

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4796183号
(P4796183)

(45) 発行日 平成23年10月19日(2011.10.19)

(24) 登録日 平成23年8月5日(2011.8.5)

(51) Int.Cl.		F I			
HO4B	10/02	(2006.01)	HO4B	9/00	M
HO4B	10/18	(2006.01)	HO4B	9/00	T
HO4J	14/00	(2006.01)	HO4B	9/00	E
HO4J	14/02	(2006.01)	HO4L	12/44	200
HO4L	12/44	(2006.01)			

請求項の数 15 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2009-504952 (P2009-504952)	(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
(86) (22) 出願日	平成19年3月16日(2007.3.16)	(74) 代理人	100092152 弁理士 服部 毅巖
(86) 国際出願番号	PCT/JP2007/055403	(72) 発明者	三浦 章 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
(87) 国際公開番号	W02008/114352	(72) 発明者	大井 寛己 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
(87) 国際公開日	平成20年9月25日(2008.9.25)	(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
審査請求日	平成21年4月15日(2009.4.15)		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光伝送装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光信号の分岐、挿入を行って光伝送を行う光伝送装置において、
N個のN入力ポートおよびM個のM出力ポートを有するN×M波長選択スイッチを含む光スイッチ部と、

挿入すべき光信号である挿入光信号のビットレートがk (2) 種類あり、前記N入力ポートの内、k (< N) 個のk入力ポートと接続して、前記k入力ポートへ前記挿入光信号を送信して挿入制御を行う挿入制御部と、

前記M出力ポートの内、m (< M) 個のm出力ポートと接続して、前記m出力ポートから送信された光信号の分岐制御を行う分岐制御部と、

を有し、

前記N×M波長選択スイッチの前記k入力ポートと、前記挿入制御部と、を接続するk個の方路それぞれには、ビットレート毎に対応した波長分散を低減するための分散低減を設定し、

前記挿入制御部は、前記挿入光信号の分散低減を行う前記方路を介して、前記挿入光信号を前記N×M波長選択スイッチへ送信する、

ことを特徴とする光伝送装置。

【請求項2】

前記挿入制御部は、n個のn入力ポートおよびk個のk出力ポートを有するn×k波長選択スイッチを備え、異なる波長がn個あり、n個の波長の中で異なるビットレートがk

種類ある前記挿入光信号の挿入制御を行うことを特徴とする請求項 1 記載の光伝送装置。

【請求項 3】

前記挿入制御部は、 n 個の n 入力ポートおよび 1 個の 1 出力ポートを有する $n \times 1$ のアレイ導波路型光合分波器を k 台備え、異なるビットレートが k 種類で、 k 種類のビットレート毎に異なる波長が n 個ある前記挿入光信号の挿入制御を行うことを特徴とする請求項 1 記載の光伝送装置。

【請求項 4】

前記挿入制御部は、 n 個の n 入力ポートおよび 1 個の 1 出力ポートを有する $n \times 1$ 波長選択スイッチを A 台と、 A 個の A 入力ポートおよび k 個の k 出力ポートを有する $A \times k$ 波長選択スイッチの 1 台とを備え、

A 台の前記 $n \times 1$ 波長選択スイッチの各出力ポートは、前記 $A \times k$ 波長選択スイッチの前記 A 入力ポートにそれぞれ接続し、

n 個の異なる波長からなる波長グループが A 個で、前記波長グループ毎に異なるビットレートが k 種類ある前記挿入光信号の挿入制御を行うことを特徴とする請求項 1 記載の光伝送装置。

【請求項 5】

前記挿入制御部は、 $k = 2$ のとき、 a 個の a 入力ポートおよび 1 個の 1 出力ポートを有する透過帯域幅の狭い低ビットレート用波長選択スイッチと、 b 個の b 入力ポートおよび 1 個の 1 出力ポートを有する透過帯域幅の広い高ビットレート用波長選択スイッチとを備え、異なる波長が a 個で低ビットレートの前記挿入光信号である低ビットレート挿入光信号と、異なる波長が b 個で高ビットレートの前記挿入光信号である高ビットレート挿入光信号との挿入制御を行うことを特徴とする請求項 1 記載の光伝送装置。

【請求項 6】

前記分岐制御部は、 m 入力および 1 出力の $m \times 1$ カプラと、前記 $m \times 1$ カプラから出力された分岐光信号を分波する分波器とを備えることを特徴とする請求項 1 記載の光伝送装置。

【請求項 7】

前記分波器は、1 入力および c 出力の $1 \times c$ アレイ導波路型光合分波器または 1 入力および c 出力の $1 \times c$ 波長選択スイッチを備えることを特徴とする請求項 6 記載の光伝送装置。

【請求項 8】

前記分波器は、1 入力および c 出力の $1 \times c$ 波長選択スイッチを 1 台と、1 入力および d 出力の $1 \times d$ 波長選択スイッチを c 台備え、前記 $1 \times c$ 波長選択スイッチの出力ポートは、前記 $1 \times d$ 波長選択スイッチそれぞれの各入力ポートに接続することを特徴とする請求項 6 記載の光伝送装置。

【請求項 9】

光信号の分岐、挿入を行って光伝送を行う光伝送装置において、

N 個の N 入力ポートおよび M 個の M 出力ポートを有する $N \times M$ 波長選択スイッチを含む光スイッチ部と、

挿入すべき光信号である挿入光信号の伝送距離に応じて発生する波長分散が k (2) 種類あり、前記 N 入力ポートの内、 k ($< N$) 個の k 入力ポートと接続して、前記 k 入力ポートへ前記挿入光信号を送信して挿入制御を行う挿入制御部と、

前記 M 出力ポートの内、 m ($< M$) 個の m 出力ポートと接続して、前記 m 出力ポートから送信された光信号の分岐制御を行う分岐制御部と、

を有し、

前記 $N \times M$ 波長選択スイッチの前記 k 入力ポートと、前記挿入制御部と、を接続する k 個の方路それぞれには、前記挿入光信号が前記挿入制御部に到達するまでに流れてきた光ファイバ上の伝送距離に応じて発生する前記波長分散毎に対応した分散低減を設定し、

前記挿入制御部は、前記挿入光信号の分散低減を行う前記方路を介して、前記挿入光信号を前記 $N \times M$ 波長選択スイッチへ送信する、

10

20

30

40

50

ことを特徴とする光伝送装置。

【請求項 10】

前記挿入制御部は、 n 個の n 入力ポートおよび k 個の k 出力ポートを有する $n \times k$ 波長選択スイッチを備え、異なる波長が n 個で、 n 個の波長の中で異なる波長分散が k 種類ある前記挿入光信号の挿入制御を行うことを特徴とする請求項 9 記載の光伝送装置。

【請求項 11】

前記挿入制御部は、 n 個の n 入力ポートおよび 1 個の 1 出力ポートを有する $n \times 1$ のアレイ導波路型光合分波器を k 台備え、異なる波長分散が k 種類で、 k 種類の波長分散毎に異なる波長が n 個ある前記挿入光信号の挿入制御を行うことを特徴とする請求項 9 記載の光伝送装置。

10

【請求項 12】

前記挿入制御部は、 n 個の n 入力ポートおよび 1 個の 1 出力ポートを有する $n \times 1$ 波長選択スイッチを A 台と、 A 個の A 入力ポートおよび k 個の k 出力ポートを有する $A \times k$ 波長選択スイッチの 1 台とを備え、

A 台の前記 $n \times 1$ 波長選択スイッチの各出力ポートは、前記 $A \times k$ 波長選択スイッチの前記 A 入力ポートにそれぞれ接続し、

n 個の異なる波長からなる波長グループが A 個で、前記波長グループ毎に異なる波長分散が k 種類ある前記挿入光信号の挿入制御を行うことを特徴とする請求項 9 記載の光伝送装置。

【請求項 13】

前記分岐制御部は、 m 入力および 1 出力の $m \times 1$ カプラと、前記 $m \times 1$ カプラから出力された分岐光信号を分波する分波器と、を備えることを特徴とする請求項 9 記載の光伝送装置。

20

【請求項 14】

前記分波器は、1 入力および c 出力の $1 \times c$ アレイ導波路型光合分波器または 1 入力および c 出力の $1 \times c$ 波長選択スイッチを備えることを特徴とする請求項 13 記載の光伝送装置。

【請求項 15】

前記分波器は、1 入力および c 出力の $1 \times c$ 波長選択スイッチを 1 台と、1 入力および d 出力の $1 \times d$ 波長選択スイッチを c 台を備え、前記 $1 \times c$ 波長選択スイッチの出力ポートは、前記 $1 \times d$ 波長選択スイッチそれぞれの各入力ポートに接続することを特徴とする請求項 13 記載の光伝送装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は光伝送装置に関し、特に光信号の分岐、挿入を行って光伝送を行う光伝送装置に関する。

【背景技術】

【0002】

光伝送技術においては、高速大容量の光伝送路を構築する場合、波長分散と呼ばれる非線形の伝送特性が大きな影響を及ぼすことになる。

40

波長分散は、光ファイバ中を伝搬すると波形が時間軸に沿って広がる現象のことであり、光信号を歪みなく長距離伝送させるには、波長分散が十分に小さいことが必須である。

【0003】

一方、近年では、ビットレートの異なる光信号（例えば、 10Gb/s と 40Gb/s ）を混在させて光信号を伝送する光伝送システムの開発が行われている。このようなシステムでは、 40Gb/s の光信号で生じる波長分散は、 10Gb/s の光信号で生じる波長分散の影響よりもおよそ 16 倍と大きい。このため、 10Gb/s と 40Gb/s の光信号が混在するシステムでは、それぞれのビットレートに対応して効率よく分散補償（分

50

散低減)を行うことが必要である。

【0004】

分散補償としては、例えば、各ビットレートに対応した分散補償器(DCM:Dispersion Compensation Module)を光ファイバ上に設置して分散補償を行う方法が一般的に行われている。

【0005】

従来の分散補償技術として、インライン中継器毎に補償ノードを配置し、補償ノードでビットレート毎に波長分離し、ビットレート毎に分散補償量を設定する技術が特許文献1に提案されている。

【特許文献1】特開2005-295126号公報(段落番号[0021]~[0038])、第11図

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記のような光伝送システムでは、WDM(Wavelength Division Multiplex)による波長多重伝送が行われ、また、各ノードの通信要求に応じて、任意経路に任意波長の光を挿入(Add)したり、任意経路から任意波長の光の分岐(Drop)を行ったりするOADM(Optical Add and Drop Multiplexing)と呼ばれる制御が行われている。

【0007】

しかし、異なるビットレートの光信号のOADMを行う光伝送システムに対して分散補償を行う場合、従来では、各ビットレートに対応したDCMを、挿入または分岐される光ファイバ毎にそれぞれ配置して分散補償を行っていたため、装置規模およびコストが拡大してしまうといった問題があった。

【0008】

10Gb/sおよび40Gb/sの光信号が混在した光伝送システムの実用化は、現在立ち上げ段階であり、効率よく各ビットレートに対応して分散補償を行う技術は確立されていない状況である。このため、異なるビットレートの光信号のOADM制御を行うシステムにおいて、各ビットレートの光信号の波長分散を効率よく分散補償を行う技術が早急に求められている。

【0009】

本発明はこのように鑑みてなされたものであり、異なるビットレートが混在する光信号のOADM制御を行う際に、効率よく分散補償を行う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】

【0010】

上記課題を解決するために、光信号の分岐、挿入を行って光伝送を行う光伝送装置が提供される。光伝送装置は、N個のN入力ポートおよびM個のM出力ポートを有するN×M波長選択スイッチを含む光スイッチ部と、挿入すべき光信号である挿入光信号のビットレートがk(2)種類あり、前記N入力ポートの内、k(<N)個のk入力ポートと接続して、前記k入力ポートへ前記挿入光信号を送信して挿入制御を行う挿入制御部と、前記M出力ポートの内、m(<M)個のm出力ポートと接続して、前記m出力ポートから送信された光信号の分岐制御を行う分岐制御部と、を有し、前記N×M波長選択スイッチの前記k入力ポートと、前記挿入制御部と、を接続するk個の方路それぞれには、ビットレート毎に対応した波長分散を低減するための分散低減を設定し、前記挿入制御部は、前記挿入光信号の分散低減を行う前記方路を介して、前記挿入光信号を前記N×M波長選択スイッチへ送信する。

【発明の効果】

【0012】

異なるビットレートが混在する光信号のOADM制御を行う際に、装置規模を削減して効率よく分散低減を行うことが可能になる。

10

20

30

40

50

【0013】

本発明の上記および他の目的、特徴および利点は本発明の例として好ましい実施の形態を表す添付の図面と関連した以下の説明により明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】光伝送装置の原理図である。

【図2】光伝送装置の構成を示す図である。

【図3】WSSのスイッチング動作を示す図である。

【図4】WSSのスイッチング動作を示す図である。

10

【図5】WSSのスイッチング動作を示す図である。

【図6】WSSのスイッチング動作例を示す図である。

【図7】WSSのスイッチング動作例を示す図である。

【図8】光伝送装置の構成を示す図である。

【図9】光伝送装置の構成を示す図である。

【図10】光伝送装置の構成を示す図である。

【図11】光伝送装置の変形例を示す図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図1は光伝送装置の原理図である。光伝送装置1は、光スイッチ部10、挿入制御部12、分岐制御部13から構成され、光信号の分岐(Drop)、挿入(Add)によるOADMを行って光伝送を行う装置である。なお、光伝送装置1が伝送制御する光信号はWDM信号である。

20

【0016】

光スイッチ部10は、 $N \times M$ 波長選択スイッチ11を含む。 $N \times M$ 波長選択スイッチ(WSS: Wavelength Selective Switch)11は、 N 個の N 入力ポートおよび M 個の M 出力ポートを有する(以下、波長選択スイッチをWSSと呼ぶ)。

【0017】

挿入制御部12は、挿入すべき光信号である挿入光信号のビットレートが k 種類ある場合には、 N 入力ポートの内、 k ($< N$)個の k 入力ポートと接続する。そして、挿入制御部12は、 k 入力ポートへ挿入光信号を送信して挿入制御(Add制御)を行う。分岐制御部13は、 M 出力ポートの内、 m ($< M$)個の m 出力ポートと接続して、 m 出力ポートから送信された光信号の分岐制御(Drop制御)を行う。

30

【0018】

なお、 $N \times M$ のWSS11は、コアネットワークを流れる光信号を $N - k$ 入力ポートで受信し、コアネットワークへ出力する際は、 $M - m$ 出力ポートから光信号を出力する。

ここで、 $N \times M$ のWSS11の k 入力ポートと、挿入制御部12と、を接続する k 個の方路 $L_1 \sim L_k$ それぞれには、挿入光信号のビットレート毎に対応した波長分散を補償するための分散補償が設定される。

【0019】

また、挿入制御部12は、挿入制御時、挿入光信号のビットレートと同じビットレートの分散補償を行う方路を選択して、選択した方路を介して、挿入光信号を $N \times M$ のWSS11へ送信する。

40

【0020】

例えば、処理対象の挿入光信号1が 40 Gb/s のビットレートであり、方路 L_1 に 40 Gb/s 対応の分散補償が設定されている場合には、挿入制御部12は、方路 L_1 を選択する。挿入光信号1は、方路 L_1 を介して、 $N \times M$ のWSS11へ送信されることになる。

【0021】

次に光伝送装置1の構成について説明する。なお、以降の説明では、 $N \times M$ のWSS1

50

1 は、 $N = 3$ 、 $M = 3$ の 3×3 の WSS とし、ビットレートは 10 Gb/s と 40 Gb/s の 2 種類あるとして、挿入制御部 12 と接続する k 入力ポートは $k = 2$ とし、分岐制御部 13 と接続する m 出力ポートは $m = 2$ として説明する。さらに、以降では挿入制御部を Add 部、分岐制御部を Drop 部と呼ぶ。

【0022】

図 2 は光伝送装置の構成を示す図である。第 1 の実施の形態の光伝送装置 1-1 は、光スイッチ部 10a、Add 部 12-1、Drop 部 13-1 から構成される。光スイッチ部 10a は、 3×3 の WSS 11a を含む。Add 部 12-1 は、WSS 12a およびスイッチ制御部 12b を含む。Drop 部 13-1 は、カップラ 13a および AWG (Arrayed Waveguide Grating: アレイ導波路型光合分波器) 13b を含む (なお、光スイッチ部 10a 内にも、実際には WSS 11a のスイッチ制御を行うスイッチ制御部が存在するが図示は省略している)。

10

【0023】

Add 部 12-1 は、異なる波長が n 個あり、 n 個の波長の中で異なるビットレートが k 種類あるような挿入光信号 (以下、挿入光信号を Add 信号と呼ぶ) の Add 制御を行う場合、 n 個の n 入力ポートおよび k 個の k 出力ポートを有する $n \times k$ の WSS で構成される。

【0024】

ここでは、 40 Gb/s (以下、 40 G と表記) と 10 Gb/s (以下、 10 G と表記) の 2 種類 ($k = 2$) のビットレートが混在している Add 信号を受信するものとして、Add 部 12-1 は、 $n \times 2$ の WSS 12a としている。

20

【0025】

一方、WSS 11a の入力ポート in1 には、コアネットワークから流れてくる光信号が入力する。入力ポート in2 には、WSS 11a と Add 部 12-1 とを接続する方路 L1 を流れる Add 信号が入力する。入力ポート in3 には、WSS 11a と Add 部 12-1 とを接続する方路 L2 を流れる Add 信号が入力する。

【0026】

また、WSS 11a でスイッチングされた後の光信号は、出力ポート out1 からはコアネットワークへ向かって出力し、出力ポート out2、out3 からは Drop 部 13-1 へ向かって出力する。

30

【0027】

Drop 部 13-1 は、 m 入力および 1 出力の $m \times 1$ カプラと、 $m \times 1$ カプラから出力された分岐光信号 (以下、分岐光信号を Drop 信号と呼ぶ) を分波する分波器とから構成される。ここでは、 $m = 2$ なので、 2×1 のカップラ 13a と、分波器として 1 入力および n 出力の $1 \times n$ の AWG 13b とで構成されている。

【0028】

次に WSS 11a の動作について説明する。図 3 は WSS 11a のスイッチング動作を示す図である。コアネットワークを流れてきた光信号をそのままコアネットワークへスルースイッチングする様子を示している。

【0029】

WSS 11a は、分光光学系 11a-1、レンズ 11a-2、ミラー 11a-3 (ミラー 11a-3 は、波長毎に存在する) から構成されており、1 つの入力ポートから入射された入射光をいずれか 1 つの出力ポートから出力する。なお、ミラー 11a-3 は、一般には MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) が使用され、ミラー 11a-3 の角度を変えることによって、出力ポートの切り替えが行われる。

40

【0030】

図 3 の場合、ミラー 11a-3 の傾きによって、入力ポート in1 からの入力信号は、出力ポート out1 から出力される。なお、WSS は、その構造上の理由から、隣接ポートに輸入された 2 信号に対する出力先は必ず隣り合うことになるので、2 入力信号のうち、一方の出力先を決めると、他方の入力信号の出力先は自動的に決定する。

50

【 0 0 3 1 】

例えば、W S S 1 1 a の 2 つの入力ポート in 1、in 2 のうち、外側に位置する入力ポート in 1 からの入力信号が、出力ポート out 1 から出力するのであれば、ミラー 1 1 a - 3 の傾きに変化がなければ、内側に位置する入力ポート in 2 からの入力信号は、出力ポート out 1 の内側に隣接する出力ポート（この例では該当出力ポートは存在しないが）から出力することになる（出力ポート out 2、out 3 から出力することはない）。

【 0 0 3 2 】

図 4 は W S S 1 1 a のスイッチング動作を示す図である。コアネットワークを流れてきた光信号を D r o p し、1 0 G の A d d 信号をコアネットワークへ出力する場合のスイッチング状態を示している。

10

【 0 0 3 3 】

図 4 の場合、ミラー 1 1 a - 3 の傾きによって、入力ポート in 1 からの入力信号は、出力ポート out 2 から出力される。このとき、入力ポート in 1、in 2 のうち、外側に位置する入力ポート in 1 からの入力信号が、出力ポート out 2 から出力するので、ミラー 1 1 a - 3 の傾きに変化がなければ、内側に位置する入力ポート in 2 からの入力信号（1 0 G の A d d 信号）は、出力ポート out 2 の内側に隣接する出力ポート out 1 から出力されることになる。

【 0 0 3 4 】

図 5 は W S S 1 1 a のスイッチング動作を示す図である。コアネットワークを流れてきた光信号を D r o p し、4 0 G の A d d 信号をコアネットワークへ出力する場合のスイッチング状態を示している。

20

【 0 0 3 5 】

図 5 の場合、ミラー 1 1 a - 3 の傾きによって、入力ポート in 1 からの入力信号は、出力ポート out 3 から出力される。このとき、2 つの入力ポート in 1、in 3 のうち、外側に位置する入力ポート in 1 からの入力信号が、出力ポート out 3 から出力するので、ミラー 1 1 a - 3 の傾きに変化がなければ、入力ポート in 2 を飛ばして内側に位置する入力ポート in 3 からの入力信号（4 0 G の A d d 信号）は、出力ポート out 2 を飛ばして内側に位置する出力ポート out 1 から出力されることになる（すなわち、入力ポートへの入射光は、その入力ポートと対照的な位置にある出力ポートから出射される）。

【 0 0 3 6 】

次に A d d 制御について説明する。図 2 において、A d d 部 1 2 - 1 内の $n \times 2$ の W S S 1 2 a は、波長 1 ~ n の光信号を受信する（この例では、波長 1 ~ n の各光信号のビットレートは 1 0 G、4 0 G のいずれかである）。そして、スイッチ制御部 1 2 b の指示にもとづき、出力ポート P 1 または出力ポート P 2 へスイッチングする。

30

【 0 0 3 7 】

出力ポート P 1 に接続される光ファイバの方路 L 1 には、1 0 G 用の分散補償が施されており、出力ポート P 2 に接続される光ファイバの方路 L 2 には 4 0 G 用の分散補償が施されている。具体的には図 2 の場合、方路 L 1 には、1 0 G 用の D C T (Dispersion Compensation Transmitter) 1 4 a が設けられ、方路 L 2 には、4 0 G 用の D C T 1 4 b が設けられている（なお、1 0 G のビットレートで波長分散の影響が少なく、所望の伝送特性を満たすならば、D C T 1 4 a は必ずしも設けなくてもよい）。

40

【 0 0 3 8 】

スイッチ制御部 1 2 b は、A d d すべき各波長のビットレートをあらかじめ認識しており、そのビットレートに応じて出力ポート P 1 または出力ポート P 2 が選択されるように、W S S 1 2 a のスイッチ制御を行う。

【 0 0 3 9 】

例えば、波長 1、3、5、・・・というような、奇数番号の波長のビットレートが 1 0 G であったとすると、スイッチ制御部 1 2 b は、波長 1、3、5、・・・の波長を A d d する際には、これらの波長が出力ポート P 1 側へスイッチングされるように W S S 1 2 a 内のミラーを制御する。

50

【 0 0 4 0 】

また、波長 2、 4、 6、・・・というような、偶数番号の波長のビットレートが 40 Gであった場合には、スイッチ制御部 12 bは、波長 2、 4、 6、・・・の波長を Add する際には、これらの波長が出力ポート P 2 側へスイッチングされるように WSS 12 a 内のミラーを制御する。

【 0 0 4 1 】

WSS 12 aは、スイッチ制御部 12 bの指示にもとづき、スイッチングを行う。そして、WSS 12 aより出力された 10 Gおよび 40 Gの WDMの光信号は、分散補償値が最適値に設定された DCT 14 a、 14 bのそれぞれを通過することで、一括した前置分散補償が行われることになる。

10

【 0 0 4 2 】

図 6、図 7は WSS 12 aのスイッチング動作例を示す図である。図 6では、波長 1が 10 Gのビットレートの場合であり、出力ポート P 1から波長 1が出力される様子が示されている。なお、例えば、波長 2も 10 Gならば、ミラーの傾きを変化させて、出力ポート P 1から波長 2を出力させることになる。

【 0 0 4 3 】

図 7では、波長 1が 40 Gのビットレートの場合、出力ポート P 2から波長 1が出力される様子が示されている。なお、例えば、波長 2も 40 Gならば、ミラーの傾きを変化させて、出力ポート P 2から波長 2を出力させることになる。

【 0 0 4 4 】

このように、10 G、40 Gのビットレートに対応して分散補償を行う DCT 14 a、 14 bを、各ビットレートの波長が通過する方路 L 1、 L 2に設置し、Add 部 12 - 1において、Add 信号のビットレートと同じビットレートの分散補償を行う方路 L 1、 L 2が選択されるようにスイッチングを行って、選択した方路を介して、Add 信号を WSS 11 aへ送信する構成とした。

20

【 0 0 4 5 】

従来の OADMシステムでは、各ビットレートに対応した DCTを、光ファイバ方路それぞれに配置して分散補償を行っていたが、上記のような構成にすることにより、一括して効率よく分散補償を行うことができるので、装置規模およびコストの削減を行うことが可能になる。

30

【 0 0 4 6 】

次に Drop 制御について説明する。図 2において、カプラ 13 aの 2入力部分は、WSS 11 aの出力ポート out 2、 out 3と接続して、出力ポート out 2、 out 3から送信された光信号を合波して、AWG 13 bへ送信する。AWG 13 bは、カプラ 13 aからの出力信号を複数に分波して出力 (Drop) する。

【 0 0 4 7 】

ここで、図 4で上述した WSS 11 aの動作では、入力ポート in 1から入力した光信号は、出力ポート out 2から出力し、図 5で上述した WSS 11 aの動作では、入力ポート in 1から入力した光信号は、出力ポート out 3から出力する。

【 0 0 4 8 】

このように、入力ポート in 1から入力した光信号の出力ポートは、それぞれ WSS 11 aのミラーの傾き状態 (スイッチング状態) によって異なることになるが、カプラ 13 aを用いて、出力ポート out 2、 out 3からの出力信号を結合しているので、どちらの出力ポート out 2、 out 3から出力された光信号でも Drop することが可能である。

40

【 0 0 4 9 】

次に第 2の実施の形態について説明する。なお、以降の説明では、すでに上述した構成要素には同じ符号を付けて重複する構成要素の説明は省略する。図 8は光伝送装置の構成を示す図である。第 2の実施の形態の光伝送装置 1 - 2は、光スイッチ部 10 a、Add 部 12 - 2、Drop 部 13 - 1から構成される。

【 0 0 5 0 】

50

A d d部 1 2 - 2 は、異なるビットレートが k 種類あり、k 種類のビットレート毎に異なる波長が n 個あるような光信号を A d d 制御する場合、n 個の n 入力ポートおよび 1 個の 1 出力ポートを有する n x 1 の A W G を k 台用いて構成される。

【 0 0 5 1 】

この例では、1 0 G、4 0 G のビットレートによって k = 2 なので、n x 1 の A W G 1 2 c - 1、1 2 c - 2 の 2 台としている。A W G 1 2 c - 1 は、方路 L 1 と接続し、A W G 1 2 c - 2 は、方路 L 2 と接続する。

【 0 0 5 2 】

A W G 1 2 c - 1 は、1 0 G の波長 1 ~ n を合波して合波信号を生成し、1 0 G の分散補償を行う D C T 1 4 a が設置された方路 L 1 を介して、W S S 1 1 a へ向けて合波信号を送信して A d d する。また、A W G 1 2 c - 2 は、4 0 G の波長 1 ~ n を合波して合波信号を生成し、4 0 G の分散補償を行う D C T 1 4 b が設置された方路 L 2 を介して、W S S 1 1 a へ向けて合波信号を送信して A d d する。

10

【 0 0 5 3 】

次に第 3 の実施の形態について説明する。図 9 は光伝送装置の構成を示す図である。第 3 の実施の形態の光伝送装置 1 - 3 は、光スイッチ部 1 0 a、A d d 部 1 2 - 3、D r o p 部 1 3 - 3 から構成される。

【 0 0 5 4 】

A d d 部 1 2 - 3 は、n 個の異なる波長からなる波長グループが A 個あり、波長グループ毎に異なるビットレートが k 種類あるような光信号の A d d 制御を行う場合、n 個の n 入力ポートおよび 1 個の 1 出力ポートを有する n x 1 の W S S を A 台と、A 個の A 入力ポートおよび k 個の k 出力ポートを有する A x k の W S S の 1 台と、から構成される。

20

【 0 0 5 5 】

したがって、A d d 部 1 2 - 3 は、1 0 G、4 0 G のビットレートで k = 2 なので、n x 1 の W S S 1 2 d - 1 ~ 1 2 d - A の A 台と、A x 2 の W S S 1 2 e の 1 台とを含み、さらに W S S 1 2 e および W S S 1 2 d - 1 ~ 1 2 d - A のスイッチ制御を行うスイッチ制御部 1 2 f を備えている（なお、W S S のスイッチ制御を行うスイッチ制御部は、実際には光スイッチ部 1 0 a および D r o p 部 1 3 - 3 にも存在するが図示では省略している）。

【 0 0 5 6 】

W S S 1 2 d - 1 ~ 1 2 d - A のそれぞれは、波長 1 ~ n からなる波長グループの光信号をスイッチングして、1 つの出力ポートから W D M 信号を W S S 1 2 e へ出力する。

30

【 0 0 5 7 】

スイッチ制御部 1 2 f は、A d d すべき波長グループのビットレートをあらかじめ認識しており、そのビットレートに応じて出力ポート P 1 または出力ポート P 2 が選択されるように、W S S 1 2 e のスイッチ制御を行う。

【 0 0 5 8 】

例えば、W S S 1 2 d - 1 がスイッチング対象とする波長グループ（波長グループ g 1 とする）が 1 0 G のビットレートであれば、スイッチ制御部 1 2 f は、波長グループ g 1 を A d d する際には、出力ポート P 1 側へスイッチングさせるように W S S 1 2 e 内のミラーを制御する。

40

【 0 0 5 9 】

また、W S S 1 2 d - 2 がスイッチング対象とする波長グループ（波長グループ g 2 とする）が 4 0 G のビットレートであれば、スイッチ制御部 1 2 f は、波長グループ g 2 を A d d する際には、出力ポート P 2 側へスイッチングさせるように W S S 1 2 e 内のミラーを制御する。

【 0 0 6 0 】

W S S 1 2 e は、スイッチ制御部 1 2 f の指示にもとづき、スイッチングを行う。そして、W S S 1 2 e より出力された 1 0 G および 4 0 G の W D M の光信号は、分散補償値が

50

最適値に設定されたDCT14a、14bのそれぞれを通過することで、一括した前置分散補償が行われることになる。

【0061】

一方、Drop部13-3は、カプラ13aと、1×AのWSS13cと、1×nのWSS13d-1～13d-Aとから構成される。カプラ13aの2入力部分は、WSS11aの出力ポートout2、out3と接続して、出力ポートout2、out3から送信された光信号を合波して、WSS13cへ送信する。WSS13cは、カプラ13aからの出力信号を受信しスイッチングして出力し、WSS13d-1～13d-Aは、WSS13cからの出力信号を受信し、波長グループ毎にスイッチングして出力(Drop)する。

【0062】

次に第4の実施の形態について説明する。図10は光伝送装置の構成を示す図である。第4の実施の形態の光伝送装置1-4は、光スイッチ部10a、Add部12-4、Drop部13-4から構成される(光スイッチ部10a、Add部12-4、Drop部13-4内に存在するスイッチ制御部の図示は省略している)。

【0063】

Add部12-4は、異なる波長がa個で低ビットレートのAdd光信号である低ビットレートAdd信号と、異なる波長がb個で高ビットレートのAdd信号である高ビットレートAdd信号とのAdd制御を行う場合、a個のa入力ポートおよび1個の1出力ポートを有する透過帯域幅の狭い低ビットレート用WSSと、b個のb入力ポートおよび1個の1出力ポートを有する透過帯域幅の広い高ビットレート用WSSとから構成される。

【0064】

この例では、 $a = b = n$ とし、10GビットレートのAddを行うWSS12g-1が透過帯域幅の狭い低ビットレート用のWSSに該当し、40GビットレートのAddを行うWSS12g-2が透過帯域幅の広い高ビットレート用のWSSに該当する。

【0065】

このように、低ビットレートのAdd信号に対しては、コストが安い透過帯域幅の狭いWSSを使用し、高ビットレートのAdd信号に対しては、コストが高い透過帯域幅の広いWSSを使用するというように、透過帯域幅の違うWSSを使い分けて構成することにより、コストの削減を図ることが可能になる。

【0066】

なお、Add動作としては、WSS12g-1でスイッチング出力された10GのWDM信号は、10Gの分散補償値が最適値に設定されたDCT14aを通過することで、一括した前置分散補償が行われ、WSS12g-2でスイッチング出力された40GのWDM信号は、40Gの分散補償値が最適値に設定されたDCT14bを通過することで、一括した前置分散補償が行われる。

【0067】

また、Drop動作としては、カプラ13aの2入力部分は、WSS11aの出力ポートout2、out3と接続して、出力ポートout2、out3から送信された光信号を合波して、WSS13eへ送信する。WSS13eは、カプラ13aからの出力信号を受信しスイッチングして出力(Drop)する。

【0068】

次に光伝送装置1の変形例について説明する。図1の光伝送装置1では、ビットレート毎に分散補償を設定したが、変形例の場合は、Add信号がAdd部に到達するまでの伝送距離毎(各伝送距離で生じる波長分散毎)に分散補償を設定するものである。なお、伝送距離は伝送スパン数としてもよい。

【0069】

図11は光伝送装置の変形例を示す図である。光伝送装置2は、光スイッチ部20、Add部22、Drop部23から構成され、光信号の分岐(Drop)、挿入(Add)によるOADMを行って光伝送を行う装置である。なお、光伝送装置1が伝送制御する光信号はWDM信号である。

10

20

30

40

50

【0070】

光スイッチ部20は、 $N \times M$ のWSS21を含む。Add部22は、Add信号の伝送距離に応じて発生する波長分散がk種類ある場合に、N入力ポートの内、 $k (< N)$ 個のk入力ポートと接続して、n入力ポートへAdd信号を送信してAdd制御を行う。Drop部23は、M出力ポートの内、 $m (< M)$ 個のm出力ポートと接続して、m出力ポートから送信された光信号のDrop制御を行う。

【0071】

ここで、WSS21のk入力ポートと、Add部22と、を接続するk個の方路それぞれには、伝送距離に応じて発生する波長分散毎に対応した分散補償を設定し、Add部22は、Add信号の分散補償を行う方路を選択して、選択した方路を介して、Add信号をWSS21へ送信する。

10

【0072】

例えば、処理対象のAdd信号1が、伝送距離D1[km]の光ファイバ上を流れてきてAdd部22に到達するのであれば、伝送距離D1[km]で生じる波長分散を分散補償するための分散補償を、方路L1に設定しておき、Add部22は、Add信号1のAdd時には、方路L1を選択する。これによって、Add信号1は、方路L1を介して、WSS21へ送信される途中で分散補償されることになる。

【0073】

また、処理対象のAdd信号2が、伝送距離D2[km]の光ファイバ上を流れてきてAdd部22に到達するのであれば、伝送距離D2[km]で生じる波長分散を分散補償するための分散補償を、方路L2に設定しておき、Add部22は、Add信号2のAdd時には、方路L2を選択する。これによって、Add信号2は、方路L2を介して、WSS21へ送信される途中で分散補償されることになる。

20

【0074】

このように、ビットレート毎に分散補償を設定する代わりに、Add部に到達するまでの各伝送距離で生じる波長分散毎に、WSS21のk入力ポートと、Add部22と、を接続するk個の方路それぞれに、分散補償を設定する構成としてもよい。なお、変形例における、光スイッチ部20、Add部22、Drop部23の構成は、上述した第1の実施の形態～第4の実施の形態で示した、光スイッチ部、Add部およびDrop部の構成と同じ構成を適用でき、変形例の光伝送装置2は、方路L1～Lkに設定する分散補償の設定思想のみが光伝送装置1と異なるものである。

30

【0075】

上記については単に本発明の原理を示すものである。さらに、多数の変形、変更が当業者にとって可能であり、本発明は上記に示し、説明した正確な構成および応用例に限定されるものではなく、対応するすべての変形例および均等物は、添付の請求項およびその均等物による本発明の範囲とみなされる。

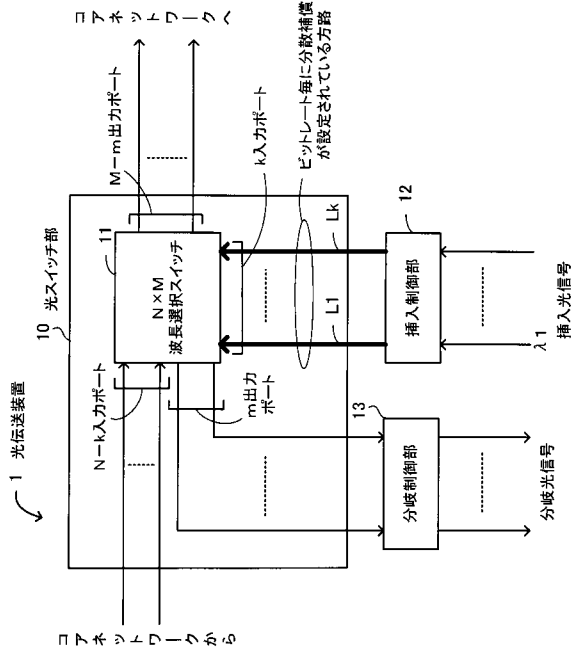
【符号の説明】

【0076】

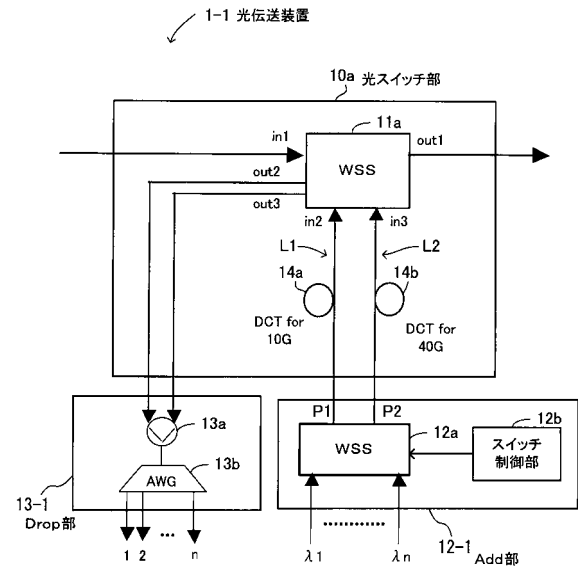
- 1 光伝送装置
- 10 光スイッチ部
- 11 $N \times M$ 波長選択スイッチ
- 12 挿入制御部
- 13 分岐制御部
- L1～Lk 方路

40

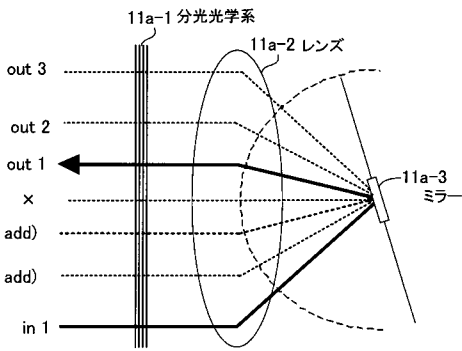
【 図 1 】



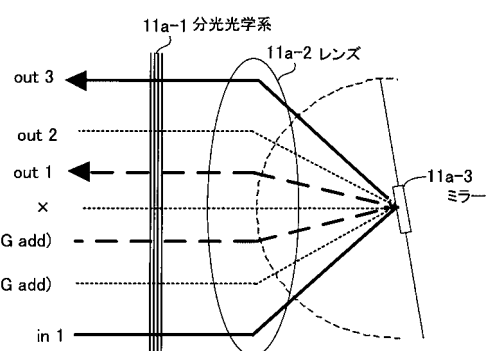
【 図 2 】



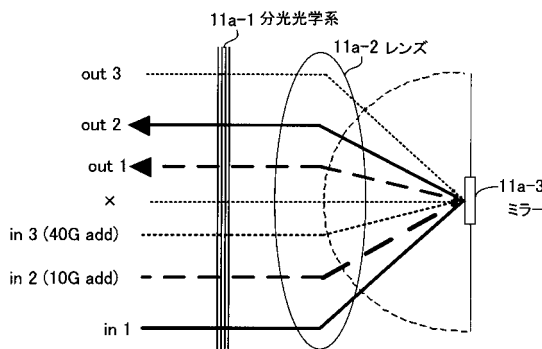
【 図 3 】



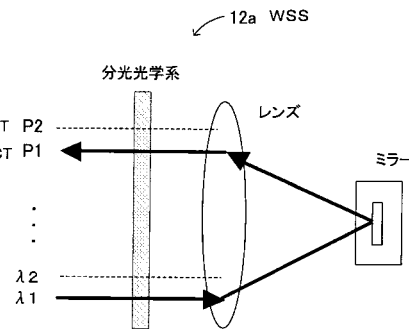
【 図 5 】



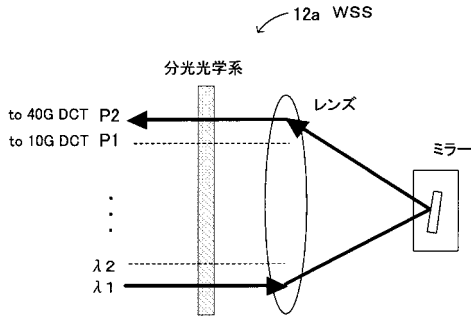
【 図 4 】



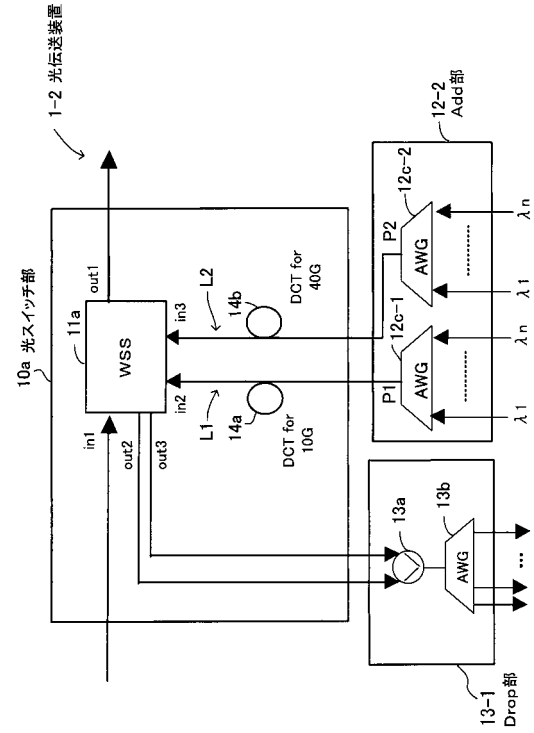
【 図 6 】



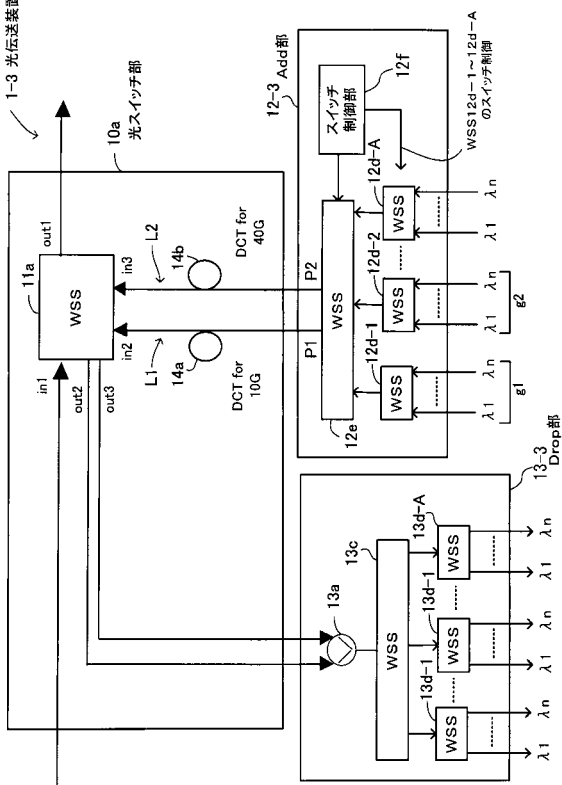
【図7】



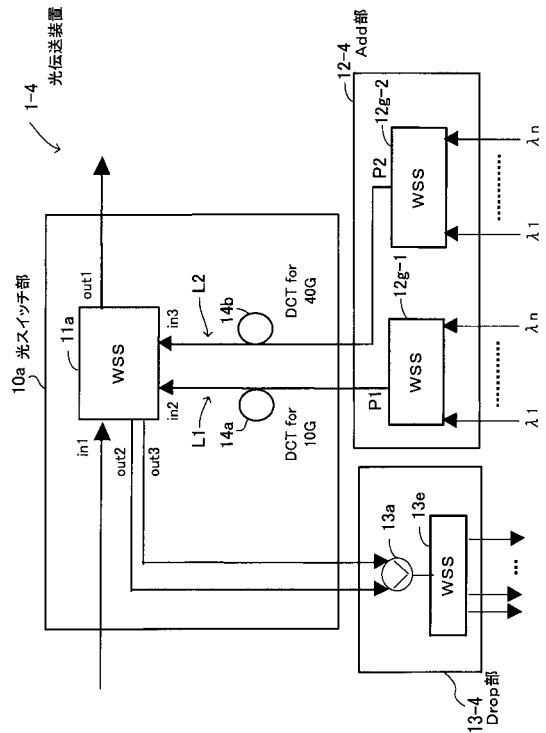
【図8】



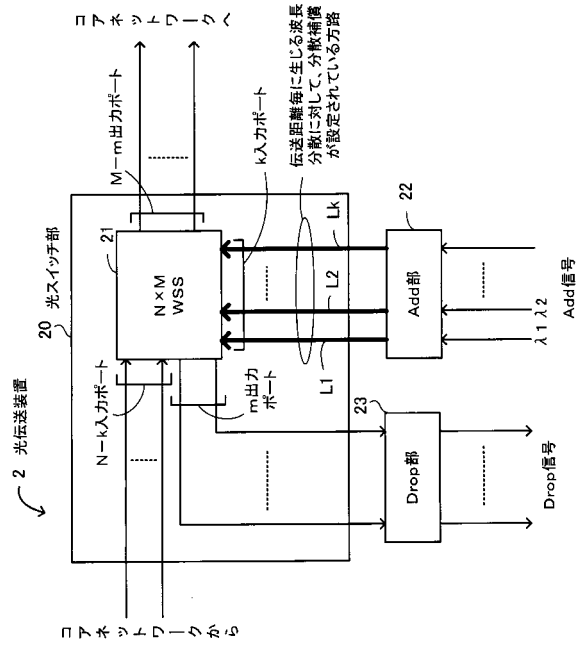
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

審査官 後澤 瑞征

(56)参考文献 特開2006-042012(JP,A)
特開平09-261173(JP,A)
特開2005-295126(JP,A)
特開2006-086920(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04B10/00-10/28
H04J14/00-14/08
H04L 12/44