

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5648429号
(P5648429)

(45) 発行日 平成27年1月7日(2015.1.7)

(24) 登録日 平成26年11月21日(2014.11.21)

(51) Int. Cl.		F I			
HO4B	10/294	(2013.01)	HO4B	9/00	294
HO4J	14/00	(2006.01)	HO4B	9/00	E
HO4J	14/02	(2006.01)			

請求項の数 10 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2010-246551 (P2010-246551)	(73) 特許権者	000005223
(22) 出願日	平成22年11月2日(2010.11.2)		富士通株式会社
(65) 公開番号	特開2012-100103 (P2012-100103A)		神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号
(43) 公開日	平成24年5月24日(2012.5.24)	(74) 代理人	100104190
審査請求日	平成25年8月5日(2013.8.5)		弁理士 酒井 昭徳
		(72) 発明者	中村 健太郎
			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
		(72) 発明者	宿南 宣文
			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
		(72) 発明者	續木 達也
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光伝送システム及び光伝送装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の異なる波長の光信号を多重して送信する送信局と、
複数の異なる波長の光信号が多重された光信号を各波長の光信号に分波して波長ごとに受信する受信局と、

前記送信局と前記受信局との間の光伝送路に挿入され、入力された光信号を増幅して前記受信局側へ送信する中継局と、を備え、

前記中継局は、

複数の波長を含む第1のダミー光を出力する第1のダミー光源と、

前記第1のダミー光から、前記入力された光信号の波長以外の波長を選択する波長選択スイッチと、

前記波長選択スイッチで選択された波長と前記光伝送路から入力された光信号を合波する合波部と、

前記合波部から出力された光信号を増幅する光増幅部と、

を備えることを特徴とする光伝送システム。

【請求項2】

複数の波長を含む第1のダミー光を出力する第1のダミー光源と、

前記第1のダミー光から、光伝送路から入力された光信号の波長以外の波長を選択する第1の波長選択スイッチと、

前記第1の波長選択スイッチで選択された波長と前記光伝送路から入力された光信号を

10

20

合波する第 1 の合波部と、

前記第 1 の合波部から出力された光信号を増幅する光増幅部と、
を備えることを特徴とする光伝送装置。

【請求項 3】

複数の波長を含む第 2 のダミー光を出力する第 2 のダミー光源と、
前記光伝送路から入力される光信号の入力断を検出する検出部と、
前記検出部で前記光信号の入力断を検出した場合に、前記第 2 のダミー光を出力する光
シャッター部と、

前記光伝送路から入力された光信号と前記光シャッター部から出力される前記第 2 のダ
ミー光を合波する第 2 の合波部と、

前記第 2 の合波部から出力された光信号から、前記光伝送路から入力される光信号の波
長を選択する第 2 の波長選択スイッチと、を備え、

前記第 1 の合波部は、前記第 1 の波長選択スイッチで選択された波長と前記第 2 の波長
選択スイッチで選択された波長と、を合波することを特徴とする請求項 2 に記載の光伝送
装置。

【請求項 4】

前記第 1 のダミー光源は、複数の波長を含む第 2 のダミー光を出力し、
前記光伝送路から入力される光信号の入力断を検出する検出部と、
前記検出部で前記光信号の入力断を検出した場合に、前記第 2 のダミー光を出力する光
シャッター部と、

前記光伝送路から入力された光信号と前記第 2 のダミー光を合波して前記第 1 の合波部
側へ出力する第 2 の合波部と、

前記光シャッター部から出力される前記第 2 のダミー光を合波する第 2 の合波部と、
前記第 2 の合波部から出力された光信号から、前記光伝送路から入力される光信号の波
長を選択する第 2 の波長選択スイッチと、を備え、

前記第 1 の合波部は、前記第 1 の波長選択スイッチで選択された波長と前記第 2 の波長
選択スイッチで選択された波長と、を合波することを特徴とする請求項 2 に記載の光伝送
装置。

【請求項 5】

光信号を挿入する挿入部を更に有し、
前記第 1 の波長選択スイッチは、前記出力された第 1 ダミー光から、前記光伝送路から
入力された光信号と前記挿入された光信号以外の波長を選択することを特徴とする請求項
2 乃至 3 のいずれかに記載の光伝送装置。

【請求項 6】

複数の異なる波長の光信号を多重して送信する送信局と、
複数の異なる波長の光信号が多重された光信号を各波長の光信号に分波して波長ごとに
受信する受信局と、

前記送信局と前記受信局との間の光伝送路に挿入され、入力された光信号を増幅して前
記受信局側へ送信する中継局と、を備え、

前記中継局は、
複数の波長を含む第 1 のダミー光を出力する第 1 のダミー光源と、
前記第 1 のダミー光から、前記入力された光信号の波長以外の波長を選択し、前記選択
された波長と前記光伝送路から入力された光信号とを出力する波長選択スイッチと、
前記波長選択スイッチから出力された光信号を増幅する光増幅部と、
を備えることを特徴とする光伝送システム。

【請求項 7】

複数の波長を含む第 1 のダミー光を出力する第 1 のダミー光源と、
前記第 1 のダミー光から、光伝送路から入力された光信号の波長以外の波長を選択し、
前記選択された波長と、前記光伝送路から入力された光信号とを出力する波長選択スイ
ッチと、

10

20

30

40

50

前記波長選択スイッチから出力された光信号を増幅する光増幅部と、
を備えることを特徴とする光伝送装置。

【請求項 8】

複数の波長を含む第 2 のダミー光を出力する第 2 のダミー光源と、
前記光伝送路から入力される光信号の入力断を検出する検出部と、
前記検出部で前記光信号の入力断を検出した場合に、前記第 2 のダミー光を出力する光
シャッター部と、
前記光伝送路から入力された光信号と前記光シャッター部から出力される前記第 2 のダ
ミー光を合波する第 2 の合波部と、を備え、
前記波長選択スイッチは、前記第 2 の合波部から出力された光信号から、前記光伝送路
から入力される光信号の波長を選択することを特徴とする請求項 7 に記載の光伝送装置。

10

【請求項 9】

前記第 1 のダミー光源は、複数の波長を含む第 2 のダミー光を出力し、
前記光伝送路から入力される光信号の入力断を検出する検出部と、
前記検出部で前記光信号の入力断を検出した場合に、前記第 2 のダミー光を出力する光
シャッター部と、
前記光伝送路から入力された光信号と前記光シャッター部から出力される前記第 2 のダ
ミー光を合波する第 2 の合波部と、を備え、
前記波長選択スイッチは、前記第 2 の合波部から出力された光信号から、前記光伝送路
から入力される光信号の波長を選択することを特徴とする請求項 7 に記載の光伝送装置。

20

【請求項 10】

光信号を挿入する挿入部を更に有し、
前記波長選択スイッチは、前記出力された第 1 のダミー光から、前記光伝送路から入力
された光信号と前記挿入された光信号以外の波長を選択することを特徴とする請求項 7 乃至 9 のいずれかに記載の光伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、光伝送システム及び光伝送装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

光通信分野において、波長分割多重 (WDM: Wavelength Division Multiplexing) 技術がある。波長分割多重システムにおいて、波長選択スイッチ (WSS: Wavelength Selectable Switch) を搭載した光分岐挿入装置 (OADM: Optical Add-Drop Multiplexer) を用いたシステムがある。波長選択スイッチを用いることによって、複数の異なる波長の光信号が多重された光信号に対して、任意の波長の光信号の合波もしくは分波、または各波長の光信号の経路の切り換えを行うことができる。

【0003】

波長分割多重システムでは、送信局から、複数の異なる波長の光信号が多重された光信号が送信される。送信局から送信された光信号は、光ファイバなどの光伝送路を通り、受信局で各波長の光信号に分波されて波長ごとに受信される。送信局と受信局との間に一つ以上の中継局が設けられることがある。中継局は、入力された光信号を例えば前段光増幅器 (プリアンプ) や後段光増幅器 (ポストアンプ) で増幅して受信局へ向けて送信する。中継局では、上述した光分岐挿入装置を用いて、複数の異なる波長の光信号が多重された光信号からある波長の光信号を分波したり、複数の異なる波長の光信号が多重された光信号にある波長の光信号を合波したりすることがある。

40

【0004】

ところで、光通信システムの運用中に、運用開始時に使用していなかった波長を使用することがある。そのような場合、使用する波長の数が増えたことによってレベルダイヤが

50

変化してしまうことがある。そこで、レベルダイヤの変化を防ぐため、当初使用していない波長についてはダミー光を挿入することが知られている。

【0005】

ダミー光を挿入する光源として、自然放出光 (ASE: Amplified Spontaneous Emission) 光源などの広帯域光源から出力される光から、アレイ導波路回折格子 (AWG: Arrayed Waveguide Grating)、または光カプラと狭帯域バンドパスフィルタ、または光カプラとサーキュレータとファイバグレーティング、またはサーキュレータと複数のファイバグレーティングとアレイ導波路回折格子からなる構成によって、所定の波長の光を出力するものがある。自然放出光光源については、例えばファイバーラボ株式会社 (Fiber Labs Inc.) 社製の ASE-FL7010 他がある (インターネット、2010年8月26日検索、URL <http://www.fiberlabs.co.jp/lightsource/ase_cband.htm>)。

10

【0006】

また、端局の障害等で多重されている信号のチャネル数が急変する場合の、残りの波長の信号光の過出力を防ぐようにした光増幅器がある。例えば、光信号及びこの光信号に合波されたダミー光からなる光信号の一部を光増幅部で増幅し、この光増幅された光信号及びダミー光からダミー光をフィルタによって除去し、ダミー光制御回路によって、ダミー光光源の光出力が予め決められた光出力になるように制御するようにした光増幅器がある。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2000-286492号公報

【特許文献2】特開2002-198599号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、従来のシステムでは、光伝送路へはダミー光を送出することができない。そのため、光伝送路の途中で例えば光ファイバが断線するなどの障害が発生し、その障害発生箇所よりも受信局側の中継局では全て同様の制御が必要となり、制御速度が十分でない場合は補償しきれない変動が伝搬し、光増幅器への入力パワーが急激に減少する。その影響で、光増幅器の励起エネルギーが残存する波長、すなわち中継局で挿入された光信号の波長に集中し、その残存する波長の光出力が過渡的に大きくなる。当該中継局と受信局の間にある他の中継局についても同様であり、受信局へ近づくに連れて各中継局での光出力パワーの変動が累積されていく。その結果、受信局では、大きな光強度変化によって信号が瞬断したり、大きな光パワーの入力によって受信機が壊れてしまう虞がある。

30

【0009】

また、従来のシステムでは、ダミー光は光増幅器の増幅帯域内である必要があるが、ダミー光の波長が固定されてしまうため、伝送可能な波長帯域が制限されてしまう。また、信号光にフィルタを介さず直接ダミー光を重畳するため、特にダミー光近傍の信号光の伝送品質を劣化させる可能性がある。さらに、ダミー光光源の光出力を所定の光出力になるように制御する専用のダミー光制御回路を設けるため、高価であるという問題点がある。

40

【0010】

受信局の受信機の破壊を防ぐことができる光伝送システム及び光伝送装置を提供することを目的とする。安価な光伝送システム及び光伝送装置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】

光伝送システムは、複数の異なる波長の光信号を多重して送信する送信局と、複数の異なる波長の光信号が多重された光信号を各波長の光信号に分波して波長ごとに受信する受信局と、前記送信局と前記受信局との間の光伝送路に挿入され、入力された光信号を増幅

50

して前記受信局側へ送信する中継局と、を備え、前記中継局は、複数の波長を含む第1のダミー光を出力する第1のダミー光源と、前記第1のダミー光から、前記入力された光信号の波長以外の波長を選択する波長選択スイッチと、前記波長選択スイッチで選択された波長と前記光伝送路から入力された光信号を合波する合波部と、前記合波部から出力された光信号を増幅する光増幅部と、を備える。

【発明の効果】

【0012】

この光伝送システム及び光伝送装置によれば、受信局の受信機の破壊を防ぐことができる。安価な光伝送システム及び光伝送装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

10

【0013】

【図1】実施例1にかかる光伝送システムを示すブロック図である。

【図2】実施例1にかかる光伝送装置を示すブロック図である。

【図3】実施例2にかかる光伝送装置を示すブロック図である。

【図4】実施例2にかかる光伝送装置によって伝送される光の波長の一例を示す波形図である。

【図5】実施例2にかかる光伝送装置によって伝送される光の波長の一例を示す波形図である。

【図6】実施例2にかかる光伝送装置によって伝送される光の波長の一例を示す波形図である。

20

【図7】実施例3にかかる光伝送装置を示すブロック図である。

【図8】実施例4にかかる光伝送装置を示すブロック図である。

【図9】実施例5にかかる光伝送装置を示すブロック図である。

【図10】実施例6にかかる光伝送装置を示すブロック図である。

【図11】実施例7にかかる光伝送装置を示すブロック図である。

【図12】実施例7にかかる光伝送装置によって伝送される光の波長の一例を示す波形図である。

【図13】実施例7にかかる光伝送装置によって伝送される光の波長の一例を示す波形図である。

【図14】実施例7にかかる光伝送装置における光シャッターの制御を示すフローチャートである。

30

【図15】実施例7にかかる光伝送装置における光シャッターの制御を示すフローチャートである。

【図16】実施例8にかかる光伝送装置を示すブロック図である。

【図17】実施例9にかかる光伝送装置を示すブロック図である。

【図18】実施例10にかかる光伝送装置を示すブロック図である。

【図19】実施例11にかかる光伝送装置を示すブロック図である。

【図20】実施例12にかかる光伝送装置を示すブロック図である。

【図21】実施例13にかかる光伝送装置を示すブロック図である。

【図22】実施例14にかかる光伝送装置を示すブロック図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下に添付図面を参照して、この光伝送システム及び光伝送装置の好適な実施の形態を詳細に説明する。光伝送システム及び光伝送装置は、光伝送路から入力された、複数の異なる波長の光信号が多重された光信号(WDM信号)に、空いている波長を含むダミー光を合波してから増幅して出力することで、WDM信号の入力断のときに光増幅部への入力パワーが減少するのを抑制するものである。以下の各実施例の説明においては、同様の構成要素には同一の符号を付して、重複する説明を省略する。

【0015】

(実施例1)

50

・光伝送システムの説明

図1は、実施例1にかかる光伝送システムを示すブロック図である。図1に示すように、光伝送システムは送信局1、受信局2、及び光伝送装置として例えば一つ以上の中継局3を備えている。送信局1はWDM信号を送信する。受信局2は、WDM信号を各波長の光信号に分波して波長ごとに受信する。中継局3は送信局1と受信局2との間の光伝送路4に挿入される。中継局3は、入力されたWDM信号を増幅して受信局2側へ送信する。

【0016】

・光伝送装置（中継局）の説明

図2は、実施例1にかかる光伝送装置を示すブロック図である。図2に示すように、中継局3は、送信部5、第1のダミー光源6、第1の合波部7及び光増幅部8を備えている。送信部5は、中継器3にて挿入される波長の光信号を出力する。第1のダミー光源6は、光伝送路4から入力されるWDM信号に対して空いている波長を含む第1のダミー光を出力する。第1の合波部7は、第1のダミー光、光伝送路4から入力されたWDM信号、及び送信部5から出力された光信号を合波する。光増幅部8は、第1の合波部7から出力された光信号を増幅する。

【0017】

実施例1によれば、光伝送路4から入力されたWDM信号と、このWDM信号に対して空いている波長の光を含む第1のダミー光と、が合波されてから光増幅部8で増幅されるので、WDM信号の入力断のときに光増幅部8への入力パワーが減少することを抑制することができる。その結果、光増幅部8の励起エネルギーが、送信部5から出力された光信号の波長に集中するのを抑制することができるので、送信部5から出力された光信号の光出力が過渡的に大きくなるのを防ぐことができる。従って、受信局2における光強度の変化を抑えることができるので、受信局2において信号が瞬断するなどの不具合を防いだり、大きな光パワーの入力によって受信機が壊れてしまうのを防ぐことができる。また、ダミー光源の光出力を制御する専用の回路が不要であるので、安価であるという利点がある。

【0018】

（実施例2）

図3は、実施例2にかかる光伝送装置を示すブロック図である。図3に示すように、実施例2は、中継局3で挿入される光信号と第1のダミー光とを、波長選択スイッチ14を用いてWDM信号に合波するようにしたものである。中継局3は、前段光増幅器（プリアンプ）11、第1の合波部及び波長選択スイッチ部として波長選択スイッチ14、第1のダミー光源として広帯域光源16、送信部として送信機17及びアレイ導波路回折格子などの合波器18、並びに光増幅部として後段光増幅器（ポストアンプ）15を備えている。

【0019】

前段光増幅器11は、光ファイバなどの光伝送路4から中継局3に入力されるWDM信号を増幅する。広帯域光源16の一例として、例えば上述した自然放出光光源や発光ダイオード（LED: Light Emitting Diode）光源などが挙げられる。広帯域光源16は、本光伝送システムにおいて多重され得る全ての波長の帯域を含む第1のダミー光を出力する。送信機17は、中継局3にて挿入される波長の光信号を出力する。合波器18は、送信機17から出力された光信号を波長選択スイッチ14の入力ポートの一つに合波する。

【0020】

波長選択スイッチ14は、前段光増幅器11から出力されて波長選択スイッチ14に入力されるWDM信号に多重されている波長を選択し、選択した波長の光信号を後段光増幅器15へ出力する。波長選択スイッチ14は、送信機17から出力されて合波器18により合波された光信号の波長を選択し、選択した波長の光信号を後段光増幅器15へ出力する。波長選択スイッチ14は、広帯域光源16から出力された第1のダミー光のうちの信号が割り当てられていない波長（空いている波長）を選択し、選択した波長の光を後段光増幅器15へ出力する。後段光増幅器15は、波長選択スイッチ14から出力されたWDM

10

20

30

40

50

M信号を増幅する。

【0021】

また、中継局3では、前段光増幅器11から出力されたWDM信号は、例えば前段光増幅器11と波長選択スイッチ14との間に挿入された分波器(BS: Beam Splitter)12によって分岐される。分波器12で分岐された光信号は、アレイ導波路回折格子などの分波器13で波長ごとに分波され、図示しない受信器に入力される。

【0022】

図4は、実施例2にかかる光伝送装置に入力される光の波長の一例を示す波形図である。図5は、実施例2にかかる光伝送装置の後段光増幅器に入力される光の波長の一例を示す波形図であり、光伝送装置へのWDM信号の入力が正常である場合の波形図である。図6は、実施例2にかかる光伝送装置の後段光増幅器に入力される光の波長の一例を示す波形図であり、光伝送装置へのWDM信号の入力が遮断された場合の波形図である。ここでは、一例として、光伝送システムにおいて多重可能な波長を1～88の88波とし、中継局3に入力されるWDM信号の波長を1～21の21波とし、送信機17から出力される光の波長を22として説明する。

【0023】

図4に示すように、中継局3へのWDM信号の入力が正常である場合、前段光増幅器11には1～21の21波を多重した光信号が入力される。図5に示すように、中継局3へのWDM信号の入力が正常である場合、後段光増幅器15には1～21の21波と、22と、ダミー光の波長として23～88の一部または全部が入力される。後段光増幅器15は、入力された光信号を増幅して出力する。図6に示すように、前段光増幅器11の手前での光ファイバの断線などの原因で、中継局3へのWDM信号の入力が遮断された場合、後段光増幅器15には22と、23～88の一部または全部が入力される。

【0024】

実施例2によれば、実施例1と同様の効果が得られる。例えば、図4～図6に示す例においてダミー光の波長として23～88の66波が後段光増幅器15に入力されるとする。中継局3へのWDM信号(1～21)の入力が正常であると、後段光増幅器15には1～88の88波が入力される。中継局3へのWDM信号の入力(1～21)が遮断されると、後段光増幅器15には22～88の67波が入力される。後段光増幅器15への入力が88波から67波に減ることによる後段光増幅器15の入力パワーの変動は1.2dBである。それに対して、23～88の66波のダミー光を挿入しない場合には、中継局3へのWDM信号の入力(1～21)の遮断によって、後段光増幅器15への入力は1～22の22波から22の1波に減る。それによる後段光増幅器15の入力パワーの変動は13.4dBである。つまり、ダミー光を挿入することによって、中継局3へのWDM信号の入力が遮断されたときに、後段光増幅器15の入力パワーの変動を抑えることができるので、中継局3の光出力の変動を抑えることができる。

【0025】

(実施例3)

図7は、実施例3にかかる光伝送装置を示すブロック図である。図7に示すように、実施例3は、実施例2において、第1のダミー光を分波器12と波長選択スイッチ14との間に挿入するようにしたものである。実施例3にかかる中継局3は、第1の合波部としてカプラ22及び波長選択スイッチ14を備えており、第1のダミー光源として広帯域光源16及び一つの入力ポートと一つの出力ポートとを有する1×1の波長選択スイッチ(1×1 WSS)21を備えている。

【0026】

1×1の波長選択スイッチ21は、例えば波長選択スイッチ14よりも小型であってもよい。小型の波長選択スイッチを実現する技術として、例えばDLP(Digital Light Processing、ディエルピー、登録商標)テクノロジー(インター

10

20

30

40

50

ネット、2010年10月1日検索、URL <<http://www.dlp.com/dlp/regional/jp/technology/what.aspx>>) や、L C O S (L i q u i d C r y s t a l O n S i l i c o n、エルコス、登録商標)(インターネット、2010年10月1日検索、URL <http://www.finisar.com/download_yVzRcEWSS%20ROADM%20Product%20guide_FINALDec08.pdf>)がある。

【0027】

1×1の波長選択スイッチ21は、広帯域光源16から出力された第1のダミー光のうちの信号が割り当てられていない波長(空いている波長)を選択し、選択した波長の光をカプラ22へ出力する。カプラ22は分波器12と波長選択スイッチ14との間に挿入されている。カプラ22は、分波器12から出力されたWDM信号と1×1の波長選択スイッチ21から出力されたダミー光とを合波し、その合波されたWDM信号を波長選択スイッチ14へ出力する。その他の構成は実施例2と同様である。実施例3によれば実施例2と同様の効果が得られる。

10

【0028】

(実施例4)

図8は、実施例4にかかる光伝送装置を示すブロック図である。図8に示すように、実施例4は、実施例3において、第1のダミー光を前段光増幅器11の手前に挿入するようにしたものである。実施例4にかかる中継局3では、カプラ22が前段光増幅器11の前に挿入されている。カプラ22は、中継局3に入力されたWDM信号と1×1の波長選択スイッチ21から出力されたダミー光とを合波し、その合波されたWDM信号を前段光増幅器11へ出力する。その他の構成は実施例3と同様である。実施例4によれば実施例2と同様の効果が得られる。

20

【0029】

(実施例5)

図9は、実施例5にかかる光伝送装置を示すブロック図である。図9に示すように、実施例5は、実施例3において、第1のダミー光及び送信機17から出力された光信号を波長選択スイッチ14と後段光増幅器15との間に挿入するようにしたものである。実施例5にかかる中継局3は、第1の合波部としてカプラ22、23及び波長選択スイッチ14を備えている。カプラ23は波長選択スイッチ14と後段光増幅器15との間に挿入されている。カプラ23は、波長選択スイッチ14から出力されたWDM信号と、送信機17から出力され、合波器18から出力された光信号とを合波し、その合波されたWDM信号を後段光増幅器15側へ出力する。

30

【0030】

カプラ22は、カプラ23と後段光増幅器15との間に挿入されている。カプラ22は、カプラ23から出力されたWDM信号と1×1の波長選択スイッチ21から出力されたダミー光とを合波し、その合波されたWDM信号を後段光増幅器15へ出力する。波長選択スイッチ14は、前段光増幅器11から出力されたWDM信号を分岐させてカプラ23と分波器13とに入力する。従って、実施例5では、図7に示す実施例3において前段光増幅器11の出力端子に接続された分波器12はなくてもよい。その他の構成は実施例3と同様である。実施例5によれば実施例2と同様の効果が得られる。なお、ダミー光を前段光増幅器11と波長選択スイッチ14との間に挿入してもよい。

40

【0031】

(実施例6)

図10は、実施例6にかかる光伝送装置を示すブロック図である。図10に示すように、実施例6は、実施例5において、第1のダミー光を前段光増幅器11の手前に挿入するようにしたものである。実施例6にかかる中継局3では、カプラ22が前段光増幅器11の前に挿入されている。カプラ22は、中継局3に入力されたWDM信号と1×1の波長選択スイッチ21から出力されたダミー光とを合波し、その合波されたWDM信号を前段光増幅器11へ出力する。その他の構成は実施例5と同様である。実施例6によれば実施例2と同様の効果が得られる。

50

【 0 0 3 2 】

(実施例 7)

・光伝送装置(中継局)の説明

図 1 1 は、実施例 7 にかかる光伝送装置を示すブロック図である。図 1 1 に示すように、実施例 7 は、実施例 2 において、中継局 3 への WDM 信号の入力が遮断されたときに、その遮断された WDM 信号をダミー光によって補うようにしたものである。実施例 7 にかかる中継局 3 は、検出部としてフォトダイオード (PD: Photodiode) 3 1 などの光検出器、第 2 のダミー光源として広帯域光源 B 3 3、光シャッター部として光シャッター 3 4 及び第 2 の合波部としてカプラ 3 5 を備えている。

【 0 0 3 3 】

広帯域光源 B 3 3 は、本光伝送システムにおいて多重され得る全ての波長の帯域を含む第 2 のダミー光を出力する。広帯域光源 B 3 3 の一例として、例えば上述した自然放出光光源や発光ダイオード光源などが挙げられる。実施例 2 ~ 6 における広帯域光源 1 6 を広帯域光源 A 1 6 とし、広帯域光源 B 3 3 と区別する。

【 0 0 3 4 】

中継局 3 に入力された WDM 信号は、分波器 (BS) 3 2 によって分岐され、フォトダイオード 3 1 とカプラ 3 5 とに入力される。フォトダイオード 3 1 は、分波器 3 2 から入力される光信号のパワーに応じた電流を流す。従って、フォトダイオード 3 1 に流れる電流の大きさを監視することによって、中継局 3 に WDM 信号が入力されているか否か、すなわち WDM 信号の入力断を検出することができる。

【 0 0 3 5 】

フォトダイオード 3 1 に流れる電流の大きさが閾値以上である場合、すなわち中継局 3 に WDM 信号が入力されている場合、光シャッター 3 4 は閉じている。光シャッター 3 4 が閉じているときには、光シャッター 3 4 は、広帯域光源 B 3 3 から出力された第 2 のダミー光を出力しない。フォトダイオード 3 1 に流れる電流の大きさが閾値よりも小さい場合、すなわち中継局 3 への WDM 信号の入力が遮断されている場合、光シャッター 3 4 が開く。光シャッター 3 4 が開いているときには、光シャッター 3 4 は、広帯域光源 B 3 3 から出力された第 2 のダミー光を出力する。光シャッター 3 4 から出力された第 2 のダミー光はカプラ 3 5 に入力される。カプラ 3 5 は、分波器 3 2 から出力された WDM 信号または第 2 のダミー光を前段光増幅器 1 1 へ出力する。

【 0 0 3 6 】

中継局 3 へ WDM 信号が入力されている場合、波長選択スイッチ 1 4 は、前段光増幅器 1 1 から出力されて波長選択スイッチ 1 4 に入力される WDM 信号に多重されている波長、送信機 1 7 から出力されて合波された光信号の波長、及び広帯域光源 A 1 6 から出力された第 1 のダミー光のうちの信号が割り当てられていない波長(空いている波長)を選択する。中継局 3 への WDM 信号の入力が遮断されている場合、波長選択スイッチ 1 4 は、広帯域光源 B 3 3 から出力された第 2 のダミー光のうち、中継局 3 への入力に遮断された WDM 信号に多重されていた波長、送信機 1 7 から出力されて合波された光信号の波長、広帯域光源 A 1 6 から出力された第 1 のダミー光のうちの信号が割り当てられていない波長(空いている波長)を選択する。その他の構成は実施例 2 と同様である。

【 0 0 3 7 】

図 1 2 は、実施例 7 にかかる光伝送装置の前段光増幅器に入力される光の波長の一例を示す波形図であり、光伝送装置への WDM 信号の入力が遮断された場合の波形図である。図 1 3 は、実施例 7 にかかる光伝送装置の後段光増幅器に入力される光の波長の一例を示す波形図であり、光伝送装置への WDM 信号の入力が遮断された場合の波形図である。ここでは、一例として、光伝送システムにおいて多重可能な波長を 1 ~ 8 8 の 8 8 波とし、中継局 3 に入力される WDM 信号の波長を 1 ~ 2 1 の 2 1 波とし、送信機 1 7 から出力される光の波長を 2 2 として説明する。

【 0 0 3 8 】

中継局 3 への WDM 信号の入力が正常である場合、図 4 に示す波形と同様に、前段光増

10

20

30

40

50

幅器 1 1 には 1 ~ 2 1 の 2 1 波を多重した光信号が入力され、図 5 に示す波形と同様に、後段光増幅器 1 5 には 1 ~ 2 1 の 2 1 波と、2 2 と、第 1 のダミー光の波長として 2 3 ~ 8 8 の一部または全部が入力される。図 1 2 に示すように、中継局 3 の手前での光ファイバの断線などの原因で、中継局 3 への WDM 信号の入力が遮断された場合、前段光増幅器 1 1 には 1 ~ 8 8 の波長を含む第 2 のダミー光（自然放出光）が入力され、図 1 3 に示すように、前段光増幅器 1 1 の手前での光ファイバの断線などの原因で、中継局 3 への WDM 信号の入力が遮断された場合、後段光増幅器 1 5 には第 2 のダミー光の波長として 1 ~ 2 1 と、2 2 と、第 1 のダミー光の波長として 2 3 ~ 8 8 の一部または全部が入力される。

【 0 0 3 9 】

・光シャッターの制御の説明

図 1 4 及び図 1 5 は、実施例 7 にかかる光伝送装置における光シャッターの制御を示すフローチャートである。図 1 4 に示すように、光伝送システムの運用開始前においては、まず、光シャッター 3 4 が閉じられる（ステップ S 1）。次いで、広帯域光源 B 3 3 が発光させられる（ステップ S 2）。そして、光伝送システムの運用が開始される。

【 0 0 4 0 】

図 1 5 に示すように、光伝送システムの運用開始後においては、常時、フォトダイオード 3 1 を流れる電流が監視される（ステップ S 1 1）。そして、フォトダイオード 3 1 の電流が閾値以上であるか否かが判断される（ステップ S 1 2）。フォトダイオード 3 1 の電流が閾値以上である場合（ステップ S 1 2 : Yes）、フォトダイオード 3 1 の電流の監視が続けられ、光伝送システムの運用が終了となる。フォトダイオード 3 1 の電流が閾値以上でない場合（ステップ S 1 2 : No）、光シャッター 3 4 が開けられる（ステップ S 1 3）。そして、光伝送システムの運用が終了となる。

【 0 0 4 1 】

実施例 7 によれば、実施例 1 と同様の効果が得られる。例えば、図 4、図 5、図 1 2 及び図 1 3 に示す例において第 1 のダミー光の波長として 2 3 ~ 8 8 の 6 6 波が後段光増幅器 1 5 に入力されるとする。中継局 3 への WDM 信号（1 ~ 2 1）の入力が正常であると、後段光増幅器 1 5 には 1 ~ 8 8 の 8 8 波が入力される。中継局 3 への WDM 信号の入力（1 ~ 2 1）が遮断されると、第 2 のダミー光の挿入によって後段光増幅器 1 5 には 1 ~ 8 8 の 8 8 波が入力される。従って、中継局 3 への WDM 信号の入力が遮断されたときに、後段光増幅器 1 5 の入力パワーの変動を抑えることができるので、中継局 3 の光出力の変動を抑えることができる。

【 0 0 4 2 】

なお、光検出器はフォトダイオード 3 1 に限らない。光シャッター部は、光シャッター 3 4 に限らず、光スイッチや光アッテネータなど、光の出力のオン及びオフ、または実質的にオン及びオフを行うことができるものであればよい。

【 0 0 4 3 】

（実施例 8）

図 1 6 は、実施例 8 にかかる光伝送装置を示すブロック図である。図 1 6 に示すように、実施例 8 は、実施例 7 において、実施例 3 と同様にして 1 x 1 の波長選択スイッチ 2 1 及びカプラ 2 2 を用いて、第 1 のダミー光を波長選択スイッチ 1 4 と後段光増幅器 1 5 との間に挿入するようにしたものである。その他の構成は実施例 7 と同様である。実施例 8 によれば実施例 7 と同様の効果が得られる。

【 0 0 4 4 】

（実施例 9）

図 1 7 は、実施例 9 にかかる光伝送装置を示すブロック図である。図 1 7 に示すように、実施例 9 は、実施例 7 において、実施例 5 と同様にして 1 x 1 の波長選択スイッチ 2 1 及びカプラ 2 2、2 3 を用いて、第 1 のダミー光及び送信機 1 7 から出力された光信号を波長選択スイッチ 1 4 と後段光増幅器 1 5 との間に挿入するようにしたものである。その他の構成は実施例 7 と同様である。実施例 9 によれば実施例 7 と同様の効果が得られる。

10

20

30

40

50

なお、第1のダミー光を前段光増幅器11の前、前段光増幅器11と波長選択スイッチ14との間、または波長選択スイッチ14とカプラ23との間に挿入してもよい。

【0045】

(実施例10)

図18は、実施例10にかかる光伝送装置を示すブロック図である。図18に示すように、実施例10は、実施例7において、第1のダミー光と第2のダミー光とを広帯域光源16から出力するようにしたものである。実施例10にかかる中継局3では、広帯域光源16から出力された光は、例えば広帯域光源16と波長選択スイッチ14との間に挿入された分波器(BS)36によって分岐される。分波器36で分岐された一方の光は、第1のダミー光として波長選択スイッチ14に入力される。分波器36で分岐されたもう一方の光は、第2のダミー光として光シャッター34に入力される。その他の構成は実施例7と同様である。実施例10によれば実施例7と同様の効果が得られる。

10

【0046】

(実施例11)

図19は、実施例11にかかる光伝送装置を示すブロック図である。図19に示すように、実施例11は、実施例8において、実施例10と同様にして分波器(BS)36を用いて、第1のダミー光と第2のダミー光とを広帯域光源16から出力するようにしたものである。分波器36は、広帯域光源16と1×1の波長選択スイッチ21との間に挿入されている。その他の構成は実施例8と同様である。実施例11によれば実施例7と同様の効果が得られる。

20

【0047】

(実施例12)

図20は、実施例12にかかる光伝送装置を示すブロック図である。図20に示すように、実施例12は、実施例9において、実施例11と同様にして分波器(BS)36を用いて、第1のダミー光と第2のダミー光とを広帯域光源16から出力するようにしたものである。その他の構成は実施例9と同様である。実施例12によれば実施例7と同様の効果が得られる。

【0048】

(実施例13)

図21は、実施例13にかかる光伝送装置を示すブロック図である。図21に示すように、実施例13は、実施例7において、光シャッター34及びカプラ35を介して第2のダミー光を前段光増幅器11と分波器12との間に挿入するようにしたものである。その他の構成は実施例7と同様である。実施例13によれば実施例7と同様の効果が得られる。

30

【0049】

(実施例14)

図22は、実施例14にかかる光伝送装置を示すブロック図である。図22に示すように、実施例14は、実施例10において、光シャッター34及びカプラ35を介して第2のダミー光を前段光増幅器11と分波器12との間に挿入するようにしたものである。その他の構成は実施例10と同様である。実施例14によれば実施例7と同様の効果が得られる。

40

【0050】

上述した実施例1～14に関し、さらに以下の付記を開示する。

【0051】

(付記1) 複数の異なる波長の光信号を多重して送信する送信局と、複数の異なる波長の光信号が多重された光信号を各波長の光信号に分波して波長ごとに受信する受信局と、前記送信局と前記受信局との間の光伝送路に挿入され、入力された光信号を増幅して前記受信局側へ送信する中継局と、を備え、前記中継局は、前記中継局にて挿入される波長の光信号を出力する送信部と、前記光伝送路から入力される光信号に対して空いている波長を含む第1のダミー光を出力する第1のダミー光源と、前記第1のダミー光、前記光伝送路

50

から入力された光信号、及び前記送信部から出力された光信号を合波する第1の合波部と、前記第1の合波部から出力された光信号を増幅する光増幅部と、を備えることを特徴とする光伝送システム。

【0052】

(付記2)前記中継局は、前記光伝送路から入力される光信号と同じ波長を含む第2のダミー光を出力する第2のダミー光源と、前記光伝送路から入力される光信号の入力断を検出する検出部と、前記光伝送路から入力された光信号及び前記第2のダミー光を合波して前記第1の合波部側へ出力する第2の合波部と、前記検出部で前記光信号の入力断を検出した場合に、前記第2のダミー光を前記第2の合波部側へ出力する光シャッター部と、を備えることを特徴とする付記1に記載の光伝送システム。

10

【0053】

(付記3)前記第1のダミー光源は、前記光伝送路から入力される光信号と同じ波長を含む第2のダミー光を出力し、前記中継局は、前記光伝送路から入力される光信号の入力断を検出する検出部と、前記光伝送路から入力された光信号及び前記第2のダミー光を合波して前記第1の合波部側へ出力する第2の合波部と、前記検出部で前記光信号の入力断を検出した場合に、前記第2のダミー光を前記第2の合波部側へ出力する光シャッター部と、を備えることを特徴とする付記1に記載の光伝送システム。

【0054】

(付記4)前記光伝送路から入力される光信号と同じ波長と、前記送信部から出力される光信号と同じ波長と、前記光伝送路から入力される光信号及び前記送信部から出力される光信号に対して空いている波長と、を選択して前記光増幅部側へ出力する波長選択スイッチ部、を備えることを特徴とする付記2または3に記載の光伝送システム。

20

【0055】

(付記5)中継局へ合波する波長の光信号を出力する送信部と、光伝送路から入力される光信号に対して空いている波長を含む第1のダミー光を出力する第1のダミー光源と、前記第1のダミー光、前記光伝送路から入力された光信号、及び前記送信部から出力された光信号を合波する第1の合波部と、前記第1の合波部から出力された光信号を増幅して受信局側へ出力する光増幅部と、を備えることを特徴とする光伝送装置。

【0056】

(付記6)前記光伝送路から入力される光信号と同じ波長を含む第2のダミー光を出力する第2のダミー光源と、前記光伝送路から入力される光信号の入力断を検出する検出部と、前記光伝送路から入力された光信号及び前記第2のダミー光を合波して前記第1の合波部側へ出力する第2の合波部と、前記検出部で前記光信号の入力断を検出した場合に、前記第2のダミー光を前記第2の合波部側へ出力する光シャッター部と、を備えることを特徴とする付記5に記載の光伝送装置。

30

【0057】

(付記7)前記第1のダミー光源は、前記光伝送路から入力される光信号と同じ波長を含む第2のダミー光を出力し、前記光伝送路から入力される光信号の入力断を検出する検出部と、前記光伝送路から入力された光信号及び前記第2のダミー光を合波して前記第1の合波部側へ出力する第2の合波部と、前記検出部で前記光信号の入力断を検出した場合に、前記第2のダミー光を前記第2の合波部側へ出力する光シャッター部と、を備えることを特徴とする付記5に記載の光伝送装置。

40

【0058】

(付記8)前記光伝送路から入力される光信号と同じ波長と、前記送信部から出力される光信号と同じ波長と、前記光伝送路から入力される光信号及び前記送信部から出力される光信号に対して空いている波長と、を選択して前記光増幅部側へ出力する波長選択スイッチ部、を備えることを特徴とする付記6または7に記載の光伝送装置。

【符号の説明】

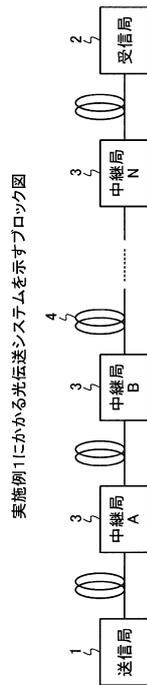
【0059】

1 送信局

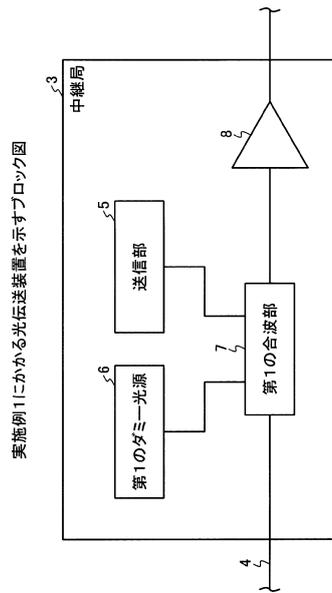
50

- 2 受信局
- 3 中継局
- 4 光伝送路
- 5 送信部
- 6 第1のダミー光源
- 7 第1の合波部
- 8 光増幅部
- 1 4 波長選択スイッチ部
- 3 1 検出部
- 3 3 第2のダミー光源
- 3 4 光シャッター部
- 3 5 第2の合波部

【 図 1 】

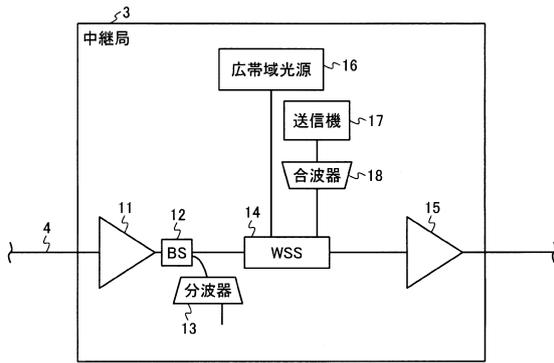


【 図 2 】



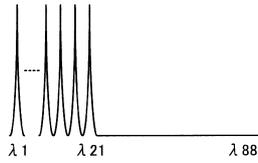
【図3】

実施例2にかかる光伝送装置を示すブロック図



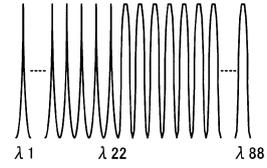
【図4】

実施例2にかかる光伝送装置によって伝送される光の波長の一例を示す波形図



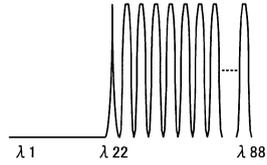
【図5】

実施例2にかかる光伝送装置によって伝送される光の波長の一例を示す波形図



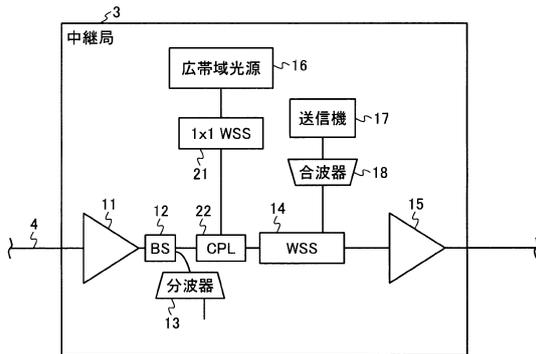
【図6】

実施例2にかかる光伝送装置によって伝送される光の波長の一例を示す波形図



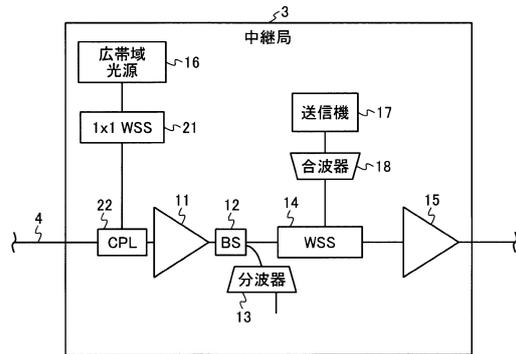
【図7】

実施例3にかかる光伝送装置を示すブロック図



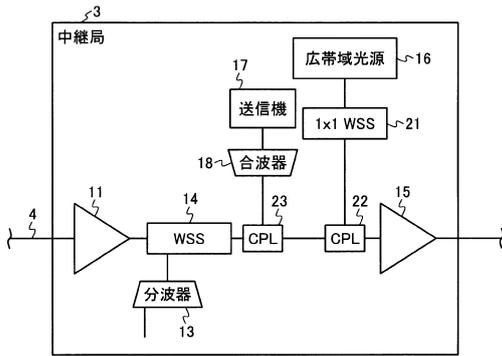
【図8】

実施例4にかかる光伝送装置を示すブロック図



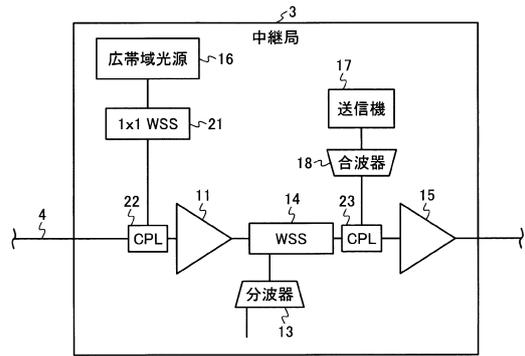
【図9】

実施例5にかかる光伝送装置を示すブロック図



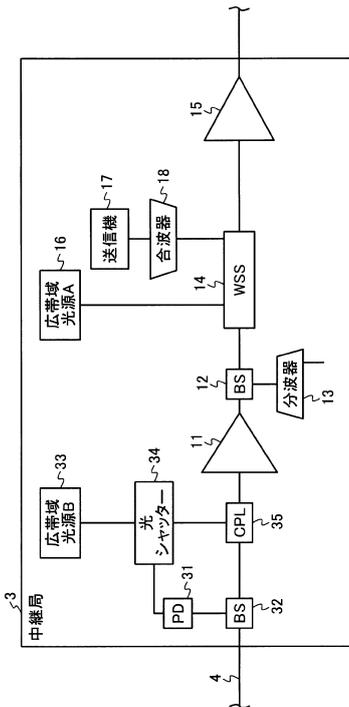
【図10】

実施例6にかかる光伝送装置を示すブロック図



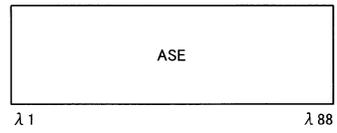
【図11】

実施例7にかかる光伝送装置を示すブロック図



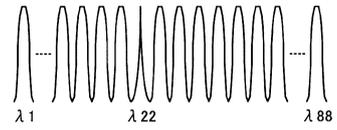
【図12】

実施例7にかかる光伝送装置によって伝送される光の波長の一例を示す波形図



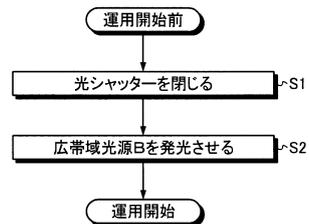
【図13】

実施例7にかかる光伝送装置によって伝送される光の波長の一例を示す波形図



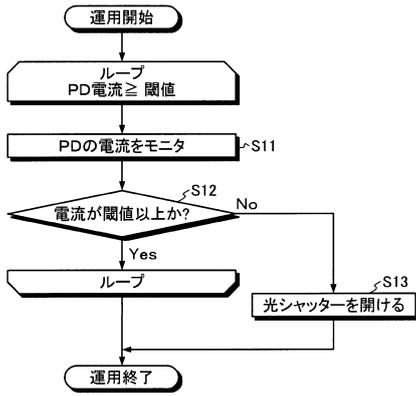
【図14】

実施例7にかかる光伝送装置における光シャッターの制御を示すフローチャート



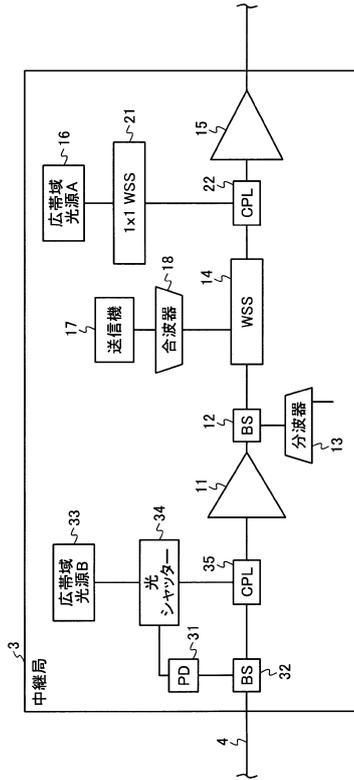
【図15】

実施例7にかかる光伝送装置における光シャッターの制御を示すフローチャート



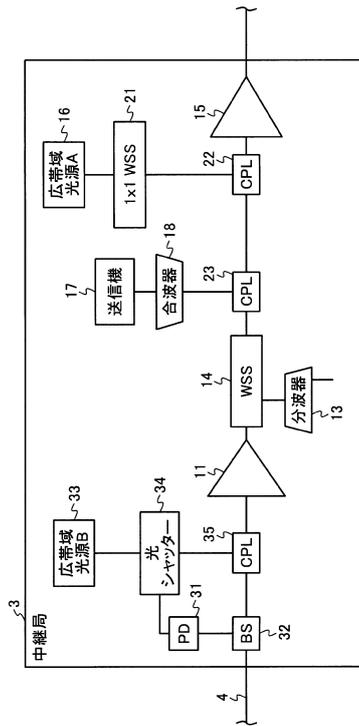
【図16】

実施例8にかかる光伝送装置を示すブロック図



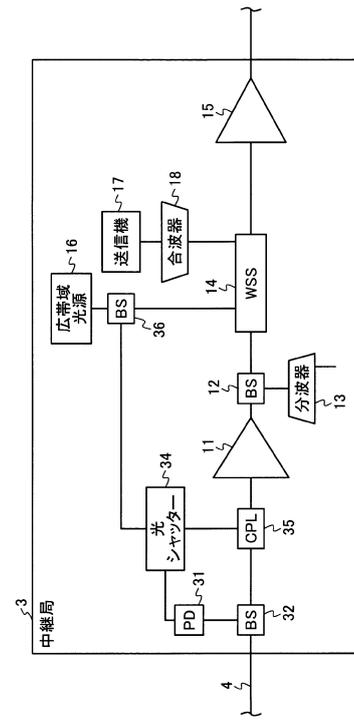
【図17】

実施例9にかかる光伝送装置を示すブロック図



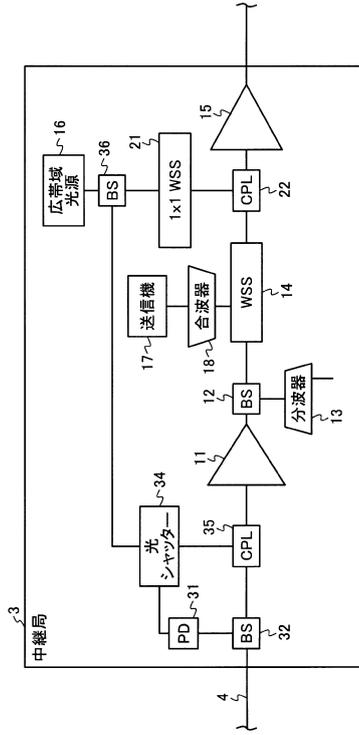
【図18】

実施例10にかかる光伝送装置を示すブロック図



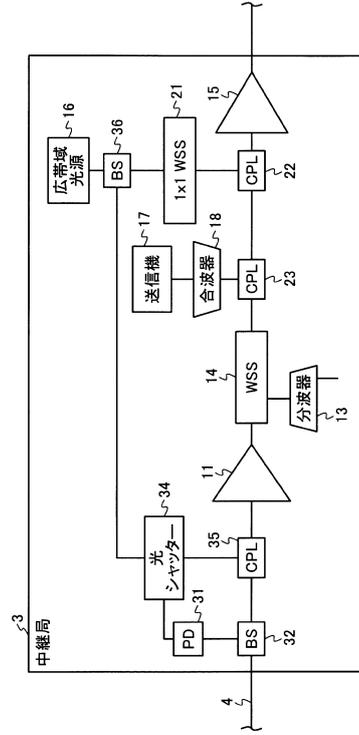
【図 19】

実施例11にかかる光伝送装置を示すブロック図



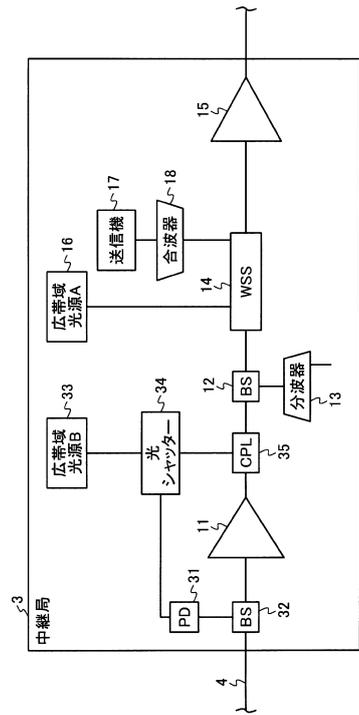
【図 20】

実施例12にかかる光伝送装置を示すブロック図



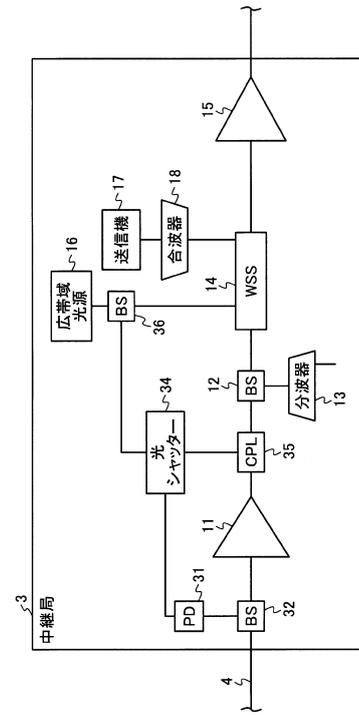
【図 21】

実施例13にかかる光伝送装置を示すブロック図



【図 22】

実施例14にかかる光伝送装置を示すブロック図



フロントページの続き

審査官 後澤 瑞征

- (56)参考文献 特開2008-172578(JP,A)
特開平11-168449(JP,A)
特開2001-111495(JP,A)
特開2006-066946(JP,A)
特開2000-341728(JP,A)
特開2008-91995(JP,A)
特開2006-5639(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04B10/00-10/90

H04J14/00-14/08