

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4011187号
(P4011187)

(45) 発行日 平成19年11月21日(2007.11.21)

(24) 登録日 平成19年9月14日(2007.9.14)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4B	10/02	(2006.01)	HO4B	9/00	U
HO4J	14/00	(2006.01)	HO4B	9/00	E
HO4J	14/02	(2006.01)	HO4B	9/00	K
HO4B	10/08	(2006.01)			

請求項の数 1 (全 13 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平10-72435 (22) 出願日 平成10年3月20日(1998.3.20) (65) 公開番号 特開平11-275007 (43) 公開日 平成11年10月8日(1999.10.8) 審査請求日 平成17年2月24日(2005.2.24)</p>	<p>(73) 特許権者 000005223 富士通株式会社 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 (74) 代理人 100078330 弁理士 笹島 富二雄 (72) 発明者 寺原 隆文 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 審査官 角田 慎治</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光合分波装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

波長多重された信号光が伝送される複数の幹線系伝送路に接続され、該各幹線系伝送路上の信号光に対して少なくとも1つの波長の信号光を分岐及び挿入可能な光合分波装置において、

前記各幹線系伝送路からの波長多重信号光に含まれる少なくとも1つの波長の信号光を分岐光として分岐し、その他の波長の信号光を透過光として出力する信号光分岐部と、該信号光分岐部からの透過光及び外部から挿入される信号光を合波して前記各幹線系伝送路に送出する信号光挿入部と、を有する複数の分岐・挿入手段と、

前記信号光分岐部からの分岐光の平均光パワーを検出する分岐光パワー検出部と、前記信号光挿入部に入力される挿入光の平均光パワーを検出する挿入光パワー検出部と、前記挿入光の平均光パワーを調整する挿入光パワー調整部と、前記分岐光パワー検出部で検出された分岐光の平均光パワー及び前記挿入光パワー検出部で検出された挿入光の平均光パワーの比率が、前記分岐・挿入手段の信号光分岐部から信号光挿入部までの損失に一致するように、前記挿入光パワー調整部の動作を制御する制御部と、を有する複数の挿入光パワー制御手段と、

前記各分岐・挿入手段で分岐された各分岐光のパワーをそれぞれ検出する光パワー検出部、前記各分岐光のパワーをそれぞれ調整する光パワー調整部、および、前記光パワー検出部で検出された各分岐光のパワーが一定になるように、前記光パワー調整部の動作を制御する光パワー制御部を有する分岐光パワー制御手段と、

10

20

該分岐光パワー制御手段から出力される各分岐光を合波して、一対の分岐系伝送路の一方に送出する分岐光合波手段と、

前記各分岐・挿入手段で挿入される各挿入光を波長多重した、前記分岐系伝送路の他方から送られる信号光を、各波長に応じて分波して前記各挿入光パワー制御手段に出力する挿入光分波手段と、を備え、さらに、

前記分岐光パワー制御手段は、前記光パワー検出部として前記各挿入光パワー制御手段の分岐光パワー検出部を共用し、該分岐光パワー検出部で検出された各分岐光のパワーを基に、前記光パワー制御部が前記光パワー調整部の動作を制御することを特徴とする光合分波装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、波長多重(WDM; Wavelength Division Multiplexing)技術を応用した光通信ネットワークに用いる光合分波装置に関し、特に、光合分波装置の入出力前後において波長多重信号光の各波長光パワーのバランスを保持できる光合分波装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

光ファイバの帯域特性を活かした波長多重方式は、信号光の出し入れが柔軟な光ネットワークを構築するのに好適な伝送方式である。このような光ネットワークでは、波長多重された信号をポイントからポイントへ伝送するだけでなく、伝送路の途中に設けられた光合分波装置において、波長多重信号光のうちのある波長の信号光だけを選択的に透過させ、それ以外の波長の信号光を分岐させたり挿入させたりできるようになる。

【0003】

図10は、従来の光合分波装置を用いてネットワーク化された光通信システム(WDMネットワークシステム)の一例である。

図10の従来システムでは、少なくとも一対以上の光ファイバが、上りと下りの通信回線の伝送路として用いられる。また、複数の光増幅中継器が、光ファイバの損失を補償するために配置される。1つの光増幅中継器は、上下回線用に少なくとも2つ以上の光増幅器を備えている。各端局からは、波長の異なる複数の信号光(WDM信号光)が一本の光ファイバ中に送出される。送出されたWDM信号光は、光合分波装置により波長毎に伝送経路が振り分けられ、受信端局へ送られる。

【0004】

このようなWDMネットワークシステムに用いられる従来の光合分波装置は、図11に示すような、OADM(Optical ADD-DROP Multiplexer)回路を組み合わせることで構成される。

図11のOADM回路では、幹線系の光ファイバ中を伝搬するWDM信号光のうち、いくつかの波長の信号光が分岐系の光ファイバへ分岐され、残りの波長の信号光が挿入系の光ファイバから入力される信号光と合波されて幹線系の光ファイバへ出力される。このOADM回路は、例えば、誘電体多層膜フィルタや、WDMカプラ、ファイバグレーティング、アレイ導波路格子(AWG; Arrayed Waveguide Grating)等の波長合分波素子を用いて構成することが可能であり、様々な構成のADM回路が従来より提案されている(例えば、宮川他による1997年電子情報通信学会総合大会,B-10-234「誘電体多層膜による光ADMの検討」や、本出願人による1996年電子情報通信学会総合大会,B-1158「WDM伝送技術を用いた光ADM及び波長ルーティングの検討」、水落他による1995年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会,SB-9-5「ファイバグレーティングフィルタを用いた光ADMの検討」等参照)。

【0005】

実際のWDMネットワークシステムにおいては、上下回線用に少なくとも1本以上の光ファイバペア線を用いる必要がある。従って、光合分波装置は、図11のようなOADM回路を少なくとも2つ以上用いて構成される。図12は、2つのOADM回路を用いて構成

10

20

30

40

50

した従来の光合分波装置の一例である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記のような従来の光合分波装置では、OADM回路を通過する信号光（スルー光）とOADM回路で挿入される信号光（アド光）との間に、光パワーレベル差が生じることが問題となる。

図13(A)に示すように、OADM回路を通過した信号光に含まれるスルー光とアド光のパワーレベルがバランスしている場合には、WDM信号光は各端局間で正常に伝送される。しかし、例えば、光合分波装置の前段における光ファイバの損失増加や光増幅中継器の出力低下などにより、OADM回路に入力されるWDM信号光またはアド光のパワーが減少すると、OADM回路を通過した信号光に含まれるスルー光とアド光のパワーバランスが失われる。例えば、図13(B)に示すようにスルー光に対してアド光のパワーレベルが著しく小さくなった場合には、光合分波装置の後段の中継区間において、アド光が光増幅中継器の雑音に埋もれてしまうため、伝送特性が著しく劣化してしまう。

【0007】

スルー光とアド光のパワーレベル差を低減させる方式として、例えば、アド光を送出する端局と光合分波装置との間に配置された光増幅中継器の動作を制御することで、端局から光合分波装置に送られるアド光のパワーを調整することが考えられている。具体的には、端局から光増幅中継器に監視制御信号を送って光増幅中継器の増幅動作を制御したり、アド光に加えて波長の異なるダミー光を端局から送出するようにして、そのダミー光のパワーを調整することで光増幅中継器から出力されるアド光のパワーを制御したりする方式である。しかしながらこれらの方式では、端局と光増幅中継器の間、または、光増幅中継器と光合分波装置の間において光ファイバの損失増加等の異常が発生した場合に、スルー光とアド光とのパワーバランスを保つことができなくなる。また、光増幅中継器で制御できるアド光パワーの範囲にも限界があるといった問題がある。

【0008】

本発明は上記問題点に着目してなされたもので、光合分波装置内で挿入光のパワーを制御することで、入出力前後における波長多重信号光の各波長光パワーのバランスを保つことのできる光合分波装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

このため本発明の光合分波装置は、波長多重された信号光が伝送される複数の幹線系伝送路に接続され、該各幹線系伝送路上の信号光に対して少なくとも1つの波長の信号光を分岐及び挿入可能な光合分波装置において、前記各幹線系伝送路からの波長多重信号光に含まれる少なくとも1つの波長の信号光を分岐光として分岐し、その他の波長の信号光を透過光として出力する信号光分岐部と、該信号光分岐部からの透過光及び外部から挿入される信号光を合波して前記伝送路に送出する信号光挿入部と、を有する複数の分岐・挿入手段を備える。また、前記信号光分岐部からの分岐光の平均光パワーを検出する分岐光パワー検出部と、前記信号光挿入部に入力される挿入光の平均光パワーを検出する挿入光パワー検出部と、前記挿入光の平均光パワーを調整する挿入光パワー調整部と、前記分岐光パワー検出部で検出された分岐光の平均光パワー及び前記挿入光パワー検出部で検出された挿入光の平均光パワーの比率が、前記分岐・挿入手段の信号光分岐部から信号光挿入部までの損失に一致するように、前記挿入光パワー調整部の動作を制御する制御部と、を有する複数の挿入光パワー制御手段を備える。さらに、上記の光合分波装置は、前記各分岐・挿入手段で分岐された各分岐光のパワーをそれぞれ検出する光パワー検出部、前記各分岐光のパワーをそれぞれ調整する光パワー調整部、および、前記光パワー検出部で検出された各分岐光のパワーが一定になるように、前記光パワー調整部の動作を制御する光パワー制御部を有する分岐光パワー制御手段と、該分岐光パワー制御手段から出力される各分岐光を合波して、一対の分岐系伝送路の一方に送出する分岐光合波手段と、前記各分岐・挿入手段で挿入される各挿入光を波長多重した、前記分岐系伝送路の他方から送られる信

10

20

30

40

50

号光を、各波長に応じて分波して前記各挿入光パワー制御手段に出力する挿入光分波手段と、を備える。そして、前記分岐光パワー制御手段は、前記光パワー検出部として前記各挿入光パワー制御手段の分岐光パワー検出部を共用し、該分岐光パワー検出部で検出された各分岐光のパワーを基に、前記光パワー制御部が前記光パワー調整部の動作を制御することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

かかる構成によれば、各分岐・挿入手段で分岐された分岐光の平均光パワーを基に、挿入光の平均光パワーが各挿入光パワー制御手段によって制御されることで、分岐光の平均光パワーと挿入光の平均光パワーとの比率が、各分岐・挿入手段の信号光分岐部から信号光挿入部までの損失に一致するように制御されるようになる。これにより、各幹線系伝送路について、光合分波装置の入出力前後における波長多重信号光の各波長光パワーが一定に保たれるようになる。また、各分岐・挿入手段からの分岐光が一定のパワーで波長多重されて分岐系伝送路に出力されるとともに、分岐系伝送路からの波長多重された挿入光が各波長毎に分波されて各挿入光パワー制御手段に送られるようになる。

10

【 0 0 1 5 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

図 1 は、本実施形態の光合分波装置の基本構成を示すブロック図である。

図 1 において、本光合分波装置 1 は、幹線系の光ファイバから送られる WDM 信号光を入力して、特定の波長の信号光の分岐及び挿入を行なう分岐・挿入手段としての OADM 回路 10 と、該 OADM 回路 10 で挿入される信号光（アド光）のパワーを制御する挿入光パワー制御手段としてのアド光パワー制御部 20 と、を備えた基本構成とする。

20

【 0 0 1 6 】

OADM 回路 10 は、従来の光合分波装置で用いられてきた OADM 回路と同様である。ここでは一般的な OADM 回路として、ファイバグレーティングを用いて構成された OADM 回路の一例を図 2 に示す。

図 2 の OADM 回路 10 では、光サーキュレータ 11 が幹線系の光ファイバの入力側に接続される。この光サーキュレータ 11 は、3 つの端子 T1, T2, T3 を有し、端子 T1 に幹線系の光ファイバが接続されている。各端子間では信号光が一方向にのみ伝達され、ここでは、端子 T1 から端子 T2 への方向、端子 T2 から端子 T3 への方向及び端子 T3 から端子 T1 への方向にのみ信号光が伝えられるものとする。光サーキュレータ 11 の端子 T2 には、ファイバグレーティング 12 の一端が接続される。このファイバグレーティング 12 は、特定の波長の光のみを反射し、その他の波長の光を透過する特性を有する。ファイバグレーティング 12 の他端には、光アイソレータ 13 を介してファイバグレーティング 14 の一端が接続される。光アイソレータ 13 は、ファイバグレーティング 12 からファイバグレーティング 14 への方向にのみ信号光を伝達して、各ファイバグレーティング 12, 14 間での多重反射を防止する。ファイバグレーティング 14 は、ファイバグレーティング 12 と同様の特性を有するものとする。このファイバグレーティング 14 の他端には、光サーキュレータ 15 が接続される。この光サーキュレータ 15 は、光サーキュレータ 11 と同様に 3 つの端子 T1 ~ T3 を有し、端子 T1 がファイバグレーティング 14 の他端に接続され、端子 T2 が出力側の幹線系光ファイバに接続されている。各端子間の信号光の伝達特性も光サーキュレータ 11 と同様である。

30

40

【 0 0 1 7 】

このような OADM 回路 10 では、幹線系の光ファイバから入力される WDM 信号光のうち特定の波長の信号光がファイバグレーティング 12 で反射されて、図に示す経路を通過して光サーキュレータ 11 の端子 T3 に分岐される。一方、ファイバグレーティング 12 を透過する他の波長の信号光は、光サーキュレータ 15 の端子 T3 から入力される特定の波長の信号光と合波されて幹線系の光ファイバに出力される。したがって、ここでは、光サーキュレータ 11 及びファイバグレーティング 12 が信号光分岐部として機能し、ファイバグレーティング 14 及び光サーキュレータ 15 が信号光挿入部として機能する。

50

【0018】

なお、OADM回路1で分岐される分岐光の波長と挿入される挿入光の波長とは、通常、同一波長が選択される場合が多いが、特に、同じ波長に限定されるものではない。また、OADM回路1は、上記のファイバグレーティングを用いた構成に限られるものではなく、例えば、誘電体多層膜フィルタやWDMカブラ、アレイ導波路格子(AWG)等の波長合分波素子を用いて構成してもよい。

【0019】

アド光パワー制御部20は、OADM回路10の光サーキュレータ11の端子T3から出力される信号光(ドロップ光)の一部を分岐する光分岐回路21と、分岐されたドロップ光のパワーを測定する分岐光パワー検出部としてのパワーモニタ22とを備える。また、分岐系の光ファイバから送られるアド光の一部を分岐する分岐回路23と、分岐されたアド光のパワーを測定する挿入光パワー検出部としてのパワーモニタ24とを備える。さらに、各パワーモニタ22, 24から出力されるモニタ信号を基に制御信号を発生する制御部としての制御回路25と、その制御信号に応じてアド光パワーを制御する挿入光パワー調整部としての光電力調整部26とを備えて構成される。

10

【0020】

光分岐回路21, 23としては、例えば、誘着型光カブラまたはバルクの光学部品を用いたものなどが使用できる。パワーモニタ22, 24は、例えば、ホトダイオードで信号光を光電変換して平均光パワーに比例する電気信号(モニタ信号)が得られるものなどとする。光電力調整部26としては、制御回路25からの制御信号に応じて損失量または利得を変えることのできる光可変アッテネータまたは光増幅器などを用いることができる。具体的には、例えば、磁気光学効果を応用した光可変アッテネータなどがある。この光可変アッテネータは、電気的手段によってそのアッテネーション量(損失量)を変化させることができ、制御回路25からの制御信号によって出力光パワーを制御可能にするものである。

20

【0021】

なお、ここでは光分岐回路23を光電力調整部26の入力側に配置した構成を示したが、光分岐回路23を光電力調整部26の出力側に配置するようにしても構わない。このような構成の光合分波装置1では、メイン入力ポート(光サーキュレータ11の端子T1)におけるスルー光とドロップ光の比率と、メイン出力ポート(光サーキュレータ15の端子T2)におけるスルー光とアド光の比率とが等しくなるように、アド光パワー制御部20によるアド光パワーの自動制御が行なわれる。

30

【0022】

その動作を具体的に説明すると、OADM回路10では、図3(A)のスペクトル概念図に示すようなWDM信号光がメイン入力ポートから入力されて波長に応じて分波され、スルー光がメイン出力ポートへ導かれ、ドロップ光がドロップ光出力ポート(光サーキュレータ11の端子T3)へ導かれる。また、図3(B)に示すようなアド光が、OADM回路10のアド光入力ポート(光サーキュレータ15の端子T3)から入力されて上記スルー光と合波される。そして、図3(C)に示すようなWDM信号光がメイン出力ポートから出力される。

40

【0023】

アド光パワー制御部20では、OADM回路10から出力されるドロップ光の一部を光分岐回路21により分岐し、分岐したドロップ光のパワーをパワーモニタ22により測定する。また、分岐系の光ファイバから送られるアド光の一部を光分岐回路23により分岐し、分岐したアド光のパワーをパワーモニタ24により測定する。そして、各パワーモニタ22, 24のモニタ信号が制御回路25で比較処理されて、制御信号が光電力調整部26に送られることにより、光分岐回路23を通過したアド光のパワーが制御される。

【0024】

ここで、メイン入力ポートから入力されるスルー光パワーを $P_{t,in}$ とし、ドロップ光パワーを $P_{d,in}$ とし、また、メイン出力ポートから出力されるスルー光パワーを $P_{t,out}$ とし

50

、アド光パワーを $P_{a,out}$ としたときに、入力におけるスルー光パワー及びドロップ光パワーの比率と、出力におけるスルー光パワー及びアド光パワーの比率とが等しくなるということは、次の(1) 式の関係が成り立つことを意味する。

【0025】

$$P_{d,in} / P_{t,in} = P_{a,out} / P_{t,out} \quad \dots (1)$$

また、光合分波装置1の各設計パラメータについて、アド光パワー制御部20に入力されるアド光パワーを $P_{a,in}$ とし、OADM回路10のメイン入力ポートからメイン出力ポートまでの損失を L_t (固定) とし、メイン入力ポートからアド光パワー制御部20のパワーモニタ22までの損失を L_d (固定) とし、アド光パワー制御部20のアド光入力ポートからOADM回路10のメイン出力ポートまでの損失を X (調整可能) とした場合に、アド光パワー制御部20では、次の(2) 式が成り立つようにアド光パワーが制御される。

【0026】

$$X = L_t \cdot P_{d,in} / P_{a,in} \quad \dots (2)$$

メイン出力ポートにおけるスルー光パワーとアド光パワーの比率は、上記(2) 式の関係を用いることで、次のように表すことができる。

$$\begin{aligned} P_{a,out} / P_{t,out} &= (X \cdot P_{a,in}) / (L_t \cdot P_{t,in}) \\ &= (L_t \cdot P_{d,in} / P_{a,in} \cdot P_{a,in}) / (L_t \cdot P_{t,in}) \\ &= P_{d,in} / P_{t,in} \quad \dots (3) \end{aligned}$$

このように、(1) 式と(3) 式とは等価になる。即ち、(2) 式が成り立つようにアド光パワー制御部20を動作させることにより、入力におけるスルー光パワー及びドロップ光パワーの比率と、出力におけるスルー光パワー及びアド光パワーの比率とを一定に保つことが可能になる。

【0027】

以下では、上記のような基本構成を有する光合分波装置の具体例について説明する。

図4は、図1に示した基本構成を2つ組み合わせて構成された光合分波装置の一例を示す図である。

図4において、本光合分波装置1'は、幹線系の上り回線に対応した光合分波部1Aと、幹線系の下り回線に対応した光合分波部1Bと、から構成される。各光合分波部1A, 1Bは、それぞれOADM回路10A, 10Bとアド光パワー制御部20A, 20Bとを有している。各OADM回路10A, 10B及び各アド光パワー制御部20A, 20Bは、上述したOADM回路10及びアド光パワー制御部20と同様の構成である。

【0028】

ここでは、光合分波部1Aのメイン入力ポートと光合分波部1Bのメイン出力ポートとが、図で左側の幹線系光ファイバペア線に接続され、光合分波装置1Aのメイン出力ポートと光合分波部1Bのメイン入力ポートが、図で右側の幹線系光ファイバペア線に接続される。また、光合分波部1A, 1Bで分岐された各ドロップ光は、分岐系の2本の光ファイバにそれぞれ出力され、分岐系の他の2本の光ファイバから送られてくる各アド光は、光合分波部1A, 1Bにそれぞれ入力される。

【0029】

このような光合分波装置1'が、例えば、図5に示すようなWDMネットワークシステムに用いられることにより、光合分波装置1'の入出力前後において、幹線系の上下回線の両方で、WDM信号光の各波長(チャンネル)間の相対的な光パワーを一定に保つことができる。

次に、上記図4に示した光合分波装置1'について、分岐系の光ファイバを1本の光ファイバペア線とした場合の変形例について説明する。

【0030】

図6は、分岐系光ファイバペア線に対応させた光合分波装置の構成の一例を示す図である。

図6において、本光合分波装置1''の構成が図4に示した光合分波装置1'の構成と異な

10

20

30

40

50

る部分は、光合分波部 1 A , 1 B で分岐された各ドロップ光が入力される分岐光パワー制御手段としてのドロップ光パワー制御部 3 0 と、該ドロップ光パワー制御部 3 0 から出力される各ドロップ光を合波して、分岐系光ファイバペア線の一方の光ファイバに送出する分岐光合波手段としての光合波器 4 0 と、分岐系光ファイバペア線の他方の光ファイバから送られてくる波長多重された 2 つのアド光を波長毎に分波して、各光合分波部 1 A , 1 B に送出する挿入光分波手段としての光分波器 4 1 とを備えた部分である。上記以外の部分は光合分波装置 1 ' の構成と同様である。

【 0 0 3 1 】

ドロップ光パワー制御部 3 0 は、例えば、図 7 に示すように、光合分波部 1 A から送られるドロップ光の一部を分岐する光分岐回路 3 1 A と、光分岐回路 3 1 A で分岐されたドロップ光のパワーを測定するパワーモニタ 3 2 A と、を備える。また、光合分波部 1 B から送られるドロップ光の一部を分岐する光分岐回路 3 1 B と、光分岐回路 3 1 B で分岐されたドロップ光のパワーを測定するパワーモニタ 3 2 B と、を備える。さらに、各パワーモニタ 3 2 A , 3 2 B からのモニタ信号に基づいて制御信号を発生する光パワー制御部としての制御回路 3 3 A , 3 3 B と、各制御回路 3 3 A , 3 3 B からの制御信号に応じてそれぞれのドロップ光パワーを調整する光パワー調整部としての光電力調整部 3 4 A , 3 4 B とを備えて構成される。ここでは、パワーモニタ 3 2 A , 3 2 B が光パワー検出部として機能する。

【 0 0 3 2 】

なお、光分岐回路 3 1 A , 3 1 B、パワーモニタ 3 2 A , 3 2 B 及び光電力調整部 3 4 A , 3 4 B は、上述したアド光パワー制御部 2 0 に用いられる光分岐回路、パワーモニタ及び光電力調整部と同様のものを使用することができる。また、各光電力調整部 3 4 A , 3 4 B の配置は、上記の位置に限られるものではなく、例えば、各 O A D M 回路 1 0 A , 1 0 B のドロップ光出力ポートと各アド光パワー制御部 2 0 A , 2 0 B の光分岐回路 2 1 A , 2 1 B との間等であってもよい。

【 0 0 3 3 】

このような光合分波装置 1 ' ' では、アド光パワー制御部 2 0 A , 2 0 B から出力される各ドロップ光は、ドロップ光パワー制御部 3 0 へと導かれる。ドロップ光パワー制御部 3 0 では、各ドロップ光のパワーがパワーモニタ 3 2 A , 3 2 B で測定され、各パワーモニタ 3 2 A , 3 2 B から各制御回路 3 3 A , 3 3 B にモニタ信号が送られる。各制御回路 3 3 A , 3 3 B では、それぞれに送られてきたモニタ信号を交信して比較することで各ドロップ光パワーの差が求められる。そして、そのパワー差を補正するための制御信号が、各制御回路 3 3 A , 3 3 B から各光電力調整部 3 4 A , 3 4 B に送られる。この制御信号に応じて、各光電力調整部 3 4 A , 3 4 B の動作が制御されて、光合波器 4 0 の出力における各ドロップ光の相対パワーが常に一定となるように制御される。ドロップ光パワー制御部 3 0 でパワーが制御された各ドロップ光は、光合波器 4 0 に送られて合波される。ただし、各光合分波部 1 A , 1 B から出力されるドロップ光の波長は、互いに異なるものとする。そして、光合波器 4 0 で合波された信号光は、分岐系ファイバペア線のうち一方の光ファイバへと導かれる。

【 0 0 3 4 】

また、分岐系ファイバペア線の他方の光ファイバからは、波長の異なる 2 つのアド光を波長多重した信号光が送られてくる。この波長多重信号光は、光分波器 4 1 によって各波長毎に分波された後、各アド光パワー制御部 2 0 A , 2 0 B のアド光入力ポートへと導かれる。

このように光合分波装置 1 ' ' を用いることにより、分岐系の光ファイバ数を減らすことができるため、分岐系に 1 本の光ファイバペア線を使用することが可能となる。したがって、この光合分波装置 1 ' ' は、上述の図 1 0 に示したような W D M ネットワークシステムに適用することができる。さらに、2 種類のドロップ光の相対パワーが、ドロップ光パワー制御部 3 0 によって一定に制御されるため、分岐系を伝搬する W D M 信号光の各波長間のパワーバランスも一定に保つことが可能である。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 5 】

次に、上記図 6 に示した光合分波装置 1'' について、各アド光パワー制御部 2 0 A , 2 0 B で測定したドロップ光パワーの値を利用して、各ドロップ光のパワーを制御するようにした場合の変形例について説明する。

図 8 は、上記の場合の光合分波装置の構成を示す図である。

図 8 において、本光合分波装置 1''' の構成が図 6 の光合分波装置 1'' の構成と異なる部分は、アド光パワー制御部 2 0 A , 2 0 B のパワーモニタ 2 2 A , 2 2 B から出力される各モニタ信号が、ドロップ光パワー制御部 3 0' に入力されるようにした部分である。ドロップ光パワー制御部 3 0' は、図 9 に示すように、パワーモニタ 2 2 A , 2 2 B からの各モニタ信号が制御回路 3 3 A , 3 3 B にそれぞれ入力されることにより、図 7 に示した光分岐回路 3 1 A , 3 1 B 及びパワーモニタ 3 2 A , 3 2 B が省略された構成となる。上記以外の光合分波装置 1''' の構成は、光合分波装置 1'' の構成と同様である。

10

【 0 0 3 6 】

このような光合分波装置 1''' では、ドロップ光パワー制御部 3 0' が、アド光パワー制御部 2 0 A , 2 0 B で測定された各ドロップ光のパワー値を参照して、2 種類のドロップ光の相対パワーを一定に制御するようになる。即ち、アド光パワー制御部 2 0 A , 2 0 B のパワーモニタ 2 2 A , 2 2 B がアド光制御用とドロップ光制御用の 2 つのパワーモニタを兼ねることになる。これにより、ドロップ光パワー制御部の構成を簡略化することができる。

【 0 0 3 7 】

【 発明の効果 】

以上説明したように本発明は、分岐・挿入手段に加えて挿入光パワー制御手段を設けたことにより、分岐・挿入手段で分岐された分岐光の平均光パワーに応じて挿入光の平均光パワーが制御されるようになるため、光合分波装置の入出力前後において、波長多重信号光の各波長光パワーのバランスを一定に保つことが可能になる。これにより、波長多重信号光の伝送品質を良好に保つことができる。

20

【 0 0 3 8 】

また、複数の幹線系伝送路に対応させて、分岐・挿入手段及び挿入光パワー制御手段をそれぞれ設けるようにしたことで、各幹線系伝送路について、光合分波装置の入出力前後の各波長光パワーを一定に保持できる。

30

さらに、分岐光パワー制御手段を設けて各分岐光のパワーを一定に制御し、分岐光合波手段でそれぞれの分岐光を合波して分岐系伝送路に送出するとともに、挿入光分波手段で分岐系伝送路からの波長多重された挿入光を分波するようにしたことで、光ファイバペア線等の一对の分岐系伝送路に対応可能となり、また、各分岐光の相対パワーが一定に制御されるため、分岐系伝送路を伝搬する波長多重信号光の各波長間のパワーバランスを一定に保つことができる。

【 0 0 3 9 】

加えて、分岐光パワー制御手段が、前記分岐光パワー制御手段の光パワー検出部として前記各挿入光パワー制御手段の分岐光パワー検出部を共用し、該分岐光パワー検出部で検出された各分岐光のパワーを基に各分岐光パワーを制御するようにしたことで、分岐光パワー制御手段の構成を簡略化することができる。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明の実施形態の光合分波装置の基本構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 同上実施形態の O A D M 回路の構成例を示す図である。

【 図 3 】 同上実施形態における入出力信号光のスペクトルを示す図である。

【 図 4 】 図 1 の基本構成を組み合わせて構成した光合分波装置の一例を示すブロック図である。

【 図 5 】 図 4 の光合分波装置を適用した W D M ネットワークシステムの構成を示す図である。

【 図 6 】 図 4 の光合分波装置について、分岐系の 1 本の光ファイバペア線に対応させた光

50

合分波装置の構成の一例を示すブロック図である。

【図7】図6の光合分波装置に用いられるドロップ光パワー制御部の構成例を示すブロック図である。

【図8】図6の光合分波装置について、ドロップ光パワー制御部の構成を簡略化した構成の一例を示すブロック図である。

【図9】図8の光合分波装置に用いられるドロップ光パワー制御部の構成例を示すブロック図である。

【図10】従来の光合分波装置を用いたWDMネットワークシステムの一例を示す図である。

【図11】従来のOADM回路の基本動作を説明する図である。

10

【図12】2つのOADM回路を用いて構成した従来の光合分波装置の一例を示す図である。

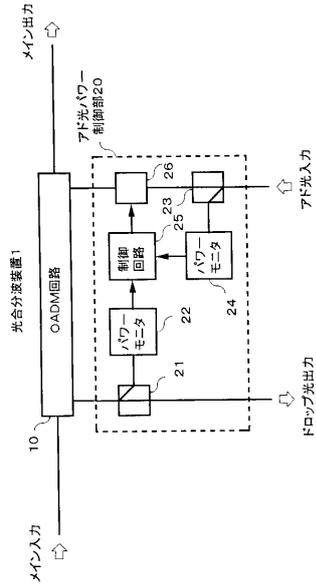
【図13】従来の光合分波装置を通過したWDM信号光のスペクトルの一例を示す図である。

【符号の説明】

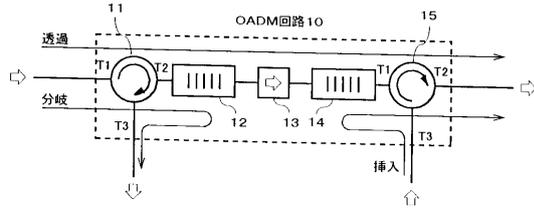
- 1, 1', 1'', 1''' ... 光合分波装置
- 1A, 1B ... 光合分波部
- 10, 10A, 10B ... OADM回路
- 11, 15 ... 光サーキュレータ
- 12, 14 ... ファイバグレーティング
- 13 ... 光アイソレータ
- 20, 20A, 20B ... アド光パワー制御部
- 30 ... ドロップ光パワー制御部
- 21, 23, 31A, 31B ... 光分岐回路
- 22, 24, 32A, 32B ... パワーモニタ
- 25, 33A, 33B ... 制御回路
- 26, 34A, 34B ... 光電力調整部
- 40 ... 光合波器

20

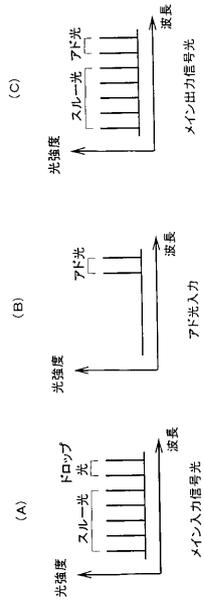
【図1】



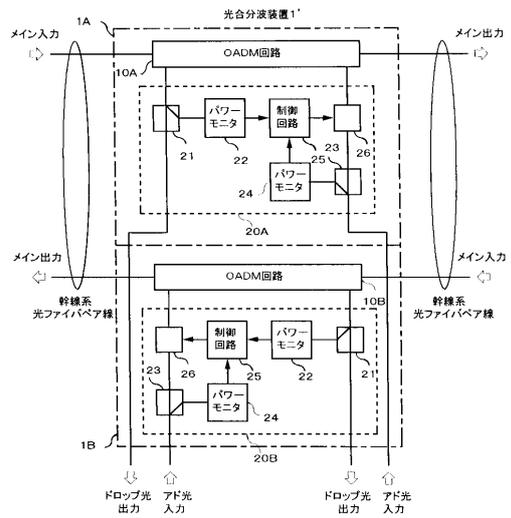
【図2】



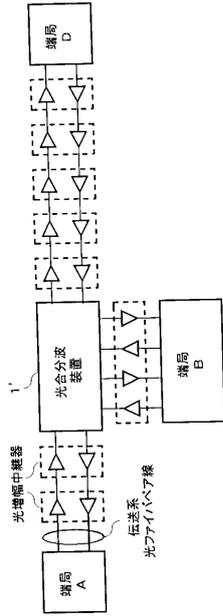
【図3】



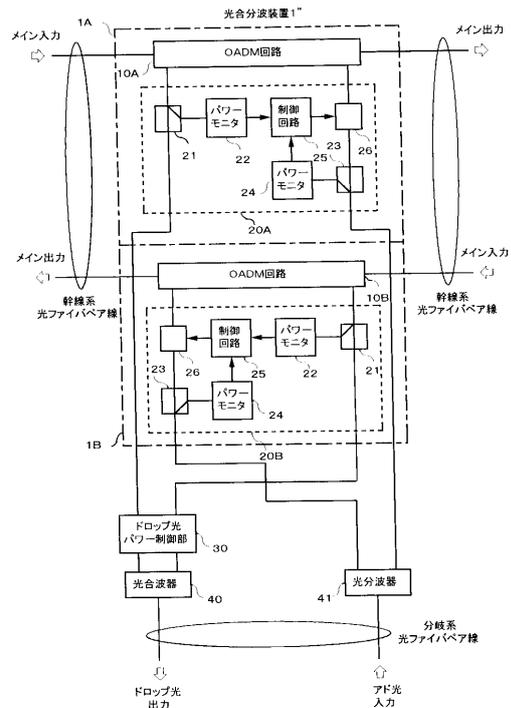
【図4】



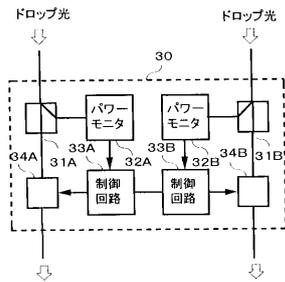
【 図 5 】



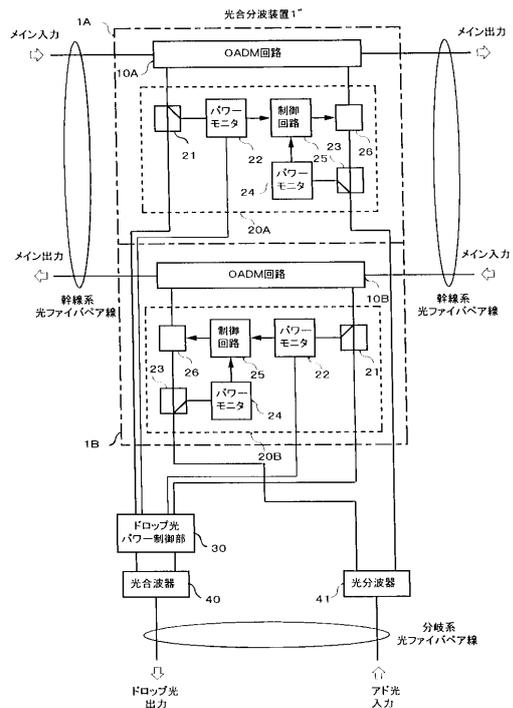
【 図 6 】



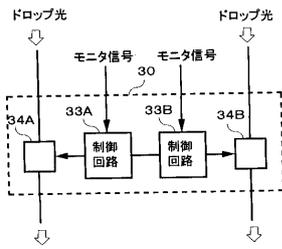
【 図 7 】



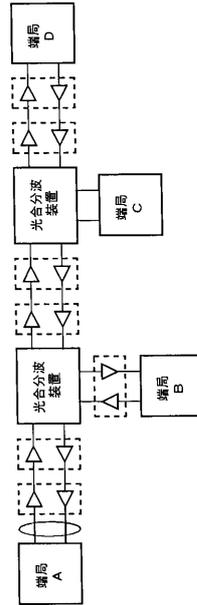
【 図 8 】



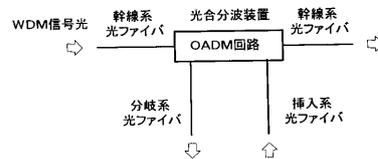
【 図 9 】



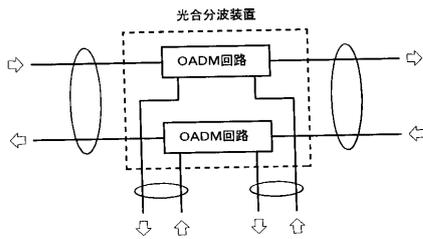
【 図 10 】



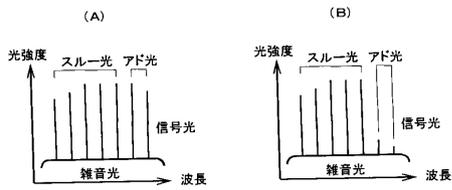
【 図 11 】



【 図 12 】



【 図 13 】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第97/006616(WO, A1)

特開平10-041920(JP, A)

特表平11-510346(JP, A)

特開平09-321740(JP, A)

特開平10-327128(JP, A)

特開平06-164517(JP, A)

特開平03-080687(JP, A)

特開平09-036834(JP, A)

特開平06-209285(JP, A)

特開平04-068930(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B 10/00-10/28

H04J 14/00-14/08