

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3770767号

(P3770767)

(45) 発行日 平成18年4月26日(2006.4.26)

(24) 登録日 平成18年2月17日(2006.2.17)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4J	14/00	(2006.01)	HO4B	9/00	E
HO4J	14/02	(2006.01)	HO4Q	3/52	C
HO4Q	3/52	(2006.01)			

請求項の数 11 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2000-45162 (P2000-45162)	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成12年2月17日(2000.2.17)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2001-230759 (P2001-230759A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成13年8月24日(2001.8.24)	(74) 代理人	110000350
審査請求日	平成16年4月14日(2004.4.14)		特許業務法人 日東国際特許事務所
		(74) 代理人	100068504
			弁理士 小川 勝男
		(74) 代理人	100086656
			弁理士 田中 恭助
		(72) 発明者	菊池 信彦
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所 中央研究所内
		(72) 発明者	佐々木 慎也
			東京都国分寺市東恋ヶ窪一丁目280番地
			株式会社日立製作所 中央研究所内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トランスポンダ、波長多重伝送装置、波長多重伝送システムおよび情報通信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

情報通信装置と局内光ファイバ回線で結合された第1の波長多重伝送装置をもつ送信部と、前記第1の波長多重伝送装置と局間光ファイバ回線で結合された第2の波長多重伝送装置をもつ受信部とからなる波長多重伝送システムにおいて、

前記第1の波長多重伝送装置は、

前記局内光ファイバ回線で伝送される第1の光情報信号を受信し、波長の異なる複数の第2の光情報信号に変換する第1のトランスポンダ装置及び前記複数の第2の光情報信号を前記第1の光情報信号を合波して第3の光情報信号に変換し前記局間光ファイバ回線に送出する出力する光送信手段とを有し、

前記第2の波長多重伝送装置は、

前記第3の光情報信号を分波し、前記波長の異なる複数の第2の光情報信号に変換する光受信手段と、該複数の第2の光情報信号を前記第2の光情報信号より高速な第4の光情報信号へ変換し外部の局内回線に結合する第2のトランスポンダ装置とを有することを特徴とする波長多重伝送システム。

【請求項2】

前記第2のトランスポンダ装置に、前記波長の異なる複数の第2の光情報信号が前記局間光ファイバ回線で生じた遅延誤差を打ち消す伝搬遅延時間差補償回路が設けられたことを特徴とする請求項1記載の波長多重伝送システム。

【請求項3】

10

20

請求項 1 又は 2 記載の波長多重伝送システムにおいて、前記第 1 のトランスポンダ装置は前記第 1 の光情報信号を受信し第 1 の電気情報信号へ変換する光受信機と、前記第 1 の電気情報信号を前記第 1 の電気情報信号より低速な複数の第 2 の電気情報信号に分離する分離回路と、前記複数の第 2 の電気情報信号をそれぞれ波長の異なる複数の第 2 の光情報信号に変換する局間伝送用光送信機を有し、

前記第 2 のトランスポンダ装置は前記複数の第 2 の光情報信号をそれぞれ複数の第 3 の電気情報信号へ変換する局間伝送用光受信機と、前記複数の第 3 の電気情報信号を時分割多重し第 4 の電気情報信号とする多重回路と、前記第 4 の電気情報信号を前記第 3 の光情報信号より高速な第 4 の光情報信号へ変換する局内伝送用光送信機とを有して構成されたこと特徴とする波長多重伝送システム。

10

【請求項 4】

請求項 3 記載の波長多重伝送システムにおいて、第 1 又は 2 の波長多重伝送装置の少なくとも一方は上記第 1 のトランスポンダ装置及び第 2 のトランスポンダ装置を兼ね備えることを特徴とする波長多重伝送システム。

【請求項 5】

請求項 1、2 又は 3 に記載の波長多重伝送システムにおいて、前記第 1 のトランスポンダ装置に前記複数の第 2 の光情報信号を多重化して前記第 3 の光情報信号に変換する波長合波器が組み込まれたことを特徴とする波長多重伝送システム。

【請求項 6】

請求項 1、2 又は 3 に記載の波長多重伝送システムにおいて、前記第 2 のトランスポンダ装置に前記第 3 の光情報信号を前記波長の異なる複数の第 2 の光情報信号に変換する光分波器が組み込まれたことを特徴とする波長多重伝送システム。

20

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 の何れかの一つに記載の波長多重伝送システムにおいて、前記第 1 又は第 2 の波長多重伝送装置の少なくとも一方が SONET・SDH・ATM の多重・分離・交換・スイッチング・障害復旧・ビットレート変換・アッドドロップ機能部を備えたことを特徴とする波長多重伝送システム。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 6 の何れかの一つに記載の波長多重伝送システムにおいて、前記第 1 又は第 2 の波長多重伝送装置の少なくとも一方が IP パケットのスイッチング、ルーティング、ブロードキャスト、インタフェース変換機能部を有することを特徴とする波長多重伝送システム。

30

【請求項 9】

請求項 1 ないし 6 の何れかの一つに記載の波長多重伝送システムにおいて、前記第 1 のトランスポンダ装置が前記第 1 の光ファイバ回線の監視情報信号を追加して多重する手段を持ち、前記第 2 のトランスポンダ装置が前記監視情報信号を抽出する手段をもつことを特徴とする波長多重伝送システム。

【請求項 10】

請求項 1 ないし 6 の何れかの一つに記載の波長多重伝送システムにおいて、前記第 1 のトランスポンダ装置に、誤り訂正信号を追加して多重する手段が設けられ、前記第 2 のトランスポンダ装置に、前記誤り訂正信号を抽出し誤り訂正を行う手段が設けられたことを特徴とする波長多重伝送システム。

40

【請求項 11】

請求項 3 ないし 6 の何れかの一つに記載のトランスポンダ装置において、前記局間伝送用光送信機又は前記局内伝送用光受信機の少なくとも一方は複数個あり、前記複数個の内の一部が現用又は高優先度の送受信機、他方を予備もしくは低優先度の送受信機とし、回線に障害発生時に前者によって伝送されていた情報信号を後者に切替えて伝送するように構成されたことを特徴とする波長多重伝送システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

50

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長多重光伝送装置及び波長多重伝送システム、更に詳しく言えば、光ファイバ中に波長の異なる複数の光信号を多重して情報伝送を行う波長多重光伝送システム及びそれに使用するトランスポンダ装置及び波長多重光伝送装置に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

波長多重(WDM)光伝送方式は光ファイバ通信の大容量化に極めて有効な手法である。従来の波長多重光伝送システムの代表的な構成例は、図5に示すように、数kmから数1000km離れた2地点に設置された局141-1、141-2に、それぞれ波長多重光伝送装置(送信側)152、波長多重伝送装置(受信側)153が配置され、両局の間は局間光ファイバ回線144-1、144-2と、波長多重光中継機151を介して接続されている。なお、図は局141-1から局141-2への伝送のみを示しているが、通常は逆方向の波長多重伝送装置と組み合わせる用いるのが一般的である。

10

【0003】

送信側局141-1内にはSONET(Synchronous Optical Network)/SDH(Synchronous Digital Hierarchy)端局やADM装置、IPルータ等の情報通信を行う従来の情報通信装置150-1、150-2が配置され、局内光ファイバ回線142-1~142-nを介して波長多重伝送装置152に光信号を送信する。局内光ファイバ回線142は通常数m~数10km程度の距離であり、例えばOC-12(600Mbit/s)、OC-48(2.5Gbit/s)等のSONET/SDH信号フォーマットが用いられる。

20

【0004】

局内光ファイバ回線142用の光送受信機にはコスト面から1.3μm帯等の波長帯で動作する半導体レーザのIM/DD(直接変調・直接受信)方式が用いられる。局内光ファイバ回線の伝送光信号は波長帯や波長間隔、波長純度、波長精度、信号の分散耐力等の問題から、長距離の光ファイバを波長多重伝送するには不向きであるため、送信側トランスポンダ装置120-1~120-nを用いて、局間波長多重伝送用の互いに異なる複数の波長の光信号(1~n)に変換された後、光合波器145によって波長多重され、局間光ファイバ回線144-1に出力される。

【0005】

局間光ファイバ回線144-1で伝送された波長多重光信号は、光中継機151によって中継増幅され、局間光ファイバ回線144-2を伝送され、受信側の波長多重光伝送装置153に入力され、波長分波器146によって波長1~nの光信号に波長分離された後、それぞれ受信側トランスポンダ装置130-1~nに入力される。

30

【0006】

従来の送信側トランスポンダ装置120は、図6に示すように、局内側入力ファイバ142からの波長aの光信号を局内伝送用光受信機123で受信した後、その光信号を局間伝送用光送信機124によって波長多重用の光信号(波長1)として局間伝送用信号フォーマットに変換して出力する。

【0007】

局間伝送用の光信号の波長は、通常光ファイバアンプでの増幅に適した1.5μm帯であり、一般にWDM用の波長として規格化された波長グリッド(50GHz、100GHz、200GHz間隔)に合致している。また局間伝送距離は最大数100~数1000kmに達することがあるため、長距離伝送に適した外部光変調の変調方式が用いられることが多い。局間伝送用信号フォーマットは基本的には局内伝送用のフォーマットと同じSONET/SDHのフォーマットが広く用いられているが、近年、トランスポンダ間のセクション誤り訂正機能や監視機能を追加した波長ラッパー(Wrapper)も検討されている。

40

【0008】

受信側トランスポンダ装置130は、図7に示すように、局間側入力ファイバ131から入力された光信号を局間伝送用光受信機133で受信した後、その光信号を局内伝送用光

50

送信機 134 で局内回線用信号フォーマットや波長 a に変換した後、局内側出力光ファイバ 132 に出力する。これらの光ファイバはそれぞれ、図 5 の局内光ファイバ回線 143 - 1 ~ 143 - n を介して局内情報通信装置 150 - 3、150 - 4 に接続されている。

【0009】

従来の波長多重伝送システムでは、一つのトランスポンダ装置の局内側と局間側の伝送速度は原則として同じである。例えば、図 3 で局内光ファイバ回線 142、143 の伝送速度が 2.5 Gbit/s の場合、局間光ファイバ回線 144 上の波長 n の光信号の伝送速度も 2.5 Gbit/s であった。このような従来装置では、例えば、情報通信装置 150 - 2 と 150 - 4 間の情報伝送量が増し、伝送速度を早くすると、局間伝送部分の伝送が困難になる。光ファイバ伝送の最大伝送距離は、ビットレートの二乗に反比例するため、伝送速度が 10 Gbit/s 、 40 Gbit/s と高速になると、局間伝送部分の最大伝送距離は急激に短くなる。例えば 2.5 Gbit/s での最大伝送距離は $600 \sim 1200 \text{ km}$ であるが、 10 Gbit/s ではおよそ数 10 km 、 40 Gbit/s では高々数 km となるため、長距離伝送を行うのは困難である。この値は分散補償技術や分散シフトファイバを適用すれば、ある程度は向上するが、それでも 10 Gbit/s で 500 km 程度、 40 Gbit/s で 40 km 程度の伝送距離が通常の伝送限界である。従って、局内光ファイバ回線 142、143 の伝送速度を高めると局間部分の中継数を増やさねばならなくなり、コスト増となる問題がある。

10

【0010】

この問題の対策として、図 5 のシステムは、情報通信装置 150 - 1 で局内回線数を例えば 3 本に増設した例を示している。本例では、伝送量が 3 倍になっても、局間伝送部分の伝送速度は同じに保たれるため、上記問題は回避できる。しかしながら局内回線数や、局内送受信機の数も 3 倍に増加するため、コストや局内回線管理の手間も増加するという他の問題が生じる。

20

【0011】

また、通常、上記伝送距離の問題から波長多重伝送装置 152 の局間伝送速度は実用上、 $2.5 \text{ Gbit/s} \sim 10 \text{ Gbit/s}$ 等の値に制限され、無制限に高速化することはできない。従って、更に高速な 10 Gbit/s や 40 Gbit/s 等の局内回線インタフェースが開発されても、本波長多重伝送装置には適用できないという問題が生じる。

30

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

従って、本発明の主な目的は、局内伝送線路数を増やすことなく、かつ局間伝送線路を長くして、高速の情報を伝送できる波長多重伝送システム及びそれに使用する波長多重光伝送装置、トランスポンダ及び上記トランスポンダを使用した情報通信装置を実現することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明の波長多重光伝送システムは、情報通信装置と局内光ファイバ回線で結合された波長多重伝送装置と、上記波長多重伝送装置と局間光ファイバ回線で結合された送信部及び受信部とからなる波長多重光伝送システムにおいて、送信部は、上記局内光ファイバ回線で伝送される高速の情報信号を、上記波長多重伝送装置のもつトランスポンダ装置によって複数の波長の異なる光信号の変換し、上記複数の波長の異なる光信号を波長多重して光波長多重信号として、上記局間光ファイバ回線で受信部に伝送する。受信部では、好ましくは、受信された上記光波長多重信号を波長多重伝送装置の波長分離器によって、波長分離し、分離された複数の波長の異なる光信号をトランスポンダ装置によって 1 つの高速光信号に多重化し、局内光ファイバ回線で受信部の情報通信装置に伝送する。

40

【0014】

上記送信部の光トランスポンダ装置は、上記局内光ファイバ回線からの情報信号を受信す

50

る局内伝送用光受信機と、上記局内伝送用光受信機で受信した情報信号を時分割する分離器と、分離された信号のそれぞれを波長の異なった光信号に変換する複数の局間伝送用光送信機を有して構成される。

【0015】

上記受信側の光トランスポンダ装置は、波長の異なった複数の光信号（情報信号）を受信する複数の光受信機と、上記複数の光受信機からの情報信号を時分割多重により高速の1本の情報信号に多重化する多重化器と、多重化された情報信号を光ファイバ回線に接続する局内伝送用光送信機を有して構成される。

【0016】

上記送信部の波長多重光伝送装置は、上記送信側の光トランスポンダ装置と、上記送信側の光トランスポンダ装置によって、分離された上記波長の異なった光信号を光波長多重化する光合波器をもつ。

10

【0017】

上記受信部の波長多重光伝送装置は、局間光ファイバ回線から入力される光波長多重信号を波長分離する光分波部と、上記光分波部で分離された波長の異なる複数の光信号を入力する上記受信側の光トランスポンダ装置をもつ。

本発明の他の好ましい実施形態では、上記送受信部の光トランスポンダ装置又は波長多重光伝送装置を組み合わせることによって種々の機能、例えば、光中継機能、アドドロップ機能、スイッチング（ルーティング）機能等をもつ波長多重光伝送装置を構成する。また、上記光トランスポンダ装置は、上記波長多重光伝送装置と情報通信装置を結合する場合の局内インタフェース装置を構成する。

20

【0018】

本発明によれば、上記波長多重光伝送システムでは、局内回線では少数の回線で高速の情報信号を処理し、かつ局間光ファイバ回線では、局間伝送線路を長くして、高速の情報を伝送できる。

また、本発明による光トランスポンダ装置、波長多重光伝送装置、インタフェース装置のそれぞれ、又は組み合わせによって、波長多重光伝送システムの種々の機能を実現できる。例えば、SONET・SDH・ATMの多重・分離・交換・スイッチング・障害復旧・ビットレート変換・アドドロップの機能や、IPパケットのスイッチング、ルーティング、ブロードキャスト、インタフェース変換機能を持つ装置を構成できる。

30

【0019】

局内光回線の多重分離は、1ないし複数のビットを単位とした情報信号の時間分割多重・分離や、これにパリティ信号を加えた時間分割多重・分離方式を用いれば、簡素なハードウェア構成で容易に本発明が実現できる。またSONET/SDH方式の多重分離を行うことによって、従来のSONET/SDH機器と互換性を保ったまま本発明の装置、システムが実現できる。このような多重の際に、局内光回線の監視情報信号を追加して多重し、分離時に監視情報信号を抽出することによって局内光回線の保守や信頼性を向上でき、実用性が高まる。さらに誤り訂正信号を追加して多重し、分離時に誤り訂正信号を抽出し誤り訂正を行えば、さらに装置、システムの信頼性が向上する。

【0020】

40

また、本発明の装置もしくはシステム内に光信号もしくは電気信号のスイッチを組み込み、信号の経路を切替えることによって、ルーティング機構や経路設定機能が追加できるため、本発明の適用分野が拡大する。さらに送受信機を複数個備え、うちいくつかを予備とし障害発生時に予備に切替えて伝送することによって、本発明の信頼性を大きく向上させることが可能となる。特に、パケット情報を伝送する場合には、パケット情報のルーティング回路を設けることによって、上記2つの機能を同時に達成することが可能になる。

【0021】

また更に、本発明の光送信機、光送信機内のレーザ光源や光受信機をモジュール化し、個別に交換可能にすることによって、部品数が多い装置においても保守性が大幅に向上し、その実現が容易となる。同様に、光源に波長可変レーザを用いるか、もしくは、光源を外

50

部から供給することによっても、予備のトランスポンダ装置や保守・生産時の品種を大幅に減らすことが可能となる。また、波長多重伝送される光信号間の伝搬遅延時間差を補償する伝搬遅延時間差補償回路を設けることによって、局内光回線の帯域を有効に使えるようになるため、本発明の適用分野が拡大する。

本発明の上記及び他の目的、構成、特徴を以下の発明の実施形態により更に詳細に説明する。

【0022】

【発明の実施の形態】

<実施形態1>

図1は、本発明による波長多重光伝送システムの第1の実施形態の構成図である。2つの局（送信）141-1及び（受信）141-2には、それぞれ本発明の波長多重光伝送装置（送信側）147、波長多重光伝送装置（受信側）148が配置されている。

情報通信装置140-1は局内光ファイバ回線142-1を介して波長多重光伝送装置147内部に配置された本発明によるトランスポンダ装置（以下、トランスポンダと略称）100に伝送すべき情報信号を送出する。情報信号はトランスポンダ装置100で、局内ファイバ回線142-1の伝送速度より低速で、互いに波長の異なる4つの波長1~4の光信号に分離、変換され、更に局間伝送用の信号フォーマットや波長に変換される。

【0023】

トランスポンダ100より出力された光信号は、光合波器145で波長多重され、局間光ファイバ回線144上を伝送される。情報通信装置150-1及び150-2からの情報信号は、それぞれ従来知られているトランスポンダ120-1及び120-2を介して光合波器145に送られ、本発明の情報通信装置140-1の情報信号と一緒に、局間光ファイバ回線144で、受信側の局140-2へ波長多重伝送される。

【0024】

受信側の局141-2では、受信された波長多重化光信号は、光分波器146によって元の光波長毎に分離される。本発明によるトランスポンダ装置110は、波長1~4の4本の光信号を受信し、これを再び1時系列の光信号に多重し、局内光ファイバ回線143-1に送出し、情報通信装置140-2に伝送する。なお、図1は、説明の簡単のため、各局は、送信又は受信局に限定しているが、実際は、送信及び受信機能の両機能部を設けるようにしてもよい。

【0025】

図2は、本発明によるトランスポンダの一実施形態の構成を示す。本実施形態は、局に送信部・受信部のトランスポンダ100及び111を共にもちつ場合の構成である。同図において、図中太い矢印線は光ファイバ、細い矢印線は電気線路を示す。また、前に説明した図面の構成部と実質的に同じ部分には同じ番号を付して、詳細な説明を省く（以下の図面についても同じである）。

【0026】

送信部のトランスポンダ100では、局内側入力ファイバ142から入力された光信号（波長a）は、局内伝送用光受信機103で受信され、電気領域の情報信号に変換され、分離回路105によって、複数（図2では4本）の情報信号に分離される。なお、上記情報信号は電気回路内ではさらに並列伝送されるのが普通であり、上記信号の本数は必ずしも信号線の物理的な本数ではなく、論理的な信号回線数を意味する。分離された情報信号は、それぞれ局間伝送用光送信機104-1~104-4に送られ、局間伝送用の光信号フォーマット及び波長多重伝送用の互いに異なる光信号波長に変換された後、局間側出力光ファイバ102-1~102-4に出力される。

【0027】

受信部のトランスポンダ110では、局間側入力光ファイバ111-1~111-4から入力された光信号は、それぞれ局間伝送用光受信機113-1~113-4で受信され、電気信号に変換されたのち、多重回路115によって再び1本に時分割多重化され、局内伝送用光送信機114によって波長aの高速信号に変換されて局内側出力ファイバ14

10

20

30

40

50

3から出力される。

【0028】

光分波器146は、波長毎に光を分離する機能があればどのような光デバイスでもよい。例えば、光ファイバグレーティングと光サーキュレータを縦属接続したもの、AWG (Arrayed Wave Guide)方式のもの、光カプラと光波長フィルタを組み合わせたもの、マッハツェンダ型のものや、これらを多段に組み合わせたもの等が適用できる。なお光合波器145にも同様の光デバイスが使用可能であるが、必ずしも波長選択性がある必要はなく、例えば光カプラ等も使用できる。

【0029】

図2では、局内回線の入力及び出力光信号の波長を a及び bとしているが、同じ波長 10
を使用してよい。また、局間回線102、111で伝送される光信号波長をともに 1
~ 4の4波長としており、この場合に最も使用波長管理が容易となる。しかし、入出力
の波長が異なっても動作には影響はない。また上り回線・下り回線の伝送容量に応じて上
り下りで信号本数、光送受信機の数やビットレートが異なってもよい。

本実施形態に限らず、局内回線数がさらに複数ある場合、これらは一本の光ファイバ回線
上をさらに波長多重伝送してもよい。また、上り・下りの回線を光サーキュレータや光カ
プラを用いて多重し、一本の光ファイバ回線上を双方向伝送しても構わない。さらに波長
多重と双方向伝送を同時に適用してもよい。

【0030】

図3は、本発明によるトランスポンダ100の一実施形態の構成を示す。本実施形態は送 20
信光源を波長可変レーザ262-1~4を用いて構成したものである。

局内光ファイバ142の高速情報信号は光受信器103を介し、分離回路105で4本に
分離され、それぞれ外部光変調器263-1~4に印加され、波長可変レーザ262-1
~4の出力光を変調し、局間光信号として出力される。出力波長 1~4は、局間伝送
に必要な波長に予めプリセットされているか、もしくは内部の波長基準回路や外部の制御
信号によって所望の波長にセットされる。このように波長可変レーザを用いることで、ど
のような波長を必要とする波長多重光伝送装置にも一つのトランスポンダが適用できるの
で汎用性が増す。

【0031】

可変波長レーザ262は、例えば半導体レーザを用いた外部共振型や、光ファイバリング 30
レーザを用いたもの等、種々な方式のレーザが適用できる。また複数波長の光信号を出力
するレーザの出力光を波長毎に分波してもよい。またレーザ部分のみを個別に交換可能に
することによっても、波長可変機能を実現できる。

【0032】

外部光変調器263としては、例えば、半導体吸収型光変調器、半導体又はリチウムナイ
オベート製マッハツェンダ型光変調器等が使用できる。また位相変調・デュオバイナリ変
調等の変調方式を用いることができる。

図4は、上記受信部のトランスポンダに使用される多重回路115の一実施形態の構成を
示す。

本実施形態は、入出力にSONET信号を用いてSONET多重を行った場合の構成例を 40
示している。4本の入力回線211-1~211-4から入力される。例えば2.5Gb i
t / sのOC-48信号は、それぞれ低速回線終端回路220-1~220-4に入力さ
れ、SONETフレーム内のセクションオーバーヘッド等のヘッダ情報が抽出され、符号
誤りの検出や上流の機器の故障情報の抽出、フレーム同期などの終端処理が行われる。ペ
イロード部に収容された情報信号はSONET多重回路221に送られ、高速の信号に多
重化される。一方抽出された低速回線のヘッダ情報は、本装置の装置内状態信号225と
共に、ヘッダ情報処理回路223に入力され、高速回線用のヘッダ情報として編集された
後に、高速回線終端回路222に送られる。多重化された情報信号には高速回線終端回路
222で再びヘッダ情報が付加され、ポイント処理等が行われた後10Gb i t / sのO
C-192信号に変換として出力回線212から出力される。分離回路はほぼこの逆の構 50

成となる。

【0033】

本実施形態は入出力信号フォーマットがともにSONET信号である場合について説明したが、入力か出力の少なくとも一方がATMやギガビットイーサネット、波長ラッパ等の他の信号フォーマットであってよいが、その場合信号フォーマット毎に信号の終端形式やフォーマット変換部の構成が若干異なることになる。また多重化後の伝送速度も入出力信号フォーマットに依存し、入力回線の総和と必ずしも等しくはならない。例えば上記波長ラッパ等では、誤り率訂正用の情報信号が付加され伝送ビットレートが10~20%程度増加する場合がある。また、IPパケット伝送等の場合は統計多重により多重後のビットレートが低下する場合も有りうる。以上は分離の場合も同様である。

10

【0034】

上述のように本実施形態は高速の局内光回線信号を、低速の波長多重信号に変換して長距離(局間伝送)を行うことによって、局内光回線を高速化しても、局間部分では長距離伝送に必要な値までビットレートを下げて伝送することが可能であり、十分な伝送距離が得られ局間中継間隔を短くする必要がなくなる。また逆に、既存の波長多重光伝送装置においても本発明を適用することによって、伝送距離や波長配置に悪影響を与えることなく局内回線速度を向上できる。

【0035】

例えば、図5で波長多重光伝送装置147、148の局間波長多重回線の1波長当たりの伝送速度が2.5Gbit/sの場合、局内回線速度と局間回線速度を例えば4倍の10Gbit/sに高速化しようとしても、通常波長多重光伝送装置自身が2.5Gbit/sを前提に設計されているため、従来方式では、このようなアップグレードは困難、もしくは不可能である。例えば、伝送ビットレートが高速になると、波長多重信号の波長スペクトルが大きく広がり、また光受信機の受信感度が劣化するため、伝送特性が劣化する。たとえ、伝送装置147、148等を10Gbit/s用のものに置き換えたとしても、10Gbit/sの光伝送装置は2.5Gbit/sの場合に比べて、最長伝送距離や最大スパン間隔が減少するため、局間回線の途中に新たに光波長多重中継機を配置する必要が生じる等極めて高コストとなってしまふ。

20

【0036】

これに対し、本発明の波長多重伝送システムでは、局内インタフェースの速度を例えば10Gbit/sに向上しても、局間部分は従来のビットレートである2.5Gbit/sで波長多重伝送できるため、上記問題を回避できる。伝送速度の向上により局内インタフェース部分の伝送距離は短くなるものの、局内伝送部分の伝送距離は高々数~数10kmと短いため実用上問題にはならない。これによって、局内回線数と局内インタフェース数は、従来方式に比べ1/4に低減できるため、回線管理・コスト面で大きなメリットが得られる。さらに高速な40Gbit/s、160Gbit/s等の局内インタフェースを適用すれば、さらに局内回線数を低減できる。

30

【0037】

なお、本発明の波長多重伝送システムは局内・局間回線の伝送速度は上記値に限るものではなく、局内回線速度が波長多重伝送される局間回線の速度より大ならば自由に設定可能である。例えば局内回線速度40Gbit/s、局間伝送速度10Gbit/sの組み合わせや、局間伝送速度5Gbit/s、局内回線速度として10Gbit/s、20Gbit/sもしくは40Gbit/s等の組み合わせ等が設定できる。また、1本の局内回線を複数の局間回線間の分離する場合、必ずしも等しい伝送速度の信号に分割する必要もない。送受信側の機器の特性に応じて、例えば10Gbit/sの局間回線の信号を5Gbit/s1本、2.5Gbit/s2本等に分解して伝送しても問題ない。なお、情報通信装置とトランスポンダの距離が短い場合、局内光ファイバ回線142-1、143-1は必ずしも光ファイバを用いた光回線である必要はなく、同軸ケーブルや並列電気信号による伝送でもよい。なお、図1の実施形態では、送受信局ともに本発明を適用した例を示したが、必ずしもその必要はなく、送信側又は受信側の一方の局にのみ本発明のトラ

40

50

ンスポンダを設けた構成にしてよい。

【0038】

本発明の光波長多重伝送システムは、数 G b i t / s 以上の高速の光信号伝送において発生する伝送距離の問題を、光伝送固有の技術である波長多重伝送技術を用いて解決するものである。すなわち本発明は局内光インタフェース部分を高速化することによるコスト低減や回線数の削減、局間光インタフェース部分の伝送距離を延ばすことを目的としており、従来の Inverse MUX方式とは本質的に異なるものである。従って、本発明の適用範囲は、波長多重伝送装置、トランスポンダやこれらと接続される情報通信機器やそのインタフェース、またこれらを用いた波長多重伝送システムであり、実施の形態もこれらの装置・システムに固有の構成である。

10

【0039】

局内伝送用の信号としては、通常広く用いられる 1.3 μ m 帯等の波長帯の半導体レーザーの I M / D D (直接変調・直接受信) 方式以外にも、1.5 μ m 帯や外部光変調方式を用いることが可能である。本実施形態では、特に局内回線の伝送速度が高速化するため、従来の直接変調方式よりも外部変調方式の方が適している場合がありうる。また、他の局内回線の信号と波長多重伝送してもよいし、また必要に応じて、分散補償や光増幅を適用してもよい。なお、「局内」とは、実際には局内回線が近距離 (~ 数 1 0 k m) に配置された複数の局間や情報通信装置との接続に用いられる場合も含む。

【0040】

局間伝送用光信号の波長は、波長多重伝送に適した波長が使用される。光ファイバアンプでの増幅に適した 1.5 μ m 帯で ITU-T で WDM 用の波長として規定された波長グリッドに合致した信号を用いる他にも、1.3 μ m 帯等を使用してもよい。特に本波長多重伝送システムでは局間伝送のビットレートを下げられるため、長距離伝送に適した外部光変調等の変調方式だけでなく、低チャープ LD 等が使用可能な場合もある。

20

【0041】

また局内 / 局外光信号のフォーマットとしては、例えば局内光ファイバ回線 1 4 2 - 1 の信号フォーマットが S O N E T / S D H 形式を適用することが可能である。例えば、O C - 1 9 2 信号 (1 0 G b i t / s) の場合、トランスポンダ 1 0 0 の出力信号を 4 本の O C - 4 8 (2.5 G b i t / s) 信号に分離することが可能であるが、他の任意のフォーマットでもよい。

30

【0042】

< 実施形態 2 >

図 8 は、本発明による波長多重光伝送装置 (送信側) の第 2 の実施形態の構成図である。波長多重光伝送装置 (送信側) 1 6 0 において、局内側入力ファイバ 1 4 1 - 1、1 4 1 - 2 から入力された光信号は、それぞれトランスポンダ (送信側) 1 0 0 - 1、1 0 0 - 2 で受信され、低速の複数本 (図 8 では各 4 本) の局間伝送用の波長多重伝送に適した光信号に分離、変換され、局間側出力光ファイバ 1 0 2 から出力される。これらの信号は光合波器 1 4 5 で波長多重され、光増幅器 1 6 1 で増幅された後局間光ファイバ回線 1 6 2 に出される。なお局間 / 局内回線部分には適宜、光増幅器や分散補償を施し信号品質や波形の劣化を防ぐ手段を付加しても良い。また本実施形態では、従来のトランスポンダ 1 2 0 - 1、1 2 0 - 2 の信号も光合波器 1 4 5 に入力され、波長多重伝送する例を示している。

40

【0043】

図では、トランスポンダ 1 0 0 - 1 の局間側出力ファイバ 1 0 2 の出力波長が 1、2、9、3 となっているが、同じ局間ファイバに出力される信号波長が互いに異なってさえいれば、これらの波長の順番や間隔に特に制限はない。例えば局間光ファイバ回線が分散シフトファイバの場合等には、四光波混合効果を抑圧するため、あえて不等間隔の波長配置をとる場合がある。

【0044】

< 実施形態 3 >

50

図9は、本発明による波長多重光伝送装置（受信側）の第3の実施形態の構成図である。本実施形態は、図8の波長多重光伝送装置（送信側）からの光多重信号を受信するものである。

波長多重光伝送装置（受信側）164においては、局間側入力ファイバ163から入力された波長多重光信号は、必要に応じて光増幅器161で増幅された後、光分波器146で波長毎に分離される。本実施形態でも必要に応じて、局間/局内回線部分に適宜光増幅器や光分散補償手段を付加しても良い。波長毎に分離された光信号は、それぞれ本発明によるトランスポンダ（受信側）110-1、110-2及び従来型のトランスポンダ130-1、130-2で受信される。トランスポンダ110-1、110-2ではそれぞれ4本の局間回線の受信信号を多重し、各1本の高速局内信号に多重し、局内回線143-1、143-2に出力する。また従来型のトランスポンダ130-1、130-2の場合、受信された局間光信号は同じ伝送速度のまま、局内光信号に変換されて出力される。

【0045】

なお、トランスポンダ110-1の局間側入力ファイバ111から波長1、2、9、3の4波長を受信しているが、これらの波長の順番や間隔に特に制限はない。基本的には送信側のトランスポンダと対応していることで、送受信側のトランスポンダの局内回線同士に1:1の関係が対応づけられる。後述の実施例では意図的に送受信側で異なる波長配置にした例を示す。

【0046】

<実施形態4>

図10は、本発明による波長多重光伝送装置の第4の実施形態の構成図である。本実施形態の波長多重光伝送装置165は、基本的には図8及び図9の送信側及び受信側の波長多重光伝送装置を一体化したもので、従来型のトランスポンダは、使用されていないが、付加しても良い。

【0047】

局間側入力光ファイバ163から入力された光信号は、光分波器146で波長1~8の8波長に分離された後、4波長ずつトランスポンダ（受信側）110-1、110-2に入力され、高速の局内回線信号に多重処理された後にそれぞれ局内光ファイバ回線143-1、143-2から出力される。また局内光ファイバ回線142-1、142-2から入力された局内回線信号は、トランスポンダ100-1、100-2でそれぞれ波長1~4、5~8の局間伝送用光信号に分離された後、光合波器145で波長多重され局間側出力光ファイバ162より出力される。

【0048】

また、波長多重光伝送装置165内部に情報通信装置166を組み込んだ形態を示している。この実施形態の場合、局内光回線143-2、142-2は波長多重光伝送装置165の内部でトランスポンダ110-2、100-2と情報通信装置166を結ぶ配線となる。

【0049】

情報通信装置166としては、SONET/SDH端局装置、IPルータ機器、ATM端局、ATMスイッチ等各種機器を組み込むことが可能である。外部との入出力回線167は、SONET/SDH回線、ATM回線、ギガビットイーサ等のイーサネット回線、FDDI回線等さまざまな回線が使用可能である。情報通信装置166とトランスポンダ100-2、110-2の距離が短い場合、局内光ファイバ回線143-2、142-2は必ずしも光ファイバを用いた光回線である必要はなく、同軸ケーブルや並列電気信号による伝送でもよい。なお、図10の実施形態と逆に情報通信装置166、の一部として、本発明のトランスポンダや、波長多重光伝送装置等を含んだ構成としてもよい。

【0050】

<実施形態5>

図11は、本発明による波長多重光伝送システムの第2の実施形態の構成図である。本実施形態は、図10と同様の送受一体型の波長多重光伝送装置165-1、165-2を用

10

20

30

40

50

いて、局141-1と141-2間を上り・下りの2つの局間光ファイバ回線144で接続した例である。

各局間光ファイバ回線144-1及び144-2の途中には光増幅器を用いた線形光中継機151-1が配置され、光ファイバの損失により減衰した波長多重光信号の増幅を行う。このような波長多重光伝送システムの波長多重数は最大100波長を越える場合もあり、従来はこれと同じだけの局内回線が必要であったが、本実施形態では、局間回線を複数本多重して本発明の情報通信装置140に接続できるため、局内光ファイバケーブルや回線の本数が減少し、その管理が容易となる。また、本実施形態では、情報通信装置140と波長多重光伝送装置165の間は上り・下り各一本の局内光ファイバ回線142、143で接続されているが、複数本で接続しても良い。

10

【0051】

<実施形態6>

図12は、本発明による波長多重光伝送装置の第5の実施形態の構成図である。本実施形態は波長多重光伝送装置170を光中継に用いた構成を示している。本中継機は、光信号を一度電気信号に変換し、波形の再生、リタイミング、増幅を行う。

【0052】

局間側入力光ファイバ163から入力された波長多重光信号は、光増幅器161-1によって増幅された後、光分波器146で各波長成分毎に分離される。このうち波長1~4の光信号は、トランスポンダ(受信側)110-1によって一本の局内光信号に多重された後、トランスポンダ(送信側)100-1に伝送され、その後再び局間伝送用の波長多重信号1~4に分離され、光合波器145によって波長多重された後、局間側出力光ファイバ162に出力される。本実施形態の中継器170では、一度高速の局内光ファイバ回線142-1を介して中継を行っているため、将来本回線の信号をアッド・ドロップし情報通信装置を接続することが容易となり、また送信側と受信側で異なるメーカーのトランスポンダ用いて互いに接続することが容易になる等の利点がある。なおトランスポンダ110-1、100-1の距離が短い場合には光ファイバ回線142-1は、電気信号回線で置き換えてもよい。

20

【0053】

また、このような光中継装置が複数の波長多重伝送装置から構成され、光分波器146と光合波器145間の距離が離れているような場合にも局内回線の本数を減らすことができ、管理が容易になる利点がある。

30

【0054】

なお従来のトランスポンダ(送信側)130と(受信側)120を組み合わせた構成でも、従来の局間伝送信号のアッド・ドロップは可能であるが、本発明を用いて複数波長に分離して伝送される情報信号にアクセスすることは困難である。例えば本実施形態では、トランスポンダ(受信側)110-2の局内側出力ファイバ142-3及びトランスポンダ(送信側)100-2の局内側入力ファイバ142-4は情報通信装置140の局内回線インタフェースに接続されるアッドドロップ構成の例を示す。すなわち波長1~4で伝送される光信号は本中継器でドロップされ情報通信装置140に引き渡され、また情報通信装置140の出力信号は同じ波長にアッドされて引き続き局間回線を伝送される。このように本発明のトランスポンダを用いて中継を行っている場合には、容易に本発明を用いた情報通信装置を接続してアッドドロップ構成にアップグレードできる。

40

【0055】

なお、本実施形態の場合でも、光信号の波形劣化や信号強度を補償するための分散補償、光増幅器は適宜信号回線の途中に挿入することが可能である。また、SONET信号等の信号終端回路も必要に応じてトランスポンダ110、100内に配置することが可能である。また上り・下り2回線のように複数の局間回線分まとめて1つの波長多重光中継器を構成しても良い。

【0056】

<実施形態7>

50

図13は、本発明による波長多重光伝送装置の第6の実施形態の構成図である。本実施形態は光中継器に可変アッドドロップ及びクロスコネクト機能を付加した例である。

【0057】

本実施形態では、局間側入力光ファイバ163-1、163-2を低速の局間波長多重信号に分離されて伝送された情報信号は、トランスポンダ(受信側)110-1、110-2によって高速の局内信号に多重され、局内光ファイバ回線142-1、142-2に出力される。また局内光ファイバ回線142-3には情報通信装置140からの情報信号が出力されている。これらの光信号は3入力3出力の光スイッチマトリクス172に接続され、外部からの制御信号によって、3つの局内光ファイバ回線143-1、143-2、143-3と任意に接続する。局内光ファイバ回線143-1、143-2は、それぞれトランスポンダ100-1、100-2及び合波器145-1、145-2を介して局間光ファイバ回線162-1、162-2に接続されており、他の局内光ファイバ回線143-3は本発明による情報通信装置140に接続されている。すなわち、トラフィックパターンの変化やファイバ切断などの事故に対応して光スイッチ172を切り替えることにより、局間回線と情報機器の接続状態を任意に変える。

10

【0058】

このような可変アッドドロップ・クロスコネクト装置を構成する場合、本実施形態では複数本の局間回線を1本の高速の局内回線142に変換しているため、従来方式に比べて必要な光スイッチの規模が1/Nで済むという利点がある。本実施形態の4波長多重の例では、従来方式では光スイッチ172が4組必要となるが、本例ではこれが1組で済むため、低コスト化・高信頼性・装置規模の面で有利となる。なお本実施形態も一方向の伝送のみを示しているが、上り・下り2回線分をまとめて構成することも可能である。また、波長多重信号や複数の光ファイバ回線間のアッドドロップ・クロスコネクトの方式はこの一通りに限らず、どのような組み合わせでもよい。例えば、1本の局間回線内のN本の波長多重信号の組を互いに交換したり、上り回線を下り回線に折り返すなど種々の構成ができる。

20

【0059】

<実施形態8>

図14は、本発明による情報通信装置用局内インターフェースの一実施形態の構成を示す。情報通信装置140は、情報通信装置用局内の光インタフェース195をもち、光インタフェース195は、送信光インタフェース180と受信光インタフェース190をもつ。本実施形態では光インタフェース180及び190に前述のトランスポンダを使用したものである。

30

【0060】

送信光インタフェース180では、装置内回線183-1~183-4を通して入力された複数の情報信号は、多重回路182で終端・時分割多重化され、局内光送信機181で高速の光信号に変換され、局内側出力光ファイバ184に出力される。光ファイバ184に出力される信号は、局内光ファイバ回線を介して接続される前述の本発明による波長多重光伝送装置や本発明によるトランスポンダの局内伝送用光受信機で受信可能な信号である必要があり、このため多重回路182での多重数や多重前後の信号フォーマットは前記本発明による波長多重光伝送装置やトランスポンダの機器と同一のものである。なお、装置内情報回線183-1~183-4は、必ずしも1本の信号線である必要はなく、複数の信号線を用いて並列伝送されていてもよい。

40

【0061】

受信側光インタフェース190では、前述の本発明による波長多重光伝送装置やトランスポンダの局内伝送用光送信機から送られた波長bの光信号は、局内側光ファイバ194を通して局内伝送用光受信機191で受信され必要に応じて終端処理をされた後、分離回路192によって元の低速情報信号に分離され、装置内回線193-1~193-4から出力される。本実施形態は受信側及び送信側光インタフェースの両方を備えた情報通信装置の例を示したが、一方の光インタフェースのみをもつ構成でもよい。

50

【 0 0 6 2 】

< 実施形態 9 >

図 1 5 は、本発明による情報通信装置の他の実施形態の構成を示す。本実施形態も本発明による情報通信装置の局内光インタフェース（受信側及び送信側）を用いたものである。本実施形態は情報通信装置として IP ルータ・スイッチ 2 0 0 の構成を示している。情報通信装置 2 0 0 用の局内光インタフェース 1 9 5 - 1、1 9 5 - 2 は、ルーティングモジュール 2 0 1 - 1 を介してスイッチマトリクス 2 0 2 に接続され、IP ルーターを構成している。スイッチマトリクス 2 0 2 は、ルーティング制御回路 2 0 3 によって制御され、各インタフェースから入力された IP パケットを宛先のインタフェースへと転送する。

【 0 0 6 3 】

本実施形態では、各局内インタフェース 1 9 5 は、低速の装置内回線 1 8 3 をそれぞれ 2 回線分多重・分離している。2 つの装置内回線 1 8 3 - 1、1 8 3 - 2 は局内インタフェース 1 9 5 - 1 で多重され、高速信号として一本の局内側出力光ファイバ 1 8 4 - 1 から出力される。これら多重された信号は局内回線を伝送後、前述の波長多重光伝送装置で波長毎に分離されて伝送される。従って、とくに装置内回線 1 8 3 - 1、1 8 3 - 2 を独立した信号インタフェースや入出力ポートと扱った場合には、装置故障に対する信頼性を向上することができ、また 2 つのポートの伝送遅延差を考慮する必要がなくなるため、装置構成が簡素化できるメリットがある。また各ポートごとに独立のルーティングを行えるようになるため、後述する波長多重信号を波長毎にアッド・ドロップ、もしくはルーティングする構成を実現できる。

【 0 0 6 4 】

なお、本発明による情報通信装置は本実施形態に限るものではなく、本発明による局内インタフェースや送受信機を備えた S O N E T / S D H / A T M などの多重化端局装置や分離・交換・スイッチング・障害復旧・ビットレート変換・アッドドロップ装置など種々構成できる。

【 0 0 6 5 】

< 実施形態 1 0 >

図 1 6 は、本発明による波長多重光伝送システムの第 3 の実施形態の構成を示す。本実施形態では、3 つの局 1 4 1 - 1、1 4 1 - 2 及び 1 4 1 - 3 を局間光ファイバ回線 1 4 4 - 1、1 4 4 - 2 で接続した例であり、簡明のため、上り回線のみを示している。特に、複数波長に分割されて伝送される情報信号を波長ごとに異なる行き先に割り当てる波長ルーティング及び波長多重された光信号のうち必要な波長のみアクセスする波長アッドドロップの例を示している。

【 0 0 6 6 】

情報通信装置 1 4 0 - 1 から局内回線 1 4 2 - 1 で送られた高速の情報信号は、波長多重光伝送装置 1 6 0 で波長 1 ~ 4 の波長多重光信号に変換され、光合波器 1 4 5 - 1 で多重化され、局間光ファイバ回線 1 4 4 - 1 を伝送される。波長多重光伝送装置 1 7 0 内部では、受信した波長多重光信号のうち波長 1 と 2 の信号がドロップされ、トランスポンダ 1 1 0 - 1 を介して情報通信装置 1 4 0 - 2 に送られる。情報通信装置 1 4 0 - 2 からの情報信号はトランスポンダ 1 0 0 - 2 で波長 1、5 の 2 波長に分割された後、スルー信号である波長 3、4 の光信号と合波され、局間光ファイバ回線 1 4 4 - 2 を通って、波長多重光伝送装置 1 6 4 に伝送される。波長 3、4、5 の信号はトランスポンダ 1 1 0 - 2 で多重された後、情報通信装置 1 4 0 - 3 に送られる。また波長 1 の信号は従来のトランスポンダ 1 3 0 で受信された後、従来型の情報通信装置 1 5 0 に送られる。

【 0 0 6 7 】

本実施形態では、一本の局内回線の信号を複数波長に分離して伝送しており、上述のように波長ルーティングや波長アッドドロップを実施するためには、波長毎に独立した内容・行き先の情報信号である必要がある。すなわち予め、本発明の情報伝送装置内で、局間部分の波長数に対応した複数の独立した装置内信号回線・インタフェース・入出力ポートの

10

20

30

40

50

信号を多重して一本の局内回線としておけばよい。このようにすれば、波長分離後の光信号に従来の波長多重光信号と完全な互換性を持たせることができるため、従来のトランスポンダや光波長多重伝送装置を自由に混在させて光伝送システムを構築できる。

【 0 0 6 8 】

< 実施形態 1 1 >

図 1 7 は、本発明による情報通信装置用の局内インタフェースの第 2 の実施形態の構成を示す。本実施形態は、局間部分の情報伝送に用いる複数の波長の一部を使って行われるため、冗長度を用いた障害復旧に使用したものである。なお、局間光ファイバ回線で接続された別の局に配置された情報通信装置も、本実施形態と同様の局内インタフェースを装備する。

10

【 0 0 6 9 】

局内インタフェース 2 3 0 の送信部では、3本の装置内回線 1 8 3 - 1 ~ 1 8 3 - 3 の情報信号と、低優先度の装置内回線 2 3 1 の情報信号に、ヘッダ付加回路 2 3 5 - 1 ~ 2 3 5 - 4 で回線状態や優先度などのヘッダ情報を付加し、多重回路 1 8 2 で多重化して高速の局内回線 1 8 4 に送出する。

【 0 0 7 0 】

受信部では、局内回線 1 9 4 の信号を分離回路 1 9 2 で分離し、ヘッダ抽出回路 2 3 6 - 1 ~ 2 3 6 - 4 で各信号のヘッダ情報を抽出し、上記ヘッダ情報を利用したスイッチ制御回路 2 3 7 でスイッチ回路 2 3 4 を制御し、情報信号を局内回線 1 9 3 - 1 ~ 1 9 3 - 3、低優先度の装置内回線 2 3 2 として出力する。局間回線部分で波長多重用送信機の故障などがあつた場合には、その状況をヘッダ情報 2 3 8 から検出し、スイッチ制御回路 2 3 7 は状況に応じてスイッチ回路 2 3 3、2 3 4 を切替えて復旧動作を行う。

20

【 0 0 7 1 】

例えば、受信している装置内回線 1 9 3 - 1 ~ 1 9 3 - 3 に対応する局間回線の一つが故障した場合には、ヘッダ情報を利用して送信側にその旨を通知し、送受信側でスイッチ回路 2 3 3 を切替え、この情報を予備回線である低優先度回線 2 3 1 に切替えて伝送する、3 : 1 型の障害復旧機構が実現可能である。予備回線の容量の割り当てや、スイッチングのアルゴリズムはこれに限らず、例えば 1 + 1 などの復旧機構もできる。特に局内装置として IP ルータなどを用い、本発明の複数の装置内回線を独立したインタフェースとして扱っている場合にはこれらを複数の配送ルートと扱うことができるので、特別な予備回線を設けず、障害復旧機能を持たせることができる。

30

【 0 0 7 2 】

また本実施形態では、高速の局内回線部分にも局内回線の障害監視・通報・誤り率訂正機能を付加した例を示している。本機能は、前記障害復旧機能の有無とは全く独立に使用可能である。ヘッダ情報抽出・誤り訂正回路 2 4 1 は、局内伝送用光受信機 1 9 1 で受信された高速信号から、ヘッダ情報や誤り訂正信号を抽出し、必要に応じて誤り率訂正を行っている。このヘッダ情報の一部は、局内回線ヘッダ情報処理回路 2 4 3 に入力される。ヘッダ付加・誤り訂正情報付加回路 2 4 2 では、装置内の故障や警報状態、受信した局内回線の状態、送信する情報信号の誤り検出や訂正信号である CRC (Cyclic Redundancy Check) や FEC (Forward Error Correction) 信号、パリティビットなどを情報信号に付

40

【 0 0 7 3 】

< 実施形態 1 2 >

図 1 8 は、本発明によるトランスポンダの第 3 の実施形態の構成を示す。本実施形態は、トランスポンダ部分に局間回線の障害復旧機構及び局内回線の誤り率訂正・監視機構を組み込んだ例である。障害復旧の機構は図 1 7 に示した機構と同様であり、局間伝送用光受信機部 1 1 3 - 1 ~ 1 1 3 - 4 から抽出したヘッダ情報から局間回線の障害状態を判定し

50

、スイッチ制御回路 237 が送信側及び受信側のスイッチ回路 233、234 で重要信号を予備回線に切替えて復旧を行う。この図では局間光ファイバ回線 102 - 1 ~ 102 - 4 のうちいずれか、及び 111 - 1 ~ 111 - 3 のうちいずれかが予備回線に割り当てられている。なお、図 17 の構成部分と同じ機能、構成部については同一番号を付し、説明を省く。

【0074】

本実施形態も、高速の局内回線部分に回線の障害監視・通報・誤り率訂正機能を付加した例を示している。本トランスポンダは、同機能を持った局内インタフェース装置やトランスポンダなどと対向して接続される必要がある。ヘッダ情報抽出・誤り訂正回路 241 は、局内伝送用光受信機 103 で受信された高速信号から、ヘッダ情報や誤り訂正信号を抽出し、必要に応じて誤り率訂正を行い、ヘッダ情報の一部は、局内回線ヘッダ情報処理回路 243 に入力される。ヘッダ付加・誤り訂正情報付加回路 242 では、再びヘッダ情報を情報信号に付加し、局内伝送用光送信機 114 から出力している。なお、本実施形態は送受一体の構成のみを示しているが、送信側・受信側を個別に実現してもよい。

10

【0075】

<実施形態 13>

図 19 は、本発明による情報通信装置用の局内インタフェースの第 3 の実施形態の構成を示す。本実施形態は、局内光ファイバ回線部分を 2 重にして障害復旧機能を追加した例である。

装置内回線 183 - 1 ~ 183 - 4 の信号は多重化回路 182 で多重化され、多重化された装置内信号は、分岐回路 245 により 2 つに分岐され、2 つの局内回線用光送信機 181 - 1、181 - 2 は常に同一の信号を 2 つの局内光ファイバ回線 184 - 1、184 - 2 に送出している。また受信部では、常に 2 回線分の光信号を 2 つの局内回線用光受信機 191 - 1、191 - 2 によって受信する。受信信号から抽出されたヘッダ情報を受けて、局内回線ヘッダ情報処理回路 243 は、スイッチ回路 246 を切り替えて常に高品質な方の回線を選択して出力し、分離回路 192 に送っている。本実施形態では、局内回線部分が大容量の回線となっており、また回線の本数が少ないため、このような 2 重化による障害復旧機構による信頼性の向上が有効となる。

20

【0076】

図 20 は、図 19 の装置と対向して接続される局内回線の 2 重化機能をもつトランスポンダである。本実施形態においても局内回線用光送信機 114 - 1、114 - 2 は常に同一の情報を送信しており、局内回線用光受信機 103 - 1、103 - 2 のうち常に高品質、もしくは正常な方の信号を選んで装置内回線に送り出す。

30

【0077】

なお、2 重化された 2 本の局内回線は、それぞれ個別の光ファイバ回線を用いても、また異なる波長を用いて 1 本の光ファイバ回線で波長多重伝送してもよく、また局内インタフェース同士、トランスポンダ同士などを接続しても、上記復旧機能は問題はなく適用可能である。また本例のような 1 : 1 の障害復旧機能に限らず、1 + 1、N : 1 などの構成でも問題なく適用可能であり、例えば、複数の局内回線のうち 1 本を予備回線として、通常は優先度の低い信号を送るなどの方式も適用可能である。なお、上記 2 つの実施形態はそれぞれ送受一体の構成のみを示しているが、送信側・受信側とも個別に実現してもよい。

40

【0078】

<実施形態 14>

図 21 は、本発明によるトランスポンダの更に他の実施形態の構成を示す。本実施形態では、送信部・受信部双方のトランスポンダ内部に情報信号のルーティング機構を組み込んだ例である。組み込む場所は、送信部・受信部どちらか一方でも、また局内インタフェース装置側でも特に制限はなく、複数の装置内でルーティングを行ってもよい。本実施形態では、局内回線の速度は局間回線の速度の 2 倍程度である。

【0079】

送信部では、2 本の局内側入力ファイバ 101 - 1、101 - 2 から入力された信号は、

50

それぞれ分離回路 105 - 1、105 - 2 で低速の信号に分離された後、ルーティングモジュール 251 - 1 に入力される。ルーティングモジュール 251 - 1 は、パケット化された情報信号に埋め込まれたアドレス情報とルーティング制御回路 250 から供給されるルート情報に基づき、宛先に対応した局間光送信機 104 - 1 ~ 104 - 4 に送出する。

【0080】

ルーティング制御回路 250 は、制御パケット情報や装置の状態・故障状況・回線の込み具合などに基づき、常にルーティングテーブルの更新を行う。受信部も同様に、4本の局間光ファイバ回線 111 - 1 ~ 111 - 4 より受信した情報信号をルーティング制御回路 251 - 2 により所望の回線にルーティングし、この情報を多重化して局内側光送信機 114 - 1、114 - 2 から出力する。

ルーティング機構を組み込んだ場合、ルーティングの効率を向上し、装置構成を柔軟化できる。さらにまた局内・局間側ともに装置故障に対して迂回ルートを設定することが可能となるため、信頼性が向上する。

【0081】

<実施形態 15>

図 22 は、本発明によるトランスポンダの更に他の実施形態の構成図である。本実施形態は、受信側トランスポンダ内に局間回線の伝搬遅延差補償回路 252 を組み込んだ例である。局間側入力光ファイバ 111 - 1 ~ 111 - 4 から受信される光信号間には、波長多重伝送される局間光ファイバ回線の波長分散特性や、波長多重前・波長分離後の回線ごとの光ファイバケーブル長の違いなどにより互いに伝搬遅延差が生じている可能性がある。これらを互いに独立した回線として扱う場合には問題は生じない。しかしながら、伝搬遅延差補償回路 252 - 1 ~ 252 - 4 により互いの伝搬遅延差を打ち消しせば、高速局内回線の帯域をより有効に利用できる。

【0082】

例えば、局間光ファイバ回線が 0C - 16 (600 Mbit/s) 4 波長の場合、局内回線を 0C - 48c のように 2.5 Gbit/s の帯域全体を使った信号を伝送できるようになり、本発明の適用範囲が拡大する。

伝搬遅延差補償回路 252 は、可変長の遅延線やバッファメモリ回路などが使用できる。伝搬遅延差補償回路 252 は、局内インタフェース回路の受信側に設置してもよい。この場合、局内回線は伝搬遅延差が生じたまま多重化されていることになるものの、伝搬遅延差補償を必要とする情報通信装置にのみ、遅延差補償機構を持つ局内インタフェースを配置すればよいので、コスト・回路規模などの点で有利となる。原理的にはトランスポンダや局内インタフェースの送信側に組み込んで実現できる。

【0083】

<実施形態 16>

図 23 は、本発明によるトランスポンダの更に他の実施形態の構成図である。本実施形態では、トランスポンダに波長合波器、波長分波器を組み込んだ例である。

局間側光送信機 104 - 1 ~ 104 - 4 の出力光は光合波器 253 で波長多重された後に局間側出力光ファイバ 102 - 5 に出力される。この出力光は、そのまま又は別の光信号と波長多重された後に他の局に伝送される。また局間側入力光ファイバ 111 - 5 から入力された波長多重光信号は光分波器 254 で波長 1 ~ 4 に分波され、それぞれ局間側光受信機 113 - 1 ~ 113 - 4 で受信される。なお、送信側、もしくは受信側一方のみ光合分波器を組み込んでよい。

【0084】

このように波長合分波器 253、光分波器 254 をトランスポンダ内に組み込んだ場合、装置間の接続に用いる光ファイバの本数が減り、ボードサイズが縮小できる。また、トランスポンダ内での波長ごとの遅延差を揃えることができるため、前記伝搬遅延時間補償回路の実現が容易になる。

【0085】

<実施形態 17>

10

20

30

40

50

図 2 4 は本発明によるトランスポンダの更に他の実施形態の構成図である。であり、本実施形態は、トランスポンダ 2 6 0 の全ての送受信機部分をモジュール化し、個別に交換可能とした例である。

【 0 0 8 6 】

メインフレーム 2 6 1 は多重回路 1 0 5、分離回路 1 1 5 や、その他の監視制御回路・電源回路（図示せず）などから構成され、局内側及び局間側光送受信機 1 0 3、1 1 3、1 0 4、1 1 4 は、全て本フレームに取り付けるサブモジュールやサブ基盤として実装することにより構成されている。本構成により特に故障頻度の高い送受信機部分の保守管理を容易にすることができる。特に本発明のトランスポンダでは、特定波長に固定された波長多重伝送用の局間伝送用光送信機 1 0 4 が多数実装されるため、このような構造にすることで故障時の交換部品の量を減らすことが可能となる。モジュール化は、トランスポンダに限らず、本発明の波長多重光伝送装置や局内インタフェース装置、局内情報通信機器などに、また局内光送信機や受信機部分、多重回路部分など任意の部分の交換可能にすることができる。

10

【 0 0 8 7 】

【発明の効果】

本発明では、局内伝送の伝送速度を局間部分に比べて高速化できるため、局内伝送部分の回線数を減らし、低コスト化し、管理を容易にできるという効果がある。さらに局間伝送部のビットレートを低く押さえることが可能になるため、伝送距離を長距離化できるという効果を有する。

20

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による波長多重光伝送システムの第 1 の実施形態を示す構成図である。

【図 2】本発明によるトランスポンダの第 1 の実施形態を示す構成図である。

【図 3】本発明による送信側トランスポンダの第 2 の実施形態の構成図である。

【図 4】本発明によるトランスポンダに使用される多重化回路の構成図である。

【図 5】従来の波長多重光伝送システムを示す構成図である。

【図 6】従来の波長多重光伝送システムに使用される送信側トランスポンダの構成図である。

【図 7】従来の波長多重光伝送システムに使用される受信側トランスポンダの構成図である。

30

【図 8】本発明による波長多重光伝送装置の第 2 の実施形態を示す構成図である。

【図 9】本発明による波長多重光伝送装置の第 3 の実施形態を示す構成図である。

【図 1 0】本発明による波長多重光伝送装置の第 4 の実施形態を示す構成図である。

【図 1 1】本発明による波長多重光伝送システムの第 2 の実施形態を示す構成図である。

【図 1 2】本発明による波長多重光伝送装置の第 5 の実施形態を示す構成図である。

【図 1 3】本発明による波長多重光伝送装置の第 6 の実施形態を示す構成図である。

【図 1 4】本発明による情報通信装置用局内光インタフェースの第 1 の実施形態を示す構成図である。

【図 1 5】本発明による情報通信装置の第 1 の実施形態を示す構成図である。

【図 1 6】本発明による波長多重光伝送システムの第 2 の実施形態を示す構成図である。

40

【図 1 7】本発明による局内インタフェースの第 3 の実施形態を示す構成図である。

【図 1 8】図 1 7 の局内インタフェースに対応して設けられるトランスポンダの実施形態を示す構成図である。

【図 1 9】本発明による局内インタフェースの第 3 の実施形態を示す構成図である。

【図 2 0】本発明による局内インタフェースの第 4 の実施形態を示す構成図である。

【図 2 1】本発明によるトランスポンダの第 4 の一実施形態を示す構成図である。

【図 2 2】本発明によるトランスポンダの第 5 の実施形態を示す構成図である。

【図 2 3】本発明によるトランスポンダの第 6 の実施形態を示す構成図である。

【図 2 4】本発明によるトランスポンダの第 7 の実施形態を示す構成図である。

【符号の説明】

50

- 100・・・トランスポンダ装置(送信側)、
 102・・・局間側出力光ファイバ、103・・・局内伝送用光受信機、
 104・・・局間伝送用光送信機、105・・・分離回路、
 110・・・トランスポンダ装置(受信側)、
 111・・・局間側入力光ファイバ、113・・・局間伝送用光受信機、
 114・・・局内伝送用光送信機、115・・・多重回路、
 116・・・トランスポンダ装置(送受信)、
 120・・・従来の送信側トランスポンダ装置、122・・・局間側出力光ファイバ、
 123・・・局内伝送用光受信機、124・・・局間伝送用光送信機、
 130・・・従来の受信側トランスポンダ装置、131・・・局間側入力光ファイバ、
 132・・・局内側出力光ファイバ、133・・・局間伝送用光受信機、
 134・・・局内伝送用光送信機、
 140・・・本発明の情報通信装置、141・・・局、142・・・局内光ファイバ回線、
 143・・・局内光ファイバ回線、144・・・局間光ファイバ回線、145・・・光合波器、
 146・・・光分波器、147・・・本発明の波長多重光伝送装置(送信側)、
 148・・・本発明の波長多重光伝送装置(受信側)、
 150・・・従来の情報通信装置、151・・・線形光中継器、
 152・・・従来の波長多重光伝送装置(送信側)、
 153・・・従来の波長多重光伝送装置(受信側)、
 160・・・波長多重光伝送装置(送信側)、161・・・光増幅器、
 162・・・局間側出力光ファイバ、163・・・局間側入力光ファイバ、
 164・・・波長多重光伝送装置(受信側)、165・・・波長多重光伝送装置、
 166・・・情報通信装置、167・・・166の入出力回線、
 170・・・波長多重光伝送装置(中継、ADM構成)、
 171・・・従来の光中継装置もしくは局間中継用トランスポンダ装置、
 172・・・3×3光スイッチ、
 180・・・情報通信装置用局内光インタフェース(送信側)、
 181・・・局内伝送用光送信機、182・・・多重回路、
 183・・・装置内回線、184・・・局内側出力光ファイバ、
 190・・・情報通信装置用局内光インタフェース(受信側)、
 191・・・局内伝送用光受信機、192・・・分離回路、
 193・・・装置内回線、194・・・局内側入力光ファイバ、
 195・・・情報通信装置用局内光インタフェース、
 200・・・情報通信装置(IPルータ・スイッチ)、
 201・・・ルーティングモジュール、202・・・スイッチマトリクス、
 203・・・ルーティング制御回路、211・・・入力回線、212・・・出力回線、
 220・・・低速回線終端回路、221・・・SONET多重回路、
 222・・・高速回線終端回路、223・・・SONETヘッダ情報処理回路、
 224・・・低速回線ヘッダ情報、225・・・装置内状態信号、
 226・・・高速回線ヘッダ情報、
 230・・・局内インタフェース装置、231・・・低優先度の装置内回線、
 232・・・低優先度の装置内回線、233・・・スイッチ回路、234・・・スイッチ回路、
 235・・・ヘッダ付加回路、236・・・ヘッダ抽出回路、237・・・スイッチ制御回路、
 238・・・ヘッダ情報、239・・・スイッチ制御信号、
 240・・・トランスポンダ装置、241・・・ヘッダ抽出・誤り訂正回路、
 242・・・ヘッダ付加・誤り訂正情報付加回路、243・・・局内回線ヘッダ情報処理回路、
 244・・・ヘッダ情報、245・・・分岐回路、246・・・スイッチ回路、
 250・・・ルーティング制御回路、251・・・ルーティングモジュール、
 252・・・伝搬遅延差補償回路、253・・・光合波器、254・・・光分波器、
 260・・・本発明のトランスポンダ装置(送受信)、261・・・メインフレーム部、

10

20

30

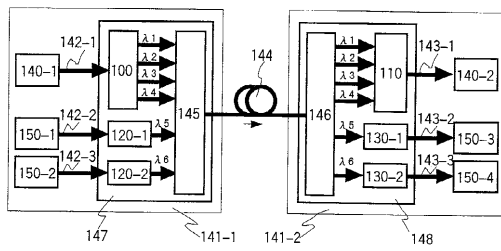
40

50

262・・・波長可変レーザ、263・・・外部光変調器。

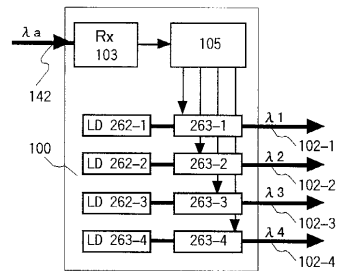
【図1】

図1



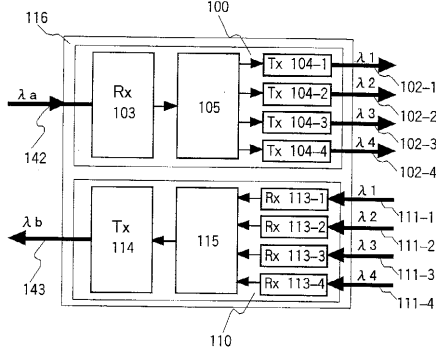
【図3】

図3



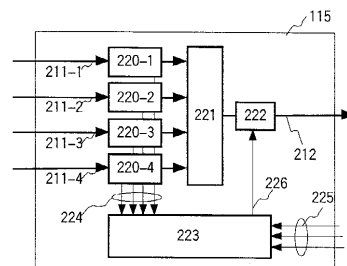
【図2】

図2

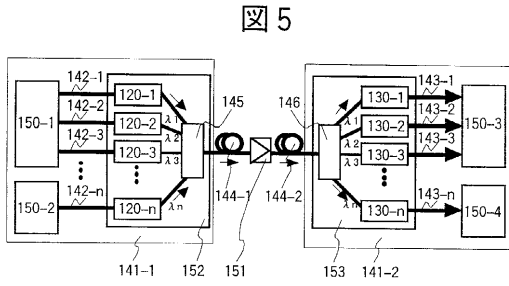


【図4】

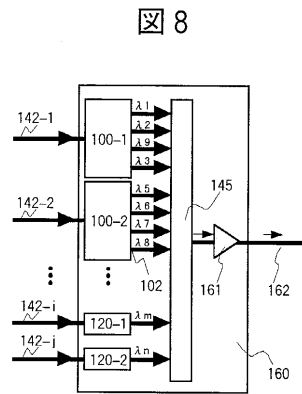
図4



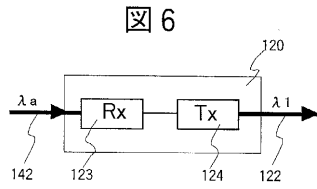
【 図 5 】



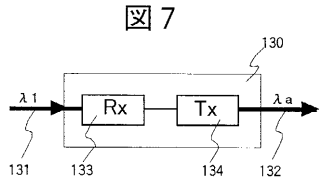
【 図 8 】



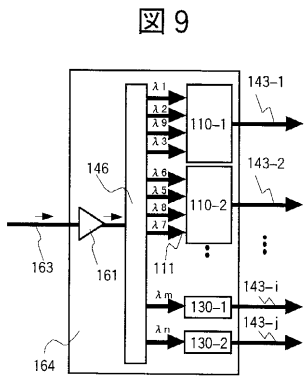
【 図 6 】



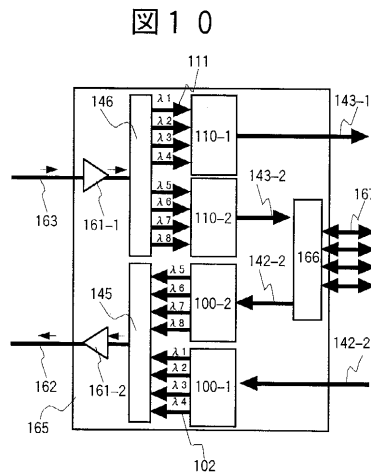
【 図 7 】



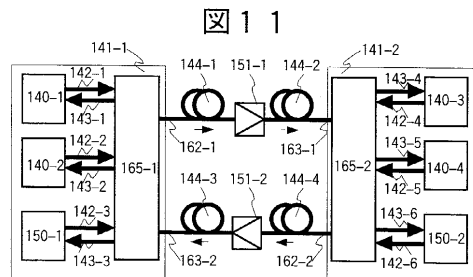
【 図 9 】



【 図 10 】

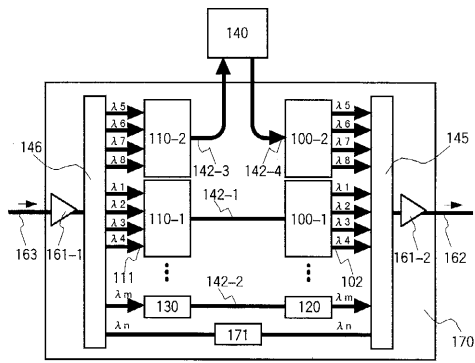


【 図 11 】



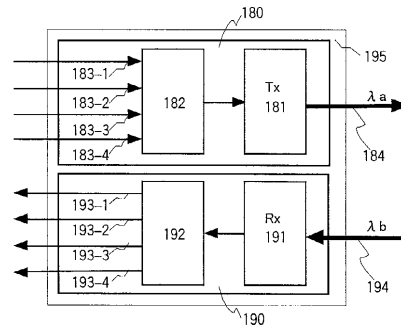
【図12】

図12



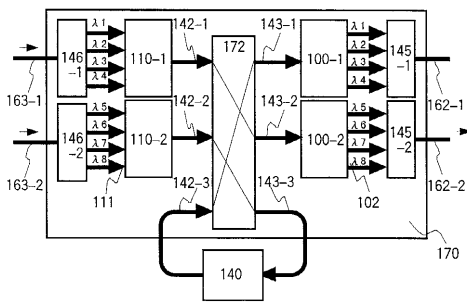
【図14】

図14



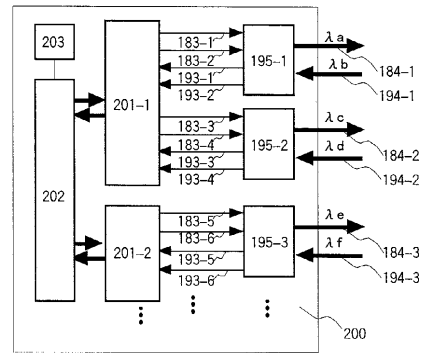
【図13】

図13



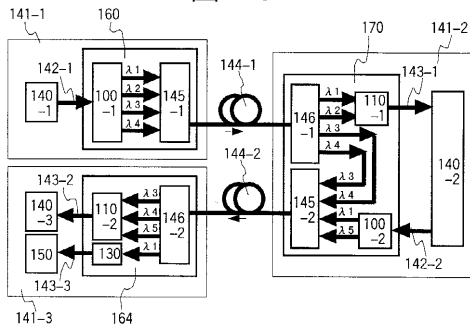
【図15】

図15



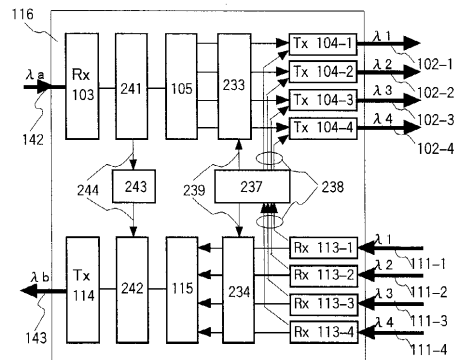
【図16】

図16



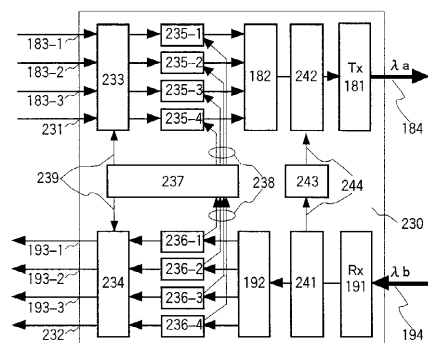
【図18】

図18



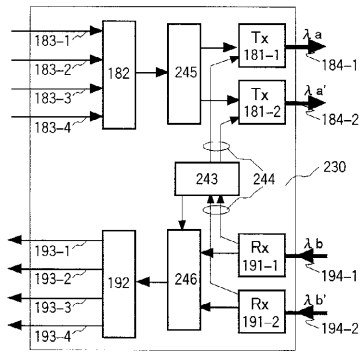
【図17】

図17



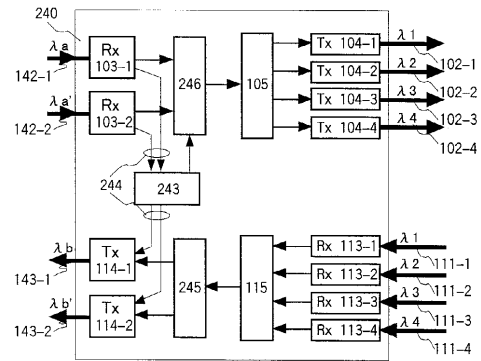
【 図 19 】

図 19



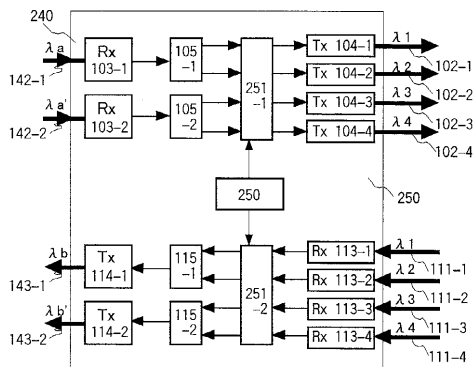
【 図 20 】

図 20



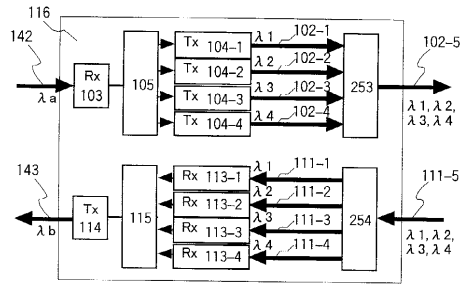
【 図 21 】

図 21



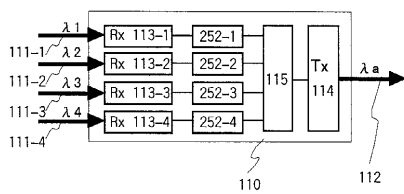
【 図 23 】

図 23



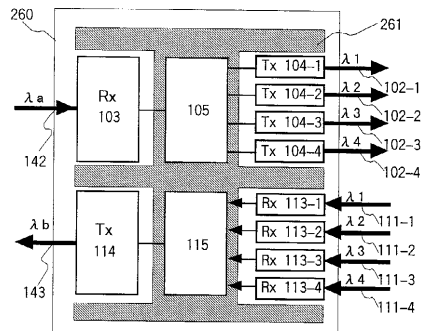
【 図 22 】

図 22



【 図 24 】

図 24



フロントページの続き

審査官 望月 章俊

- (56)参考文献 特開平03 - 036831 (JP, A)
特開平11 - 252016 (JP, A)
特開平11 - 234323 (JP, A)
特開平11 - 331132 (JP, A)
特開平10 - 210008 (JP, A)
特開2001 - 036479 (JP, A)
特開平09 - 219680 (JP, A)
特開平07 - 321744 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B10/00-10/28

H04J14/00-14/08