する光信号のみ M 個の出力ポートからそれぞれ任意に出力される。 $N \times M$ 式 WSS 11 から出力された光信号は、受信機 15 - 1 ~ 15 - M としてのトランスポンダに収容され、クライアント信号に変換される。

40

【0031】

光パスを加える (Add) 場合は、Add 用の $M \times N$ 式 WSS 12 の任意の入力ポートに接続された送信機 16 - 1 ~ 16 - M としてのトランスポンダから光信号を入力する。入力された光信号は、任意の出力ポート毎に波長多重される。 $M \times N$ 式 WSS 12 から出力された WDM の光信号は、入力方路 (Input) 側の光カプラ 13 - 1 ~ 13 - N で分岐された WDM の光信号と共に出力方路 (Output) 側の「 $N + 1$ 」 $\times$ 1 式 WSS 14 - 1 ~ 14 - N に入力される。出力方路 (Output) 側の「 $N + 1$ 」 $\times$ 1 式 WSS

50

S 1 4 - 1 ~ 1 4 - N に入力された各 W D M の光信号は合波され出力される。

【 0 0 3 2 】

なお、D r o p した光信号は $M \times N$ 式 W S S 1 1 内で取り除かれる。その後、D r o p した光信号以外は各 O u t p u t 側の「 $N + 1$ 」 $\times$ 1 式 W S S 1 4 - 1 ~ 1 4 - N 内で合波され、「 $N + 1$ 」 $\times$ 1 式 W S S 1 4 - 1 ~ 1 4 - N の出力に接続された光ファイバに入力される。

【 0 0 3 3 】

上述した図 1 に示す $N \times M$ 式 W S S 1 1 と $M \times N$ 式 W S S 1 2 を用いた O X C 1 では、従来の大規模マトリクススイッチを用いた構成や $1 \times N$ 式 W S S を用いた構成と比較して、高いポート拡張性と N o n - b l o c k i n g 構成の両立が可能となる。

10

【 0 0 3 4 】

パス需要に対して受信機 1 5 - 1 ~ 1 5 - M または送信機 1 6 - 1 ~ 1 6 - M 側のポート数が足りない場合、従来の大規模マトリクススイッチ構成では、同規模のマトリクススイッチを増設する必要がある。一方、図 1 の構成で受信機 1 5 - 1 ~ 1 5 - M または送信機 1 6 - 1 ~ 1 6 - M 側のポートを増設するには、 $N \times M$ 式 W S S 1 1 または $M \times N$ 式 W S S 1 2 を増設してポートを拡張できる。また、I n p u t 側の各方路から同一波長光が同時に O X C 1 に入ってきた場合を想定すると、図 1 6 に示す従来の構成では、I n p u t 側から O X C 1 7 0 に入ってくる W D M の光信号をいったん W S S 1 7 3 で集約したり、A d d へ入力される W D M の光信号をいったん光カプラ 1 7 7 で集約したりする。このため、O X C 1 7 0 内で波長ブロッキングが生じている。これに対し、図 1 の構成では、 $N \times M$ 式 W S S 1 1 に各 I n p u t 側からの W D M の光信号が集約されるが、図 2 に示すように $N \times M$ 式 W S S 1 1 内部では波長ブロッキングが生じないため、N o n - b l o c k i n g 構成となる。また、A d d の部分に関しても光カプラ 1 7 7 ではなく、 $M \times N$ 式 W S S 1 2 を使用しているため、同様に N o n - b l o c k i n g 構成となる。

20

【 0 0 3 5 】

(本発明の第二の実施の形態)

本発明の第二の実施の形態に係る O X C 1 A は、入力または出力が N 個で、出力または入力が M 個の $N \times M$ 式 W S S をパッケージ分割した $N \times m$ 式 W S S や $m \times N$ 式 W S S を用いたものである。O X C 1 A は、図 3 に示すように、 $N \times M$ 式 W S S を α 個にパッケージ分割した $N \times m$ 式 W S S 3 1 - 1 ~ 3 1 - α や $M \times N$ 式 W S S を α 個にパッケージ分割した $m \times N$ 式 W S S 3 2 - 1 ~ 3 2 - α (ただし、 $m < M$) と、入力方路 (I n p u t) 側の $1 \times$ 「 $N + \alpha$ 」式 W S S 3 3 - 1 ~ 3 3 - N と、出力方路 (O u t p u t) 側の「 $N + \alpha$ 」 $\times$ 1 式 W S S 3 4 - 1 ~ 3 4 - N と、D r o p 側の $N \times m$ 式 W S S 3 3 - 1 に対応する m 個の受信機 3 5 - 1 1 ~ 3 5 - 1 m と、同じく D r o p 側の $N \times m$ 式 W S S 3 1 - α に対応する m 個の受信機 3 5 - α 1 ~ 3 5 - α m と、A d d 側の $m \times N$ 式 W S S 3 2 - 1 に対応する m 個の送信機 3 6 - 1 ~ 3 6 - m と、同じく A d d 側の $m \times N$ 式 W S S 3 2 - α に対応する m 個の送信機 3 6 - α 1 ~ 3 6 - α m とを有する。

30

【 0 0 3 6 】

図 3 において、I n p u t 側の光ファイバに接続された $1 \times$ 「 $N + \alpha$ 」式 W S S 3 3 - 1 ~ 3 3 - N の代わりに、「 $N + \alpha$ 」個に分岐できる光カプラを用いてもよい。または、O u t p u t 側のファイバに接続された「 $N + \alpha$ 」 $\times$ 1 式 W S S 3 4 - 1 ~ 3 4 - N の代わりに、「 $N + \alpha$ 」個の入力が可能な光カプラを用いてもよい。 α 個の $N \times m$ 式 W S S 3 1 - 1 ~ 3 1 - α や α 個の $m \times N$ 式 W S S 3 2 - 1 ~ 3 2 - α が複数個集まって、図 1 に示す $N \times M$ 式 W S S 1 1 や $M \times N$ 式 W S S 1 2 と同等の性能を発揮する。 $N \times m$ 式 W S S 3 1 - 1 ~ 3 1 - α 、 $m \times N$ 式 W S S 3 2 - 1 ~ 3 2 - α 同士は、電気信号によって通信しており、どの $N \times m$ 式 W S S 3 1 - 1 ~ 3 1 - α やどの $m \times N$ 式 W S S 3 2 - 1 ~ 3 2 - α でどの波長をどのポートから A d d または D r o p しているのかを全ての $N \times m$ 式 W S S 3 1 - 1 ~ 3 1 - α や $m \times N$ 式 W S S 3 2 - 1 ~ 3 2 - α が把握している。

40

【 0 0 3 7 】

図 1 の $N \times M$ 式 W S S 1 1 や $M \times N$ 式 W S S 1 2 の構成に比べ、図 3 の $N \times m$ 式 W S S

50

3 1 - 1 ~ 3 1 - α や $m \times N$ 式 W S S 3 2 - 1 ~ 3 2 - α の構成は、(1) スイッチ交換コスト、(2) ポート拡張性、(3) スイッチ故障耐力の面で優れている。以下では、 $N \times m$ 式 W S S 3 1 - 1 ~ 3 1 - α や $m \times N$ 式 W S S 3 2 - 1 ~ 3 2 - α を適用することによる 3 つのメリットについて説明する。

【 0 0 3 8 】

(スイッチ交換コストのメリットについて)

$N \times m$ 式 W S S 3 1 - 1 ~ 3 1 - α や $m \times N$ 式 W S S 3 2 - 1 ~ 3 2 - α (以下、両者を併せて説明するときは「 $N \times m$ 式 W S S 」という。) は $N \times M$ 式 W S S 1 1 や $M \times N$ 式 W S S 1 2 がパッケージ分割されたものである。このため、 $N \times m$ 式 W S S の内部構成に使用されるスイッチ部品は、同様のスイッチ部品を使用した $N \times M$ 式 W S S 1 1 や $M \times N$ 式 W S S 1 2 に比べて、部品点数および出力 (入力) ポート数において小規模になる。その結果、 $N \times m$ 式 W S S 3 1 - 1 ~ 3 1 - α や $m \times N$ 式 W S S 3 2 - 1 ~ 3 2 - α (以下、それぞれの全体またはその一部を示すときは単に「 3 1 」や「 3 2 」の符号を付す) の方が交換コストをより低く抑えることが可能である。

10

【 0 0 3 9 】

(ポート拡張性のメリットについて)

さらに、受信機 3 5 - 1 1 ~ 3 5 - αm (以下、これら全体またはその一部を示すときは単に「 1 5 」の符号を付す) 側および / または送信機 3 6 - 1 1 ~ 3 6 - αm (以下、これら全体またはその一部を示すときは単に「 1 6 」の符号を付す) 側のポートを拡張する際も、クライアント側のポート数は $m < M$ の関係にあるため、 $N \times M$ 式 W S S 1 1 や $M \times N$ 式 W S S 1 2 に比べて柔軟にポート数を拡張することができる。すなわち、 m 個ずつポートを拡張できる。図 3 の O X C 1 A の構成例では、U N I 側のスイッチのポート数を拡張するために、 $N \times m$ 式 W S S を増設する場合は、A d d 用の $m \times N$ 式 W S S 3 2 と D r o p 用の $N \times m$ 式 W S S 3 1 が対で必要となる。A d d 用の $m \times N$ 式 W S S 3 2 は出力の N ポートを、O u t p u t 側の光ファイバに接続された N 台の「 $N + \alpha$ 」 $\times$ 1 式 W S S 3 4 に 1 ポートずつ接続する。D r o p 用の $N \times m$ 式 W S S 3 1 も同様に、入力 of N ポートを、I n p u t 側のファイバに接続された N 台の「 $N + \alpha$ 」 $\times$ 1 式 W S S 3 3 に 1 ポートずつ接続する。

20

【 0 0 4 0 】

(スイッチ故障耐力のメリットについて)

$N \times M$ 式 W S S 1 1 や $M \times N$ 式 W S S 1 2 が故障した場合、新たな $N \times M$ 式 W S S 1 1 や $M \times N$ 式 W S S 1 2 に交換する際に最低でも M 個の受信機 1 5 - 1 ~ 1 5 - M 、送信機 1 6 - 1 ~ 1 6 - M の稼働に通信の瞬断が発生する。一方、 $N \times m$ 式 W S S 3 1 - 1 ~ 3 1 - α や $m \times N$ 式 W S S 3 2 - 1 ~ 3 2 - α の構成において $N \times m$ 式 W S S 3 1 や $m \times N$ 式 W S S 3 2 が故障した場合は、瞬断が発生する受信機 3 5、送信機 3 6 の個数を m 個に減らすことができる。冗長パスを設定する場合、現用パス用の受信機 3 5 - 1 1 ~ 3 5 - 1 m 、...、3 5 - α 1 ~ 3 5 - αm 、送信機 3 6 - 1 1 ~ 3 6 - 1 m 、...、3 6 - α 1 ~ 3 6 - αm と受信機 3 5 - 1 1 ~ 3 5 - 1 m 、...、3 5 - α 1 ~ 3 5 - αm 、送信機 3 6 - 1 1 ~ 3 6 - 1 m 、...、3 6 - α 1 ~ 3 6 - αm の中の予備パス用とを別々の $N \times m$ 式 W S S 3 1 や $m \times N$ 式 W S S 3 2 に接続する。これにより、単一パッケージ故障に対してスイッチ冗長構成をとること無く完全に救済することもできる。以上から、スイッチ故障、冗長パス設定のどちらの場合においても、 $N \times M$ 式 W S S 1 1、 $M \times N$ 式 W S S 1 2 を適用した構成に比べ、 $N \times m$ 式 W S S 3 1 - 1 ~ 3 1 - α 、 $m \times N$ 式 W S S 3 2 - 1 ~ 3 2 - α は影響の出る受信機 3 5、送信機 3 6 の台数を少なくできる。上述したように、せいぜい m 台の受信機 3 5 や送信機 3 6 に影響が出るのみである。

30

40

【 0 0 4 1 】

ここで、 $N \times m$ 式 W S S 3 1 や $m \times N$ 式 W S S 3 2 のクライアント側ポート数 m の取り得る値の範囲について述べる。図 3 において、方路数 N 、波長多重数 λ 、パッケージ分割数 α (1 台の $N \times M$ と同等の性能を実現するために必要な $N \times m$ 式 W S S の台数、ただし $M = \alpha m$) とすると、 $N \times m$ 式 W S S 3 1 や $m \times N$ 式 W S S 3 2 を適用した O X C 1 A が

50

Non-blocking構成（全方路からの全波長 λN をDropできる構成）であるためのポート数 m の条件は $m = \lambda N / \alpha$ である。

【0042】

このときNNI側の $1 \times (N + 1)$ 式WSS33の出力ポート数と $(N + \alpha) \times 1$ 式WSS34の入力ポート数は、それぞれ $N + \alpha$ （方路数 $+ N \times m$ 式WSSの台数）となる。現状では $1 \times (N + 1)$ 式WSS33と $(N + \alpha) \times 1$ 式WSS34のポート数はせいぜい9程度であり、OXCAの方路数も $N = 4$ が主流となると思われる。ここで、WSSのポート数からNNI側の方路数を引いた分だけUNI側の $N \times m$ 式WSSにポートを割当てられるとすると $\alpha = 9 - 4 = 5$ となる。したがって、このとき $\lambda = 40$ とすると $N \times m$ 式WSS31や $m \times N$ 式WSS32のクライアント側ポート数は $m = 40 \times 4 / 5 = 32$ となる。また、将来的にWSS33、34の入力（出力）ポート数が20程度になることを考えると、 $\lambda = 40$ 、 $N = 4$ 、 $\alpha = 20 - 4 = 16$ として $m = 10$ （ $= 40 \times 4 \div 16$ ）となる。以上から、 m の取り得る範囲は現状および近い将来を考えると、10 32である。しかし、遠い将来を考えた場合、この範囲を超えることも有り得る。

10

20

30

40

50

【0043】

（本発明の第三の実施の形態）

本発明の第三の実施の形態に係るOXCBは、 $N(N - 2)$ 個のNNI側の入力方路からWDMの光信号を受信し、この受信したWDMの光信号をいったん分波して波長毎に出力方路を選択し、再び合波して複数 N 個のNNI側の出力方路にWDMの光信号を送信すると共に、 $\alpha(\alpha - 1)$ 個のUNI側の入力方路から入力される光信号をWDMの光信号に合波し、WDMの光信号から α 個のUNI側の出力方路に出力する光信号をWDMの光信号から分波する。この点は第二の実施の形態と同様である。以下では、第二の実施の形態で説明した部材と同一部材は同一の符号を付して説明することとする。

【0044】

このOXCBは、 $N \times M$ 式WSSを α 個にパッケージ分割した α 個の $N \times m$ 式WSS31-1~31- α と、 $M \times N$ 式WSSを α 個にパッケージ分割した α 個の $m \times N$ 式WSS32-1~32- α と、受信機35-11~35-1 m 、...、35- α 1~35- α m と、送信機36-11~36-1 m 、...、36- α 1~36- α m と、入力方路（Input）側の N 個の $1 \times (N + 1)$ 式WSS43-1~43- N と、出力方路（Output）側の N 個の $(N + 1) \times 1$ 式WSS44-1~44- N と、Drop側の N 個の光カプラ46と、Add側の N 個の光カプラ47とを有している。このOXCBはOXCAに対し、光カプラ46、47を加えたことで、NNI側のスイッチの入出力ポート数の増大を抑制したものとなっている。以下、この点について説明する。

【0045】

図3のOXCAにおいて、 $N \times m$ 式WSS31や $m \times N$ 式WSS32の台数が増えると、すなわちパッケージ分割数が増えると、Input・Outputの光ファイバに接続された各NNI側のスイッチの出力・入力ポート数も増設する必要がある。そこで、図3のOXCAにおいて複数の $N \times m$ 式WSS31や $m \times N$ 式WSS32を用いる際、NNI側スイッチの入出力ポート数増大を抑制することを目的とした、NNI側スイッチの構成の例を図5に示す。

【0046】

光ファイバ48を通してノードに入ってくるWDMの光信号は、Input側の光ファイバ48に接続された、NNI側スイッチである $1 \times (N + 1)$ 式WSS43の入力ポートに入力される。 $1 \times (N + 1)$ 式WSS43においてWDMの光信号は分波され、波長毎にスイッチングされ $1 \times (N + 1)$ 式WSS43の出力ポートから出力される。このとき、Output側のNNIスイッチに向かうWDMの光信号（ノードをThroughする光信号）が出力方路毎に異なるポートから出力されるのに対して、ノードでDropする複数の光信号は、まとめて一つのポートからWDMの光信号として出力される。まとめて出力されたDrop光信号は、光カプラ46に入力され、複数のDrop用の $N \times m$ 式WSS31-1~31- α に対して分岐される。この方式では、 $N \times m$ 式WSS31が

α 個になったとしても α 個を分岐する光カブラ 46 を N 個用意することで各 $WSS43$ は、 N 方路に対し「+1」される出力ポートが要求されるのみで、図 3 のように「 α 」個が余分に必要とされない。

【0047】

なお、光カブラ 46 の分岐数より $N \times m$ 式 $WSS31$ の台数が大きい場合は、 NNI 側の $1 \times (N+1)$ 式 $WSS43$ においてノードで $Drop$ する光信号をまとめて出力する出力ポートの数を増やし、出力される各 WDM の光信号をそれぞれ光カブラ 45 で分岐して、 $N \times m$ 式 $WSS31$ に入力する。

【0048】

以上から、図 5 に示す構成を $Input$ 側の光ファイバ 48 に接続された NNI スイッチに適用するで、 NNI スイッチの出力ポート数増大を抑制することが可能となる。図 6 に示す $Output$ 側の NNI スイッチ構成についても、図 5 と同様である。

【0049】

ここで、図 4 に示す $OXC1B$ について説明する。 $OXC1B$ は、上述したように N 個の 1 入力「 $N+\alpha$ 」の出力（ $\alpha-1$ ）の分波部材となる $1 \times (N+1)$ 式 $WSS43-1 \sim 43-N$ と、 N 個の「 $N+\alpha$ 」の入力で 1 出力の合波部材となる「 $N+1$ 」 $\times 1$ 式 $WSS44-1 \sim 44-N$ と、 k （ $\alpha-k-1$ ）個の N 入力 m （ $m-2$ ）出力の第 1 の波長選択スイッチである $N \times m$ 式 $WSS31-1 \sim 31-\alpha$ と、 k 個の m （ $m-2$ ）入力 N 出力の第 2 の波長選択スイッチである $m \times N$ 式 $WSS32-132-\alpha$ とを有している。

【0050】

なお、 $1 \times (N+1)$ 式 $WSS43-1 \sim 43-N$ は、 1 個の入力ポートに NNI 側入力方路を接続し、 N 個の出力ポートを N 個の「 $N+1$ 」 $\times 1$ 式 $WSS44-1 \sim 44-N$ に接続し、残り α 個（この形態では 1 個）の出力ポートを 1 個の光カブラ（ OC と図示）46 に接続している。「 $N+1$ 」 $\times 1$ 式 $WSS44-1 \sim 44-N$ は、 N 個の入力ポートに N 個の $1 \times (N+1)$ 式 $WSS43-1 \sim 43-N$ の出力を接続し、残り α 個（この形態では 1 個）の入力ポートに光カブラ（ OC と図示）47 の中の 1 個の出力を接続し、 1 個の出力ポートを NNI 側出力方路に接続している。 $N \times m$ 式 $WSS31-1 \sim 31-\alpha$ は、 N 個の入力ポートに $1 \times (N+1)$ 式 $WSS43-1 \sim 43-N$ の出力を光カブラ 46 を介して接続し、 m 個の出力ポートにそれぞれ 1 つの受信機 35 を接続している。 $m \times N$ 式 $WSS32-1 \sim 32-\alpha$ は、 m 個の入力ポートにそれぞれ 1 つの送信機 36 の出力を接続し、 N 個の出力ポートに光カブラ 47 を介して「 $N+1$ 」 $\times 1$ 式 $WSS44-1 \sim 44-N$ を接続する。なお、受信機 35-11 $\sim$ 35-1 m 、...、35- α 1 $\sim$ 35- α m 、送信機 36-11 $\sim$ 36-1 m 、...、36- α 1 $\sim$ 36- α m はそれぞれトランスポンダ（ TPD ）である。

【0051】

なお、図 4 の例では、上述したように、 $1 \times (N+1)$ 式 $WSS43-1 \sim 43-N$ と $N \times m$ 式 $WSS31-1 \sim 31-\alpha$ との間、および、 $m \times N$ 式 $WSS32-1 \sim 32-\alpha$ と「 $N+1$ 」 $\times 1$ 式 $WSS44-1 \sim 44-N$ との間には「 $1 \times k$ 」式光カブラ 46 と「 $k \times 1$ 」式光カブラ 47 が挿入されている。なお、「 $1 \times k$ 」式光カブラ 46 は、 1 つの光信号を k 個に分岐し、「 $k \times 1$ 」式光カブラ 47 は k 個の光信号を 1 つにまとめる光カブラである。

【0052】

図 7、図 8、図 9 に $N \times m$ 式 WSS の内部構成例をそれぞれ示す。図 7 の $N \times m$ 式 WSS の内部構成例 1 は、 N 方路が入力、 m 方路が出力の場合（ $Drop$ 用の $N \times m$ 式 $WSS31$ ）、 N 方路の各光ファイバからの WDM の光信号を光ファイバに接続された AWG （アレイ導波路回折格子：Arrayed Waveguide Grating）50 によって 1 波長ずつに分波し、波長多重数分だけ用意した $N \times m$ 式 $Matrix-SW$ （ $N \times m$ 式マトリクススイッチ）51 に、波長毎に入力する。すなわち、 1 個の $N \times m$ 式マトリクススイッチ 51 で、各方路から入ってくる同一波長の一波長を扱う。例えば、波長 λ

10

20

30

40

50

1 は第 1 の $N \times m$ 式マトリクススイッチ 5 1 a に入力し、波長 $\lambda 2$ は第 2 の $N \times m$ 式マトリクススイッチ 5 1 b に入力する。

【 0 0 5 3 】

$N \times m$ 式マトリクススイッチ 5 1 において、入力された光信号は m 方路の出力光ファイバに接続されている $AWG 5 2$ に出力される。 m 方路の $AWG 5 2$ 毎に光信号は合波され、 m 方路に出力され、クライアントに入力される。 m 方路が入力、 N 方路が出力の場合 (Add 用の $m \times N$ 式 $WSS 3 2$) も、 $Drop$ 用の $N \times m$ 式 $WSS 3 1$ と同様の動作である。

【 0 0 5 4 】

図 8 の $N \times m$ 式 $WSS 3 1$ の内部構成例 2 では、 $Drop$ 用の $N \times m$ 式 $WSS 3 1$ の場合は、 N 方路からの入力である WDM の光信号を、各方路の光ファイバに接続された $AWG 6 0$ を用いて分波する。分波された光信号は全て 1 台の $N \times m$ 式マトリクススイッチ 6 1 に入力され、 m 方路の出力にスイッチングされる。 Add 用の $m \times N$ 式 $WSS 3 2$ の場合は、クライアント側からの単波長光が m 方路から $N \times m$ 式マトリクススイッチ 6 1 に入力され、出力の N 方路に接続された任意の $AWG 6 0$ に入力されるよう $N \times m$ 式マトリクススイッチ 6 1 においてスイッチングされる。 $N \times m$ 式マトリクススイッチ 6 1 から出力された単波長光は、各方路の $AWG 6 0$ において合波され、方路毎に WDM の光信号として出力される。

【 0 0 5 5 】

図 9 の $N \times m$ 式 WSS の内部構成例 3 では、 $Drop$ 用の $N \times m$ 式 $WSS 3 1$ の場合、 N 方路からの各入力の WDM の光信号を入力光ファイバにそれぞれ接続された N 台の $1 \times m$ 式 $WSS 7 0$ を用いて分波および方路選択する。出力の m 方路にはそれぞれ $N \times 1$ 式光カプラ ($N \times 1$ 式 OC と図示) 7 1 もしくは $N \times 1$ 式スイッチ ($N \times 1$ 式 SW と図示) 7 2 が接続されており、 N 台の $1 \times m$ 式 $WSS 7 0$ から出力された信号光を合波および選択して、光ファイバに入力する。 Add 用の $N \times m$ 式 $WSS 3 2$ の場合、 m 方路から入力される単波長光は $N \times 1$ 式光カプラ 7 1 または $N \times 1$ 式スイッチ 7 2 によって各出力 N 方路に接続された任意の $1 \times m$ 式 $WSS 7 0$ へ出力される。出力方路毎に接続された $1 \times m$ 式 $WSS 7 0$ では、 m 方路からの任意の単波長入力を合波し、 WDM の光信号として出力する。

【 0 0 5 6 】

図 7、図 8、図 9 で示した $N \times m$ 式 WSS の内部構成例は、 $Add / Drop$ の両方に対応できる構成であり、 WSS やマトリクススイッチを使用して実現している。しかし、 Add と $Drop$ のどちらか一方の動作を実現する構成であれば、より安価で単純に実現できる。

【 0 0 5 7 】

図 10 は $m \times N$ 式 $WSS 3 2$ の Add 機能のみ (入力は m 方路、出力は N 方路に限定) 実現した場合の構成である。送信機 3 6 が接続された m 方路からの単波長入力は、 $1 \times N$ 式スイッチ ($1 \times N$ 式 SW と図示) 8 0 によって出力の N 方路が選択可能である。出力方路の光ファイバには $m \times 1$ 式光カプラ ($m \times 1$ 式 OC と図示) 8 1 が接続されており、 $1 \times N$ 式 $SW 8 0$ から出力された単波長は出力方路毎に $m \times 1$ 式光カプラ 8 1 で合波され、 WDM の光信号として N 方路の出力ファイバに入力される。

【 0 0 5 8 】

図 11 は $N \times m$ 式 $WSS 3 1$ の $Drop$ 機能 (入力は N 方路、出力は m 方路に限定) を実現する構成である。 N 方路の光ファイバから入力される WDM の光信号は $1 \times m$ 式光カプラ ($1 \times m$ 式 OC と図示) 9 0 によって m 方路に分岐される。分岐した WDM の光信号は m 個の $N \times 1$ 式スイッチ 9 1 に入力され、 $N \times 1$ 式スイッチ 9 1 はどの WDM の光信号を出力するかを選択する。 $N \times 1$ 式スイッチ 9 1 によって選択された WDM の光信号は、 $N \times 1$ 式スイッチ 9 1 から出力された後、 $Tunable Filter$ (波長可変フィルタ) 9 2 によって m 方路に出力する単波長以外がフィルタリングされる。 $Tunable Filter 9 2$ で選択された単波長は m 方路から出力され受信機 3 5 に入力される

10

20

30

40

50

。

【 0 0 5 9 】

(本発明の第二、第三の実施の形態に係る $N \times m$ 式 $W S S$ を用いた光ネットワークについて)

図 1 2 に $N \times m$ 式 $W S S$ 3 1 や $m \times N$ 式 $W S S$ 3 2 を用いた $O X C$ 1 A、1 B (以下、単に $O X C$ という。) による光ネットワークの一例を示す。図 1 2 の光ネットワークは 6 台の $O X C$ A、 $O X C$ B、 $O X C$ C、 $O X C$ D、 $O X C$ E、 $O X C$ F によって梯子状に構成されている。 $O X C$ 間は 2 本の光ファイバ 9 5 によって接続されている。この光ネットワークで光パスを建設する際は、双方向通信によって光パスを実現する。

【 0 0 6 0 】

図 1 2 の光ネットワークにおいて、 $O X C$ C と $O X C$ D との間に光パスを形成する。現用パスは波長 λW を用いて $O X C$ C - $O X C$ B - $O X C$ A - $O X C$ D の経路に形成する。現用パスと同時に予備パスも形成する。予備パスは波長 λP を用いて $O X C$ C - $O X C$ F - $O X C$ E - $O X C$ D の経路に形成する。なお、波長 λP = 波長 λW でもよい。

【 0 0 6 1 】

この光ネットワークでは、光ファイバ 9 5 の切断などの伝送路中での故障に対する現用パス冗長化手段として、「 1 + 1 」プロテクションを用いる。すなわち、送信側 $O X C$ は現用パスと予備パスに同一のトラヒックを流し、受信側 $O X C$ において現用と予備のどちらかを選択することで、現用パスが故障した場合も通信を継続できる。U N I 側の $N \times m$ 式 $W S S$ 3 1 や $m \times N$ 式 $W S S$ 3 2 が故障した場合も、同様の方法で通信を継続できる。

【 0 0 6 2 】

図 1 2 の光ネットワークを形成する $O X C$ の構成例を図 1 3 に示す。図 1 3 の $O X C$ 構成例において、 $O C$ は光カプラ 1 0 0 - 1、1 0 0 - 2、 $W S S$ は波長選択スイッチ 1 0 1 - 1、1 0 1 - 2、 $T P D$ は波長可変のトランスポンダ 1 0 2 - 1 ~ 1 0 2 - 4、 1×2 式 $S p l i t t e r$ は 1×2 式光スプリッタ 1 0 3、 1×2 式 $S e l e c t o r$ は 1×2 式光セクタ 1 0 4 をそれぞれ示す。 $m \times N$ 式 $W S S$ 1 0 5 - 1、1 0 5 - 2 と、 $N \times m$ 式 $W S S$ 1 0 5 - 3、1 0 5 - 4 は計 4 台を一对の現用パスおよび予備パスの送受信に用いる。

【 0 0 6 3 】

図 1 2 の光ネットワークにおける $O X C$ C および $O X C$ D の通常時の動作について述べる。クライアント側からのクライアント信号を送信する場合は、 1×2 式光スプリッタ 1 0 3 で分割し、2 台のトランスポンダ 1 0 2 - 1、1 0 2 - 2 に送る。次に、クライアント信号はそれぞれのトランスポンダ 1 0 2 - 1、1 0 2 - 2 で広域転送用の信号様式に変換され、現用パスに収容するトラヒックは波長 λW 、予備パスに収容するトラヒックは波長 λP の波長を割当てられる。2 台のトランスポンダ 1 0 2 - 1、1 0 2 - 2 はそれぞれ異なる $m \times N$ 式 $W S S$ 1 0 5 - 1、1 0 5 - 2 に接続されており、現用パスは $m \times N$ 式 $W S S$ 1 0 5 - 2 に、予備パスは $m \times N$ 式 $W S S$ 1 0 5 - 1 それぞれに入力される。 $m \times N$ 式 $W S S$ 1 0 5 - 2 に入力された現用波長信号は、現用パスの経路である $O u t p u t$ 側の光ファイバ 9 5 に接続された $W S S$ 1 0 1 - 1 にスイッチングされる。 $m \times N$ 式 $W S S$ 1 0 5 - 1 に入力された予備波長信号は $W S S$ 1 0 1 - 2 に入力され、スイッチングされる。 $m \times N$ 式 $W S S$ 1 0 5 - 1、1 0 5 - 2 から出力された現用および予備パスは異なる $O u t p u t$ 側の光ファイバ 9 5 に接続された $W S S$ 1 0 1 - 1、1 0 1 - 2 にそれぞれ入力され、この $O X C$ を $T h r o u g h$ する波長信号と合波される。その後、異なる方路の光ファイバ 9 5 に波長多重信号として出力される。

【 0 0 6 4 】

一方、図 1 3 の構成でトラヒックを受信する場合は、 $I n p u t$ 側の光ファイバ 9 5 から入力される $W D M$ の光信号を光カプラ 1 0 0 - 1、1 0 0 - 2 で分岐する。分岐された $W D M$ の光信号は $O u t p u t$ の各方路に接続された $W S S$ 1 0 1 - 1、1 0 1 - 2 と $N \times m$ 式 $W S S$ 1 0 5 - 3、1 0 5 - 4 に出力される。出力側の光ファイバ 9 5 に接続され

10

20

30

40

50

た W S S 1 0 1 - 1、1 0 1 - 2 では、この O X C で D r o p する波長 λW 、 λP 以外の波長信号を T h r o u g h する。N × m 式 W S S 1 0 5 - 3、1 0 5 - 4 では、入力された W D M の光信号の内、波長 λW 、 λP の波長信号はトランスポンダ 1 0 2 - 3、1 0 2 - 4 が接続された出力ポートに出力されるようにスイッチングされる。トランスポンダ 1 0 2 - 3、1 0 2 - 4 では、入力された波長信号 λW 、 λP をクライアント信号に変換し、1 × 2 式セクタ 1 0 4 に出力する。通常時は N × m 式 W S S 1 0 5 - 3 から出力される現用パスのトラヒックが選択されている。

【 0 0 6 5 】

次に、伝送路中および m × N 式 W S S 1 0 5 - 1、1 0 5 - 2、N × m 式 W S S 1 0 5 - 3、1 0 5 - 4 のいずれか 1 つまたは複数で故障が発生した場合のこの O X C の動作について述べる。光ファイバの切断などにより現用パスの故障が発生した場合には、受信端の O X C において N × m 式 W S S 1 0 5 - 4 に接続された予備パスを受信するトランスポンダ 1 0 2 - 3、1 0 2 - 4 を 1 × 2 式セクタ 1 0 4 によって選択することで通信を継続する。N × m 式 W S S 1 0 5 - 3、1 0 5 - 4 のいずれかが故障した場合も同様に、故障していない N × m 式 W S S 1 0 5 - 3、1 0 5 - 4 の側に接続されたトランスポンダ 1 0 2 - 3、1 0 2 - 4 を 1 × 2 式セクタ 1 0 4 で選択することで通信を継続する。

【 0 0 6 6 】

(本発明の実施の形態の効果の説明)

O X C 1 において N × M 式 W S S 1 1 や M × N 式 W S S 1 2 を用いることにより、ポート拡張性および N o n - b l o c k i n g 構成を両立することができる。また、N × M 式 W S S 1 1 や M × N 式 W S S 1 2 をパッケージ分割した N × m 式 W S S 3 1 や m × N 式 W S S 3 2 は、上述の N × M 式 W S S や M × N 式 W S S 1 2 の効果に加え、さらにスイッチ故障耐力とスイッチ交換コスト、ポート拡張性を向上させることができる。また、N × m 式 W S S 3 1 や m × N 式 W S S 3 2 の A d d / D r o p 機能の一方のみを実現する構成であれば、上述した N × m 式 W S S 3 1 や m × N 式 W S S 3 2 より安価かつ単純に実現できる。

【 0 0 6 7 】

以上、O X C の各実施の形態について説明したが、本発明は要旨を逸脱しない限り種々変更できる。例えば、合波部材には、 $N + \alpha$ の入力で 1 出力の光合流回路を備えることができる。また、 k が 2 以上 α 以下である。

【 0 0 6 8 】

また、分波部材としては、波長選択スイッチ、光カブラの他に、入力される W D M の光を複数の W D M の光・単波長光に分離し出力する機能を持つ回路としてもよい。また、合波部材としては、波長選択スイッチ、光カブラの他に、入力される複数の W D M の光・単波長光を合波し出力する機能を持つ回路としてもよい。

【 0 0 6 9 】

また、光分離回路としては、光カブラまたは入力される W D M の光を複数の W D M の光・単波長光に分離し出力する機能を持つ回路を採用でき、光合波回路としては光カブラまたは入力される複数の W D M の光・単波長光を合波し出力する機能を持つ回路を採用できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 7 0 】

【 図 1 】 本発明の第一の実施の形態に係る光クロスコネクタ装置の基本的な構成を示す図である。

【 図 2 】 図 1 に示す光クロスコネクタ装置に使用される N × M 式 W S S の内部構成例を示す図である。

【 図 3 】 本発明の第二の実施の形態に係る光クロスコネクタ装置を示す図で、第一の実施の形態の一部を変更した構成を示す図である。

【 図 4 】 本発明の第三の実施の形態に係る光クロスコネクタ装置を示す図で、第二の実施の形態の一部を変更した構成を示す図である。

【図 5】本発明の第二の実施の形態に係る光クロスコネクタ装置における Input 側の NNI スイッチにおけるポート数低減構成例を説明する図である。

【図 6】本発明の第二の実施の形態に係る光クロスコネクタ装置における Output 側の NNI スイッチにおけるポート数低減構成例を説明する図である。

【図 7】第二、第三の実施の形態に示す $N \times m$ 式 WSS の内部構成例 1 を示す図である。

【図 8】第二、第三の実施の形態に示す $N \times m$ 式 WSS の内部構成例 2 を示す図である。

【図 9】第二、第三の実施の形態に示す $N \times m$ 式 WSS の内部構成例 3 を示す図である。

【図 10】第二、第三の実施の形態に示す $N \times m$ 式 WSS の Add 機能のみの実現例を示す図である。

【図 11】第二、第三の実施の形態に示す $N \times m$ 式 WSS の Drop 機能のみの実現例を示す図である。

10

【図 12】本発明の実施の形態に係る光クロスコネクタ装置を使用した光ネットワークの一例を示す図である。

【図 13】図 12 に示す光クロスコネクタ装置の構成例を示す図である。

【図 14】従来の光クロスコネクタ装置による光ネットワークの一例を示す図である。

【図 15】従来の光クロスコネクタ装置のブロック構成を示す図である。

【図 16】従来の高機能光クロスコネクタ装置のブロック構成図である。

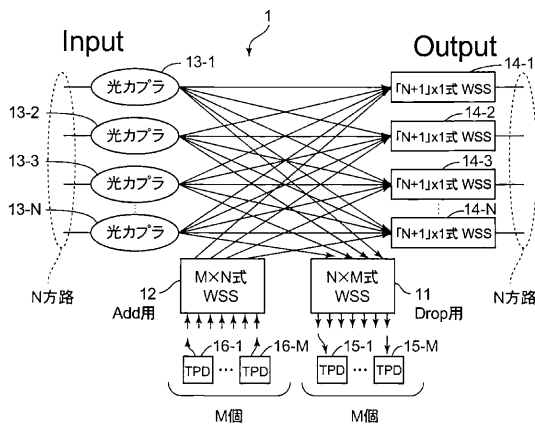
【符号の説明】

【0071】

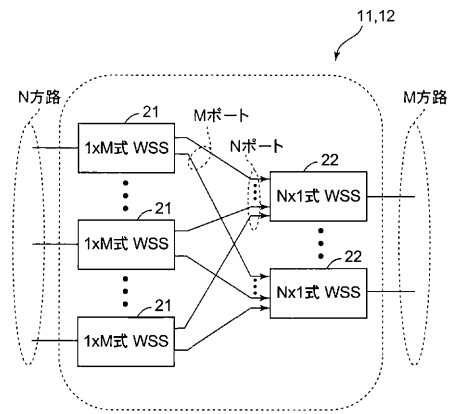
1、1A、1B ... 光クロスコネクタ装置、11 ... $N \times M$ 式 WSS、12 ... $M \times N$ 式 WSS、13 - 1 ~ 13 - N ... 光カプラ、14 - 1 ~ 14 - N ... 「 $N + 1$ 」 $\times$ 1 式 WSS、31 - 1 ~ 31 - α ... $N \times m$ 式 WSS、32 - 1 ~ 32 - α ... $m \times N$ 式 WSS、33 - 1 ~ 33 - N ... 1 $\times$ 「 $N + 1$ 」式 WSS、35 - 11 ~ 35 - αm ... 受信機、36 - 11 ~ 36 - αm ... 送信機、40、41、70 ... 1 $\times$ m 式 WSS、50、52、60 ... AWG、51、61 ... $N \times m$ 式マトリクススイッチ、71 ... $N \times 1$ 式 OC、72、91 ... $N \times 1$ 式 SW、80 ... 1 $\times$ N 式 SW、81 ... $m \times 1$ 式 OC、90 ... 1 $\times$ m 式 OC、92 ... Tunable Filter、

20

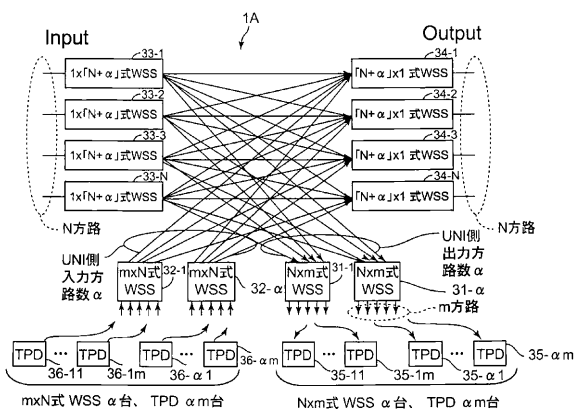
【図 1】



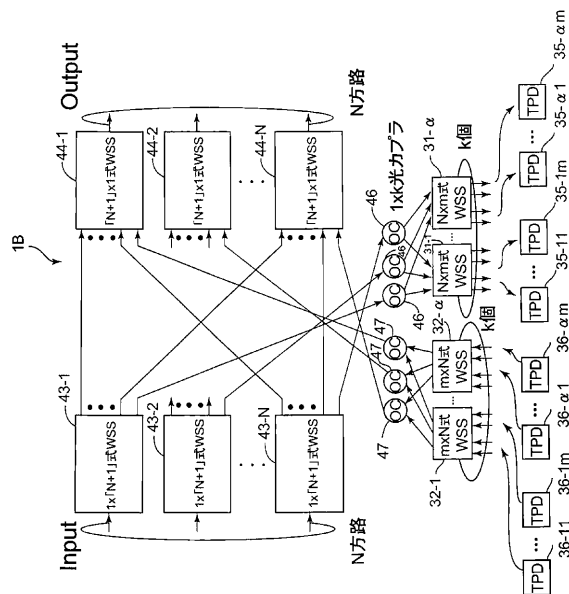
【図 2】



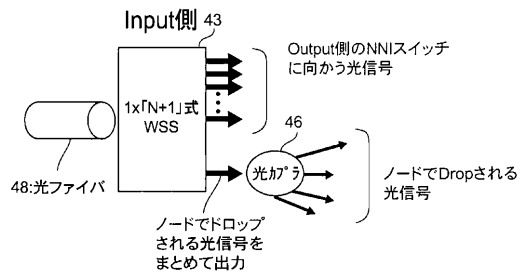
【図 3】



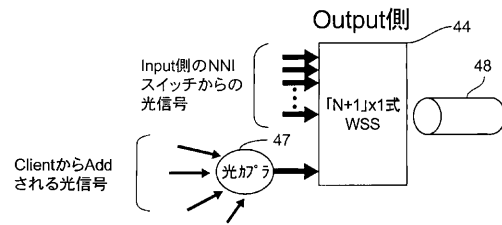
【図 4】



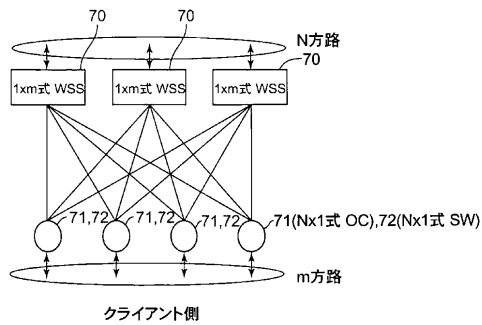
【図5】



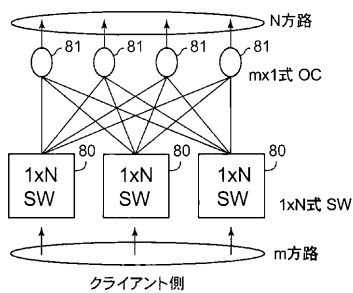
【図6】



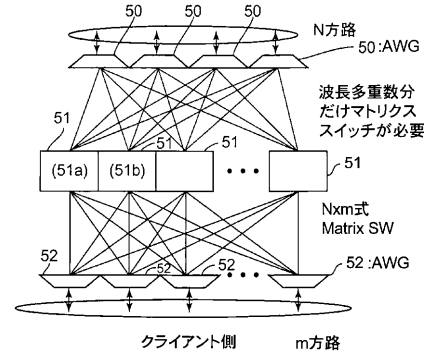
【図9】



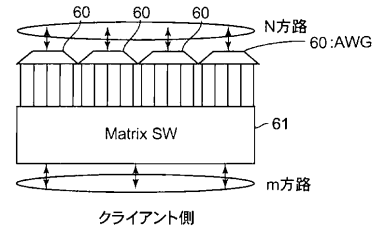
【図10】



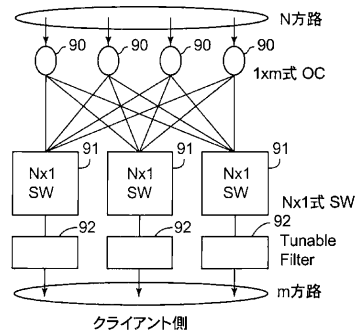
【図7】



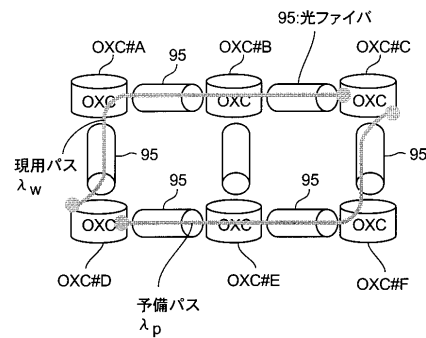
【図8】



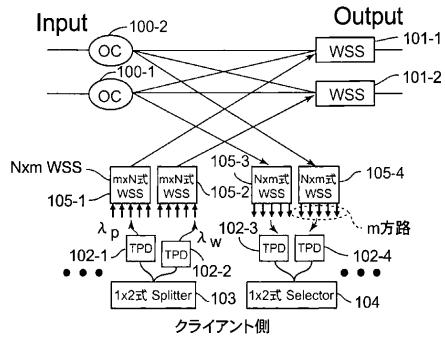
【図11】



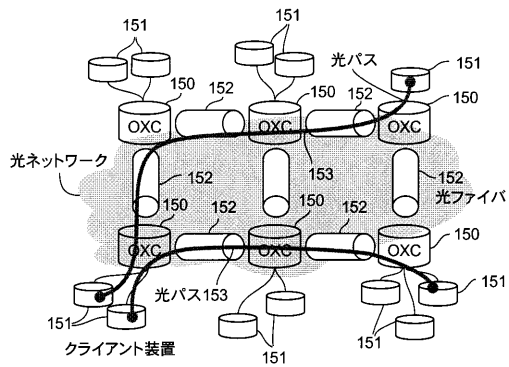
【図12】



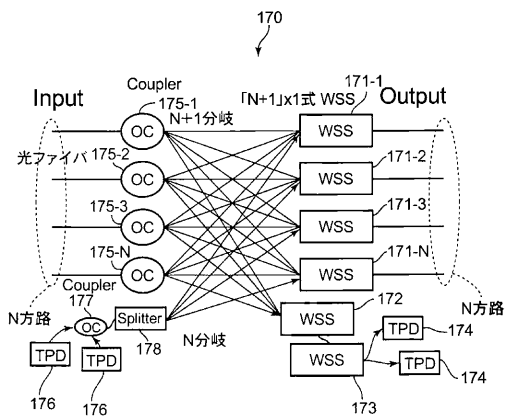
【図 13】



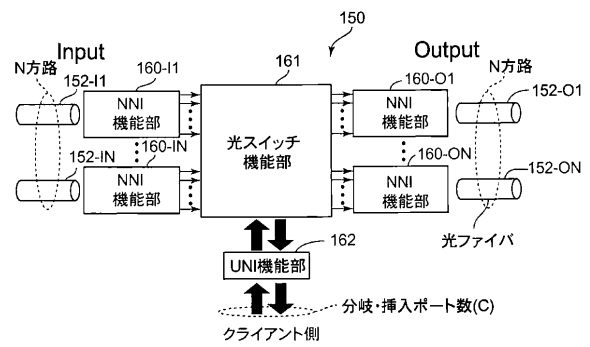
【図 14】



【図 16】



【図 15】



フロントページの続き

(72)発明者 相馬 俊一

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 山本 秀人

東京都千代田区大手町二丁目 3 番 1 号 日本電信電話株式会社内

F ターム(参考) 5K069 AA08 AA13 BA01 DB07 DB33 EA24 EA29