

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2008年9月25日 (25.09.2008)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2008/114352 A1

- (51) 国際特許分類:  
H04B 10/02 (2006.01) H04J 14/02 (2006.01)  
H04J 14/00 (2006.01) H04Q 3/52 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2007/055403
- (22) 国際出願日: 2007年3月16日 (16.03.2007)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 富士通株式会社 (FUJITSU LIMITED) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 三浦章 (MIURA,

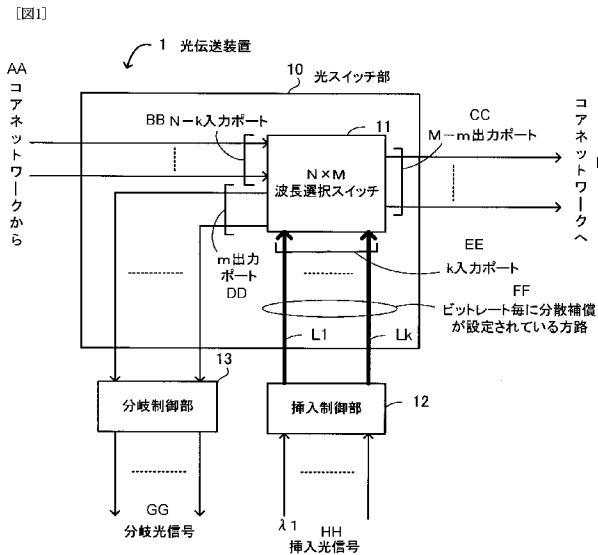
Akira) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 大井 寛己 (OOI, Hiroki) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP). 寺原 隆文 (TERAHARA, Takafumi) [JP/JP]; 〒2118588 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通株式会社内 Kanagawa (JP).

- (74) 代理人: 服部 毅巖 (HATTORI, Kiyoshi); 〒1920082 東京都八王子市東町9番8号 八王子東町センタービル 服部特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL TRANSMISSION DEVICE

(54) 発明の名称: 光伝送装置



(57) Abstract: An optical transmission device is provided to efficiently carry out dispersion compensation at an OADM control time of an optical signal in which different bit rates are intermingled. When there are k kinds of bit rates of an insertion optical signal, i.e., an optical signal to be inserted, an insertion control unit (12) connects k (<N) input ports out of N input ports, transmits the insertion optical signal to the k input ports and carries out insertion control. A branch control unit (13) connects m (<M) output ports out of M output ports and carries out branch control of an optical signal transmitted from the m output ports. Dispersion compensation to compensate wavelength dispersion corresponding to every bit rate is set at each of k side lines (L1-Lk) connecting k input ports of an N x M selection switch (11) with the insertion control unit (12). The insertion control unit (12) selects a side line to carry out the dispersion compensation of the insertion optical signal and transmits the insertion optical signal to the N x M selection switch (11) through the selected side line.

(57) 要約: 異なるビットレートが混在する光信号のOADM制御時に、効率よく分散補償を行う。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入力ポートと接続して、k入力ポートへ挿入光信号を送信して挿入制御を行う。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を行う。N x M波長選択スイッチ(11)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(L1~Lk)それぞれには、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を設定し、挿入制御部(12)は、挿入光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、挿入光信号をN x M波長選択スイッチ(11)へ送信する。

- AA FROM CORE NETWORK
- 1 OPTICAL TRANSMISSION DEVICE
- 10 OPTICAL SWITCH
- BB N-k INPUT PORTS
- 11 N x M WAVELENGTH SELECTION SWITCH
- CC M-m OUTPUT PORTS
- DD m OUTPUT PORTS
- EE k INPUT PORTS
- FF SIDE LINE WHERE DISPERSION COMPENSATION IS SET FOR EVERY BIT RATE
- 13 BRANCH CONTROL UNIT
- 12 INSERTION CONTROL UNIT
- GG BRANCHED OPTICAL SIGNAL
- HH INSERTION OPTICAL SIGNAL
- II TO CORE NETWORK



WO 2008/114352 A1



HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

## 明 細 書

### 光伝送装置

### 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。

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] 本発明はこのような点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] 本発明では上記課題を解決するために、図1に示すような、光信号の分岐、挿入を行って光伝送を行う光伝送装置1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11を含む光スイッチ部10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、k入力ポートへ挿入光信号を送信して挿入制御を行う挿入制御部12と、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を行う分岐制御部13と、を有し、N×M波長選択スイッチ11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L1～Lkそれぞれには、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を設定し、挿入制御部12は、挿入光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、挿入光信号をN×M波長選択スイッチ11へ送信することを特徴とする光伝送装置1が提供される。

[0011] ここで、 $N \times M$ 波長選択スイッチ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。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、 $N$ 入力ポートの内、 $k (< N)$ 個の $k$ 入力ポートと接続して、 $k$ 入力ポートへ挿入光信号を送信して挿入制御を行う。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を行う。 $N \times M$ 波長選択スイッチ11の $k$ 入力ポートと、挿入制御部12とを接続する、光スイッチ部10内の $k$ 個の方路 $L1 \sim Lk$ それぞれには、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を設定し、挿入制御部12は、挿入光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、挿入光信号を $N \times M$ 波長選択スイッチ11へ送信する。

#### 発明の効果

[0012] 本発明の光伝送装置は、 $N \times M$ 波長選択スイッチと、 $N$ 入力ポートの内、 $k (< N)$ 個の $k$ 入力ポートと接続して、 $k$ 入力ポートへ挿入光信号を送信して挿入制御を行う挿入制御部とを有し、 $N \times M$ 波長選択スイッチの $k$ 入力ポートと、挿入制御部とを接続する $k$ 個の方路それぞれには、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を設定して、該当挿入光信号の分散補償を行う方路を選択して、挿入制御を行う構成とした。これにより、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、装置規模を削減して効率よく分散補償を行うことが可能になる。

[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。

[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。

[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。

[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 $L1 \sim Lk$ 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。

[0020] 例えば、処理対象の挿入光信号 $\lambda 1$ が $40\text{Gb/s}$ のビットレートであり、方路 $L1$ に $40\text{Gb/s}$ 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 $L1$ を

選択する。挿入光信号 $\lambda 1$ は、方路L1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WSS11は、 $N=3$ 、 $M=3$ の $3 \times 3$ のWSSとし、ビットレートは $10\text{Gb/s}$ と $40\text{Gb/s}$ 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、 $3 \times 3$ のWSS11aを含む。Add部12-1は、WSS12aおよびスイッチ制御部12bを含む。Drop部13-1は、カプラ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WSS11a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)。
- [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、 $40\text{Gb/s}$ (以下、40Gと表記)と $10\text{Gb/s}$ (以下、10G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WSS12aとしている。
- [0025] 一方、WSS11a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、WSS11a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、WSS11a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、WSS11a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。
- [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、 $2\times 1$ のカプラ13aと、分波器として1入力および $n$ 出力の $1\times n$ のAWG13bとで構成されている。

- [0028] 次にWSS11aの動作について説明する。図3はWSS11a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] WSS11a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。
- [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、隣接ポートに入力された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。
- [0031] 例えば、WSS11aの2つの入力ポートin1、in2のうち、外側に位置する入力ポートin1からの入力信号が、出力ポートout1から出力するのであれば、ミラー11a-3の傾きに変化がなければ、内側に位置する入力ポートin2からの入力信号は、出力ポートout1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out2、out3から出力することはない)。
- [0032] 図4はWSS11a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Dropし、10GのAdd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。
- [0033] 図4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out2から出力される。このとき、入力ポートin1、in2のうち、外側に位置する入力ポートin1からの入力信号が、出力ポートout2から出力するので、ミラー11a-3の傾きに変化がなければ、内側に位置する入力ポートin2からの入力信号(10GのAdd信号)は、出力ポートout2の内側に隣接する出力ポートout1から出力されることにな



る。

- [0034] 図5はWSS11a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Dropし、40GのAdd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。
- [0035] 図5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out3から出力される。このとき、2つの入力ポートin1、in3のうち、外側に位置する入力ポートin1からの入力信号が、出力ポートout3から出力するので、ミラー11a-3の傾きに変化がなければ、入力ポートin2を飛ばして内側に位置する入力ポートin3からの入力信号(40GのAdd信号)は、出力ポートout2を飛ばして内側に位置する出力ポートout1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)。
- [0036] 次にAdd制御について説明する。図2において、Add部12-1内の $n \times 2$ のWSS12aは、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の光信号を受信する(この例では、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ の各光信号のビットレートは10G、40Gのいずれかである)。そして、スイッチ制御部12bの指示にもとづき、出力ポートP1または出力ポートP2へスイッチングする。
- [0037] 出力ポートP1に接続される光ファイバの方路L1には、10G用の分散補償が施されており、出力ポートP2に接続される光ファイバの方路L2には40G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L1には、10G用のDCT(Dispersion Compensation Transmitter)14aが設けられ、方路L2には、40G用のDCT14bが設けられている(なお、10G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、DCT14aは必ずしも設けなくてもよい)。
- [0038] スイッチ制御部12bは、Add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P1または出力ポートP2が選択されるように、WSS12aのスイッチ制御を行う。
- [0039] 例えば、波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_3$ 、 $\lambda_5$ 、 $\dots$ というような、奇数番号の波長のビットレートが10Gであったとすると、スイッチ制御部12bは、波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_3$ 、 $\lambda_5$ 、 $\dots$ の波長をAddする際には、これらの波長が出力ポートP1側へスイッチングされるようにWSS12a内のミラーを制御する。

- [0040] また、波長 $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_6$ 、・・・というような、偶数番号の波長のビットレートが40Gであった場合には、スイッチ制御部12bは、波長 $\lambda_2$ 、 $\lambda_4$ 、 $\lambda_6$ 、・・・の波長をAddする際には、これらの波長が出力ポートP2側へスイッチングされるようにWSS12a内のミラーを制御する。
- [0041] WSS12aは、スイッチ制御部12bの指示にもとづき、スイッチングを行う。そして、WSS12aより出力された10Gおよび40GのWDMの光信号は、分散補償値が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。
- [0042] 図6、図7はWSS12aのスイッチング動作例を示す図である。図6では、波長 $\lambda_1$ が10Gのビットレートの場合であり、出力ポートP1から波長 $\lambda_1$ が出力される様子が示されている。なお、例えば、波長 $\lambda_2$ も10Gならば、ミラーの傾きを変化させて、出力ポートP1から波長 $\lambda_2$ を出力させることになる。
- [0043] 図7では、波長 $\lambda_1$ が40Gのビットレートの場合、出力ポートP2から波長 $\lambda_1$ が出力される様子が示されている。なお、例えば、波長 $\lambda_2$ も40Gならば、ミラーの傾きを変化させて、出力ポートP2から波長 $\lambda_2$ を出力させることになる。
- [0044] このように、10G、40Gのビットレートに対応して分散補償を行うDCT14a、14bを、各ビットレートの波長が通過する方路L1、L2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L1、L2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WSS11aへ送信する構成とした。
- [0045] 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。
- [0046] 次にDrop制御について説明する。図2において、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、AWG13bへ送信する。AWG13bは、カプラ13aからの出力信号を複数に分波して出力(Drop)する。

- [0047] ここで、図4で上述したWSS11aの動作では、入力ポートin1から入力した光信号は、出力ポートout2から出力し、図5で上述したWSS11aの動作では、入力ポートin1から入力した光信号は、出力ポートout3から出力する。
- [0048] このように、入力ポートin1から入力した光信号の出力ポートは、それぞれWSS11a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13aを用いて、出力ポートout2、out3からの出力信号を結合しているため、どちらの出力ポートout2、out3から出力された光信号でもDropすることが可能である。
- [0049] 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10a、Add部12-2、Drop部13-1から構成される。
- [0050] Add部12-2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Add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×1のAWGをk台用いて構成される。
- [0051] この例では、10G、40Gのビットレートによってk=2なので、n×1のAWG12c-1、12c-2の2台としている。AWG12c-1は、方路L1と接続し、AWG12c-2は、方路L2と接続する。
- [0052] AWG12c-1は、10Gの波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を合波して合波信号を生成し、10Gの分散補償を行うDCT14aが設置された方路L1を介して、WSS11aへ向けて合波信号を送信してAddする。また、AWG12c-2は、40Gの波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を合波して合波信号を生成し、40Gの分散補償を行うDCT14bが設置された方路L2を介して、WSS11aへ向けて合波信号を送信してAddする。
- [0053] 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10a、Add部12-3、Drop部13-3から構成される。
- [0054] Add部12-3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Add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×1のWSSをA台と、A個のA入力ポ

トおよびk個のk出力ポートを有する $A \times k$ のWSSの1台と、から構成される。

- [0055] したがって、Add部12-3は、10G、40Gのビットレートで $k=2$ なので、 $n \times 1$ のWSS12d-1~12d-AのA台と、 $A \times 2$ のWSS12eの1台とを含み、さらにWSS12eおよびWSS12d-1~12d-Aのスイッチ制御を行うスイッチ制御部12fを備えている(なお、WSS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10aおよびDrop部13-3にも存在するが図示では省略している)。
- [0056] WSS12d-1~12d-Aのそれぞれは、波長 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ 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WDM信号をWSS12eへ出力する。
- [0057] スイッチ制御部12fは、Add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P1または出力ポートP2が選択されるように、WSS12eのスイッチ制御を行う。
- [0058] 例えば、WSS12d-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g1とする)が10Gのビットレートであれば、スイッチ制御部12fは、波長グループg1をAddする際には、出力ポートP1側へスイッチングさせるようにWSS12e内のミラーを制御する。
- [0059] また、WSS12d-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g2とする)が40Gのビットレートであれば、スイッチ制御部12fは、波長グループg2をAddする際には、出力ポートP2側へスイッチングさせるようにWSS12e内のミラーを制御する。
- [0060] WSS12eは、スイッチ制御部12fの指示にもとづき、スイッチングを行う。そして、WSS12eより出力された10Gおよび40GのWDMの光信号は、分散補償値が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、 $1 \times A$ のWSS13cと、 $1 \times n$ 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

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、カップラ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、カップラ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。

[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。

[0072] 例えば、処理対象のAdd信号 $\lambda 1$ が、伝送距離 $D1[\text{km}]$ 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 $D1[\text{km}]$ 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 $\lambda 1$ のAdd時には、方路 $L1$ を選択する。これによって、Add信号 $\lambda 1$ 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 $\lambda 2$ が、伝送距離 $D2[\text{km}]$ 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 $D2[\text{km}]$ 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 $\lambda 2$ のAdd時には、方路 $L2$ を選択する。これによって、Add信号 $\lambda 2$ 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。

[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、Drop23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。

[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×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

## 請求の範囲

- [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種類ある場合に、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補償するための分散補償を設定し、  
前記挿入制御部は、前記挿入光信号の分散補償を行う前記方路を選択して、選択した前記方路を介して、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。
- [2] 前記挿入制御部は、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種類あるような前記挿入光信号の挿入制御を行う場合、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×k波長選択スイッチで構成されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光伝送装置。
- [3] 前記挿入制御部は、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個あるような前記挿入光信号の挿入制御を行う場合、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×1のアレイ導波路型光合分波器をk台用いて構成されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光伝送装置。
- [4] 前記挿入制御部は、n個の異なる波長からなる波長グループがA個あり、前記波長グループ毎に異なるビットレートがk種類あるような前記挿入光信号の挿入制御を行う場合、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×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×k波長選択スイッチの1台と、から構成されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光伝送装置。

- [5] 前記挿入制御部は、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、から構成されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光伝送装置。
- [6] 前記分岐制御部は、m入力および1出力のm×1カプラと、前記m×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、から構成されることを特徴とする請求の範囲第1項記載の光伝送装置。
- [7] 前記分波器は、1入力およびc出力の1×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×c波長選択スイッチで構成されることを特徴とする請求の範囲第6項記載の光伝送装置。
- [8] 前記分波器は、1入力およびc出力の1×c波長選択スイッチを1台と、1入力およびd出力の1×d波長選択スイッチをc台で構成されることを特徴とする請求の範囲第6項記載の光伝送装置。
- [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×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種類ある場合に、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、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補償を設定し、

前記挿入制御部は、前記挿入光信号の分散補償を行う前記方路を選択して、選択した前記方路を介して、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、

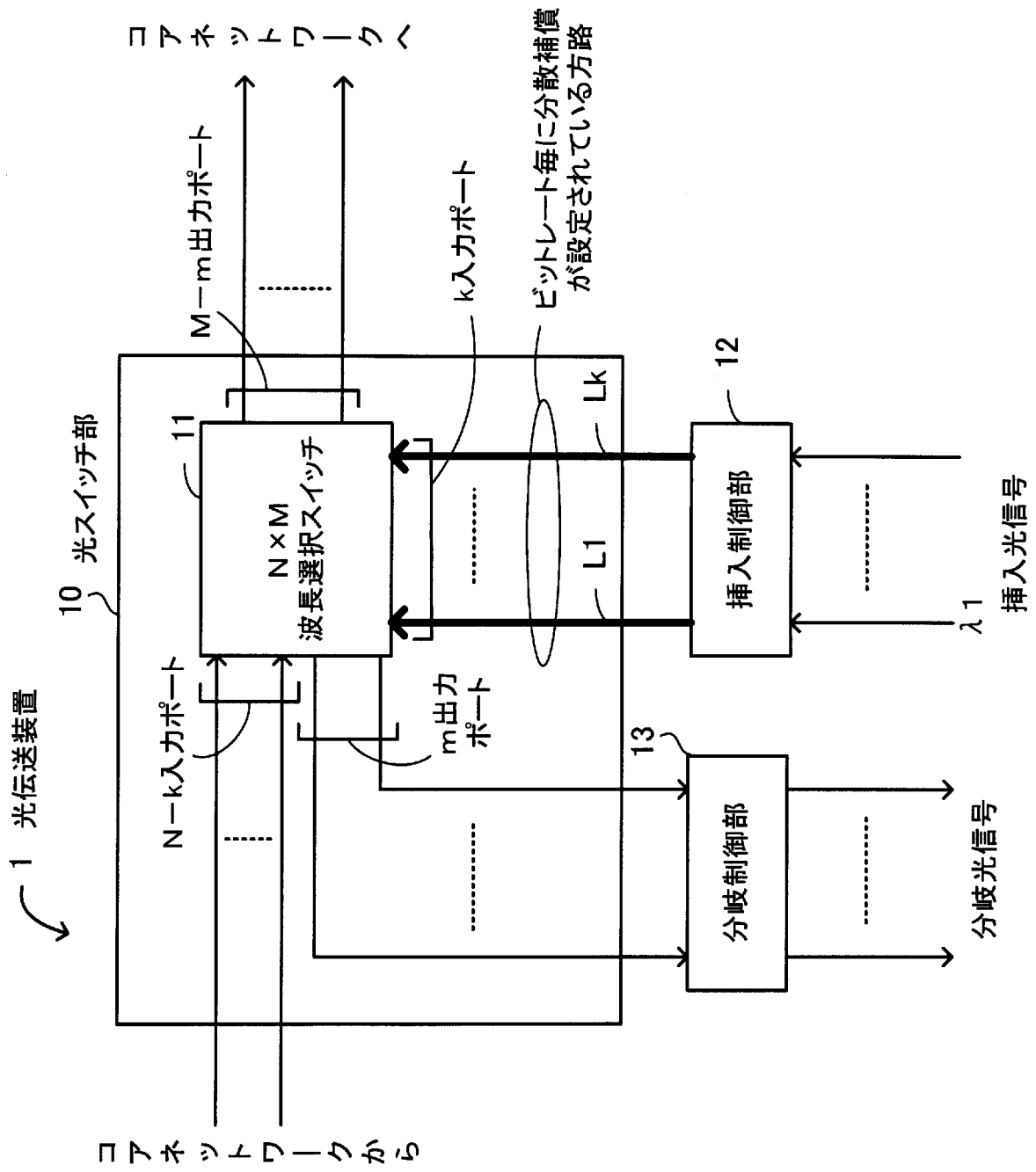
ことを特徴とする光伝送装置。

- [10] 前記挿入制御部は、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 $k$ 種類あるような前記挿入光信号の挿入制御を行う場合、 $n$ 個の $n$ 入力ポートおよび $k$ 個の $k$ 出力ポートを有する $n \times k$ 波長選択スイッチで構成されることを特徴とする請求の範囲第9項記載の光伝送装置。
- [11] 前記挿入制御部は、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 $n$ 個あるような前記挿入光信号の挿入制御を行う場合、 $n$ 個の $n$ 入力ポートおよび1個の1出力ポートを有する $n \times 1$ のアレイ導波路型光合分波器を $k$ 台用いて構成されることを特徴とする請求の範囲第9項記載の光伝送装置。
- [12] 前記挿入制御部は、 $n$ 個の異なる波長からなる波長グループが $A$ 個あり、前記波長グループ毎に異なるビットレートが $k$ 種類あるような前記挿入光信号の挿入制御を行う場合、 $n$ 個の $n$ 入力ポートおよび1個の1出力ポートを有する $n \times 1$ 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、から構成されることを特徴とする請求の範囲第9項記載の光伝送装置。
- [13] 前記挿入制御部は、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、から構成されることを特徴とする請求の範囲第9項記載の光伝送装置。
- [14] 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

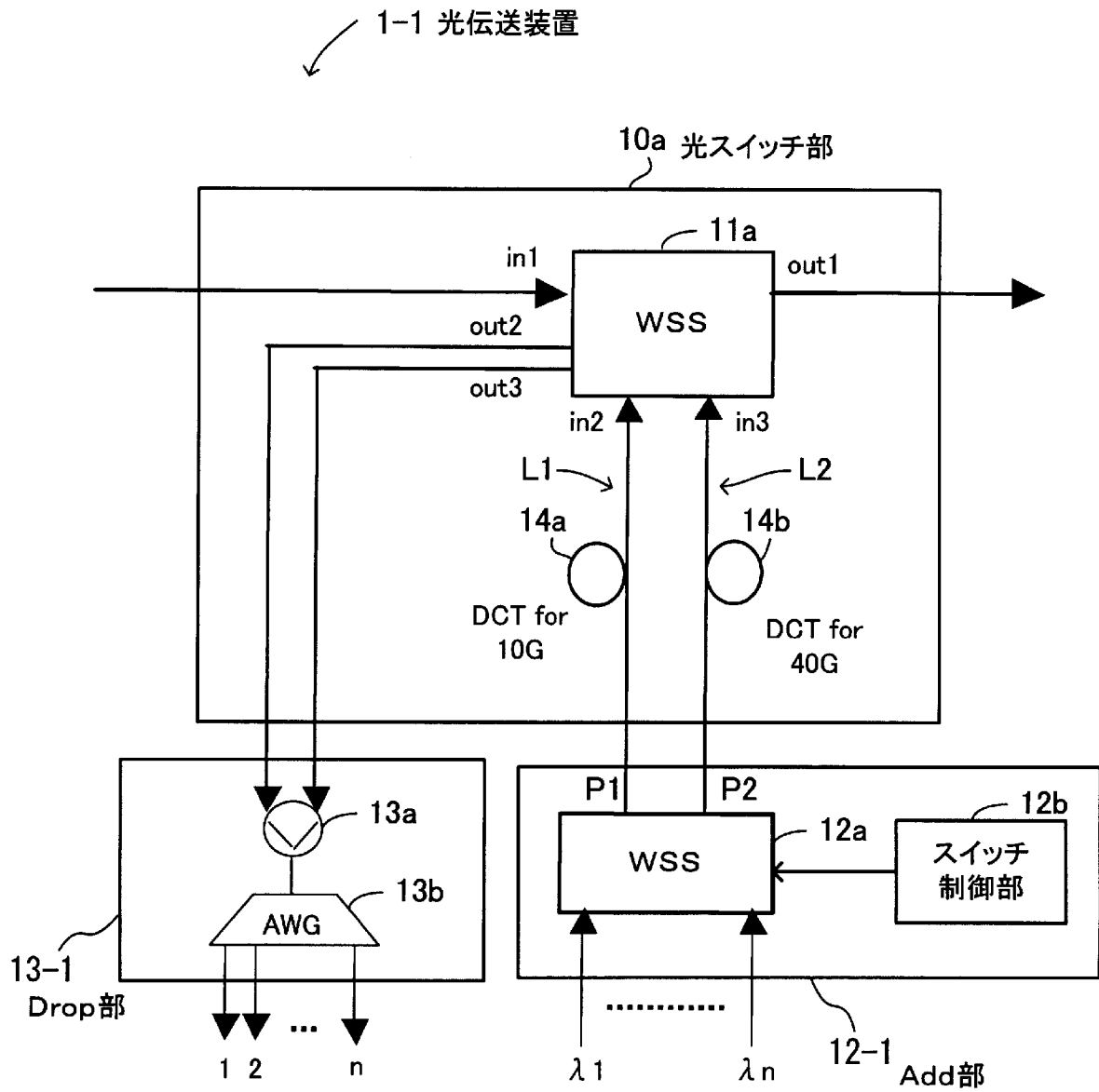
力された分岐光信号を分波する分波器と、から構成されることを特徴とする請求の範囲第9項記載の光伝送装置。

- [15] 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 $1 \times c$ 波長選択スイッチで構成されることを特徴とする請求の範囲第14項記載の光伝送装置。
- [16] 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台で構成されることを特徴とする請求の範囲第14項記載の光伝送装置。

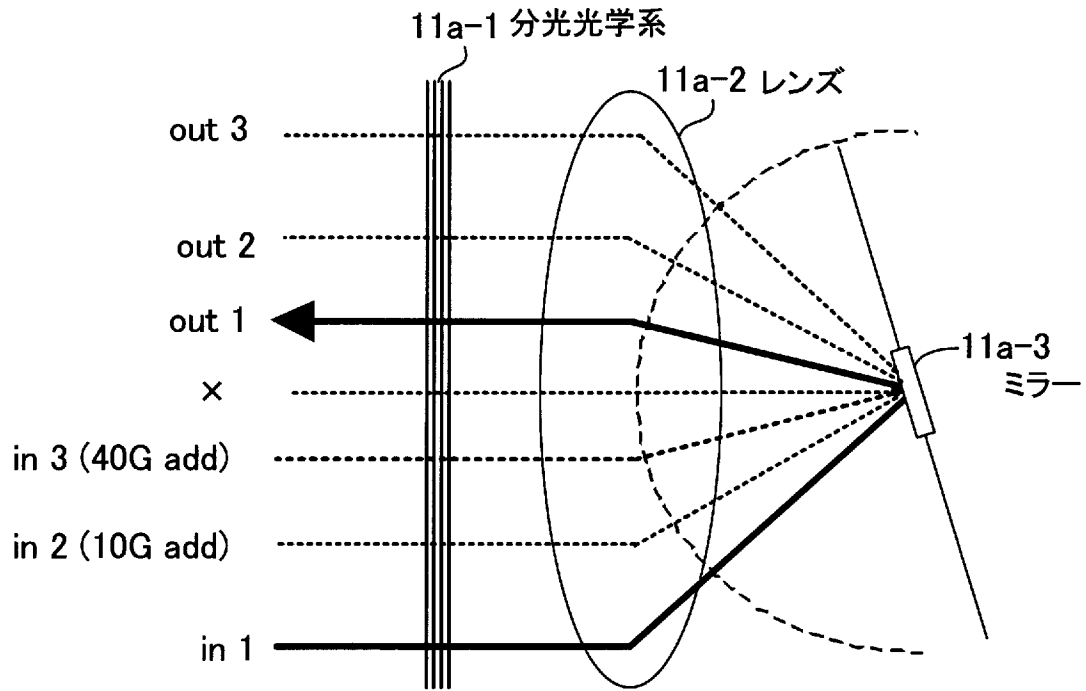
[図1]



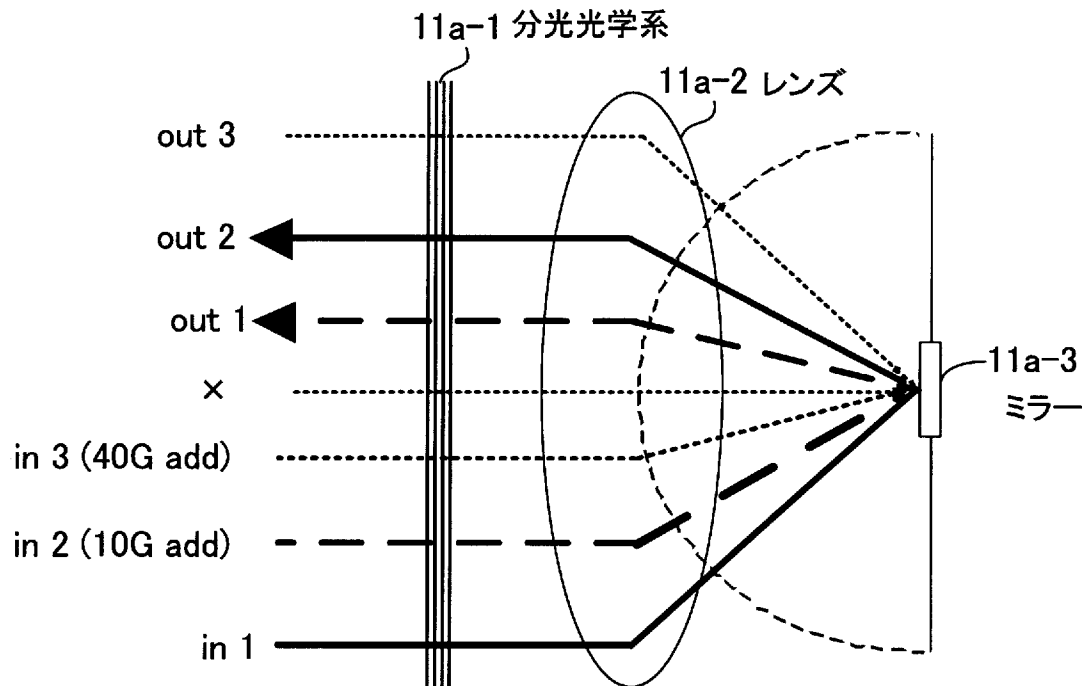
[図2]



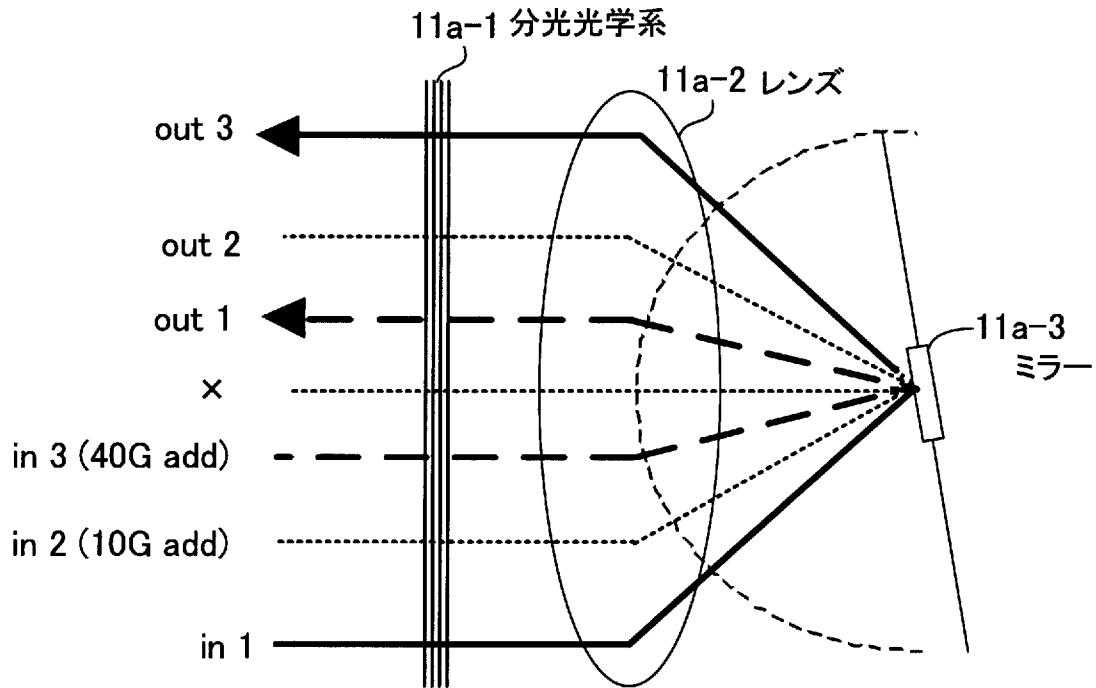
[図3]



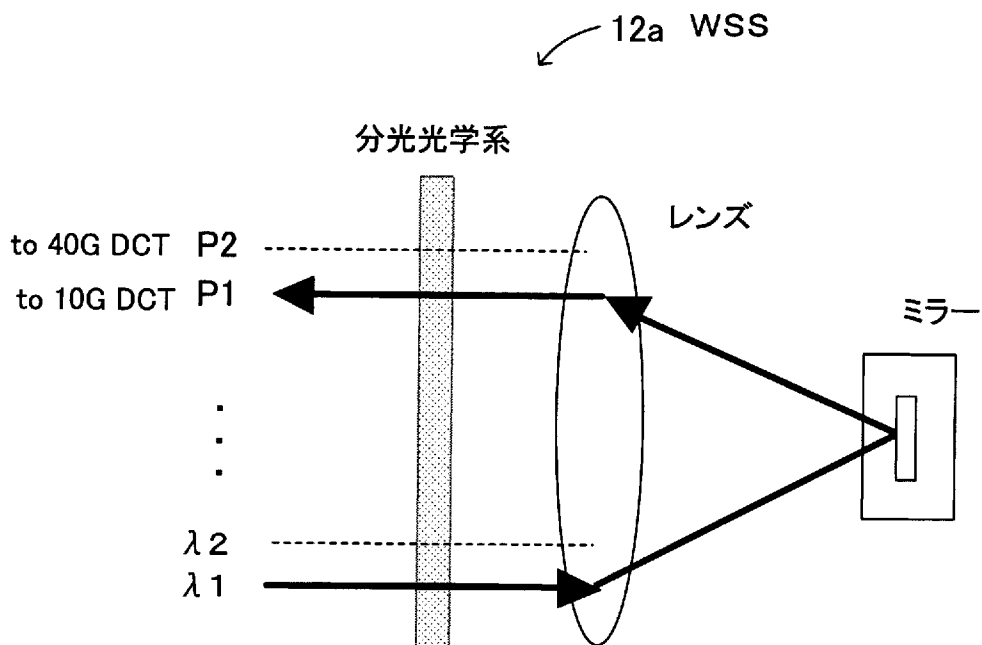
[図4]



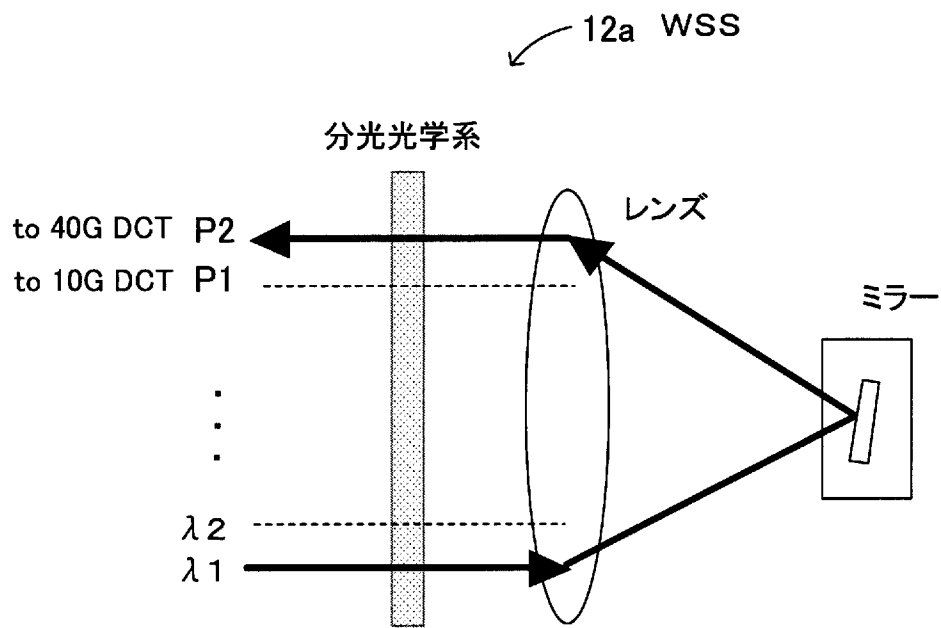
[図5]



[図6]



[図7]





[図8]

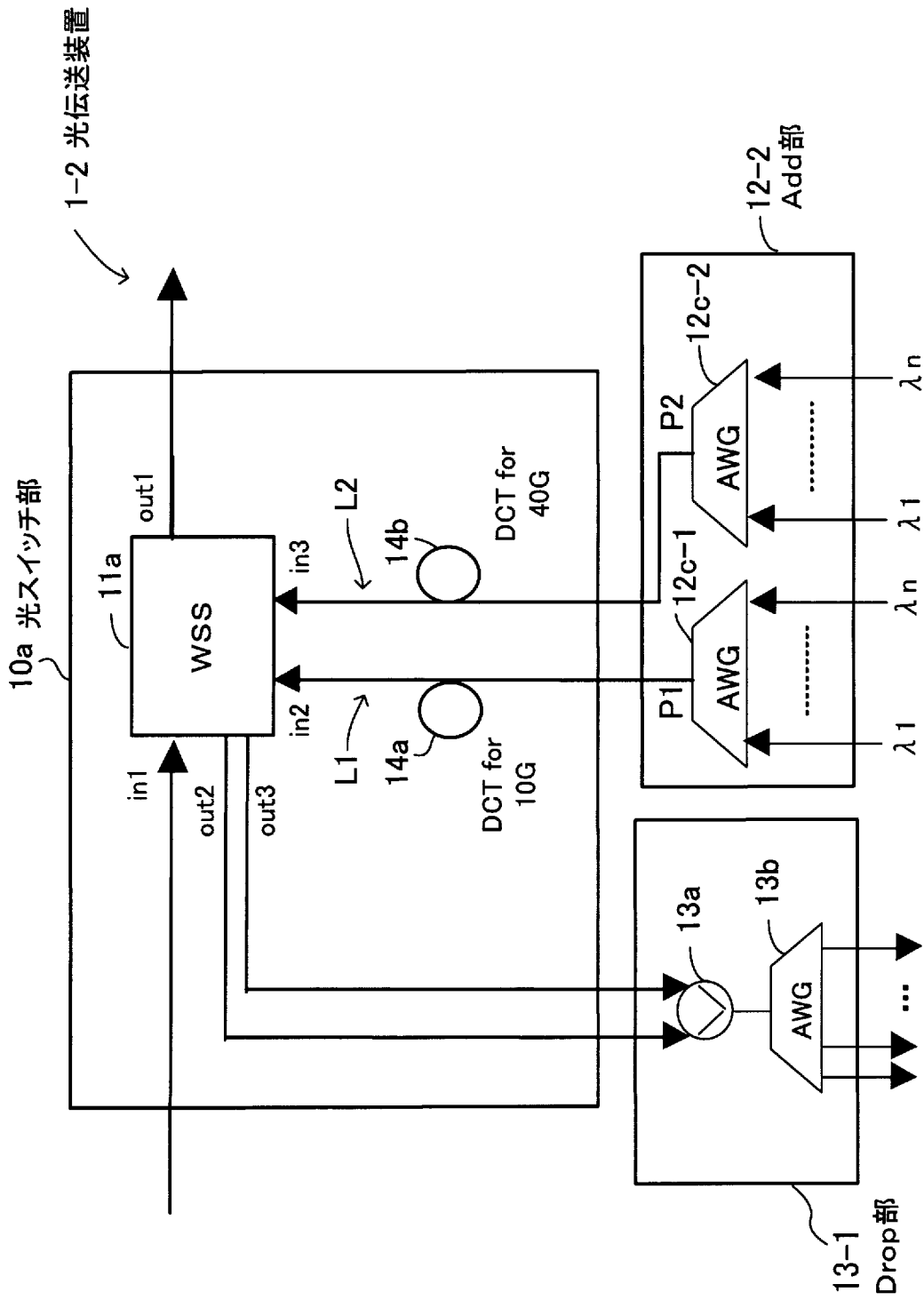
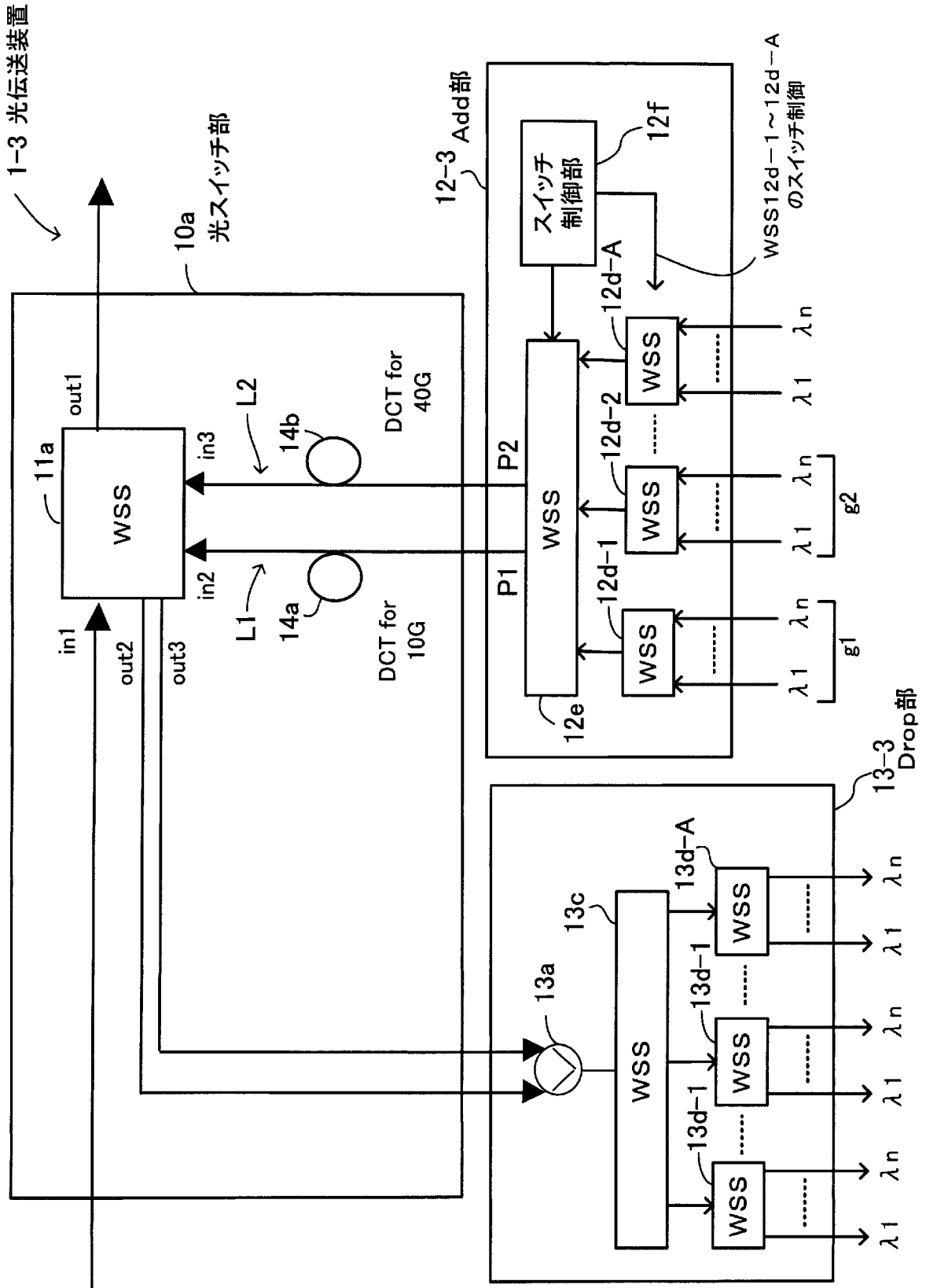
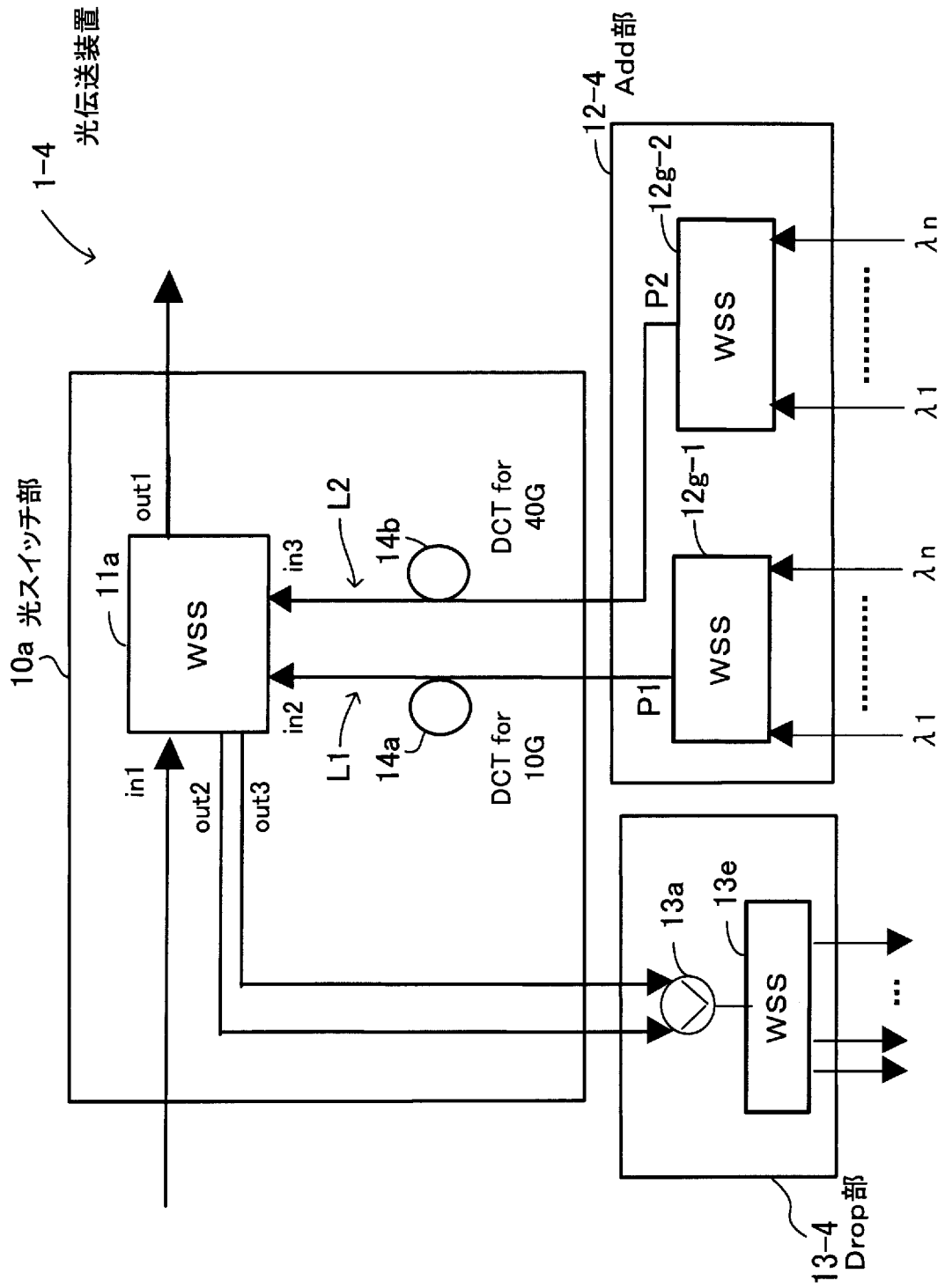


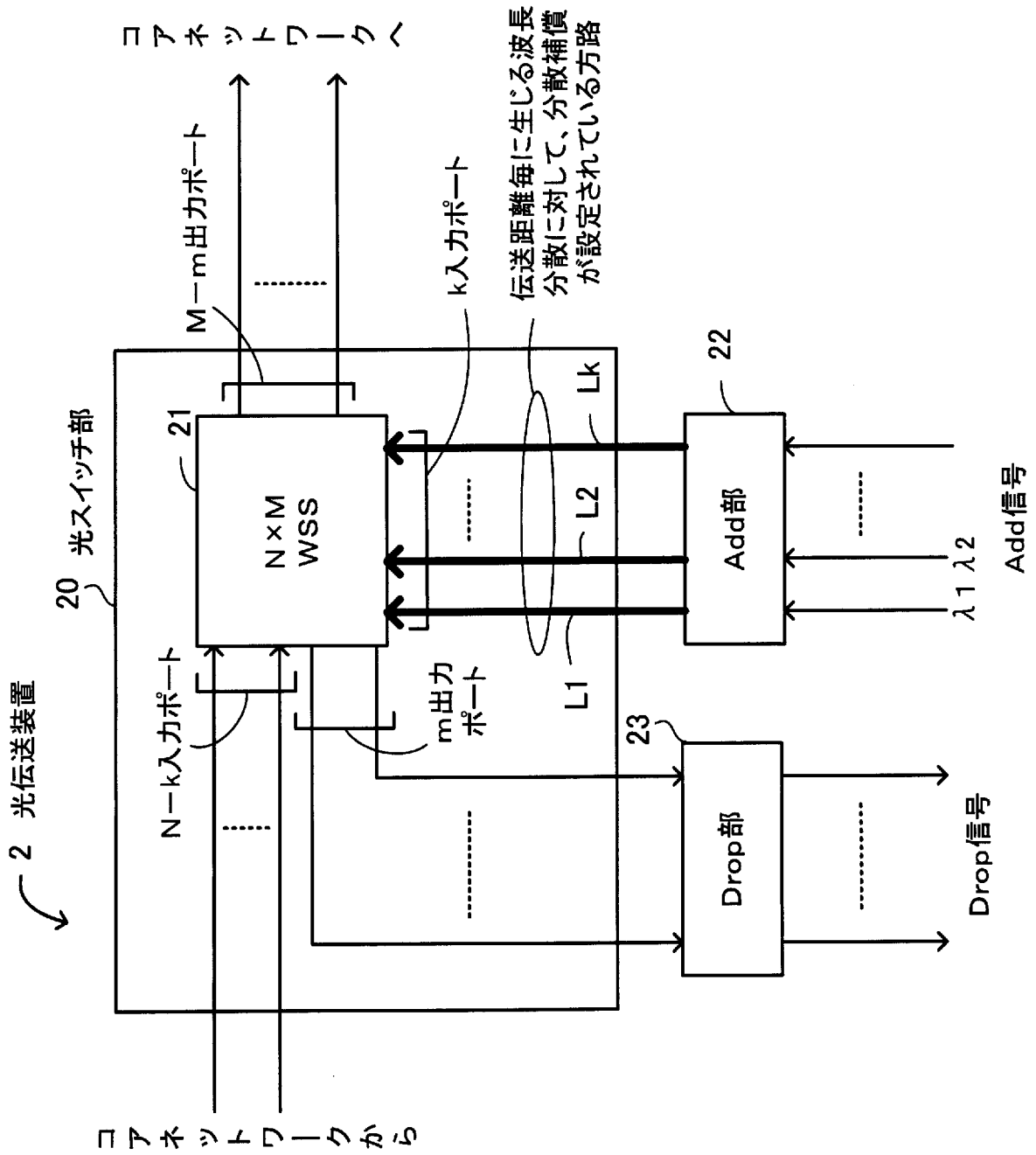
図9



[図10]



[図11]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2007/055403

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
H04B10/02(2006.01)i, H04J14/00(2006.01)i, H04J14/02(2006.01)i, H04Q3/52(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
H04B10/02, H04J14/00, H04J14/02, H04Q3/52

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2007
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2007	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2007

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2006-042012 A (NEC Corp.), 09 February, 2006 (09.02.06), Par. No. [0045]; Figs. 16, 17 & US 2006/0045532 A1 & EP 001622298 A2	1-16
A	JP 9-261173 A (NEC Corp.), 03 October, 1997 (03.10.97), Par. Nos. [0007], [0015] to [0021]; Fig. 1 (Family: none)	1-16
A	JP 2005-295126 A (Fujitsu Ltd.), 20 October, 2005 (20.10.05), Par. Nos. [0017] to [0018], [0032] to [0038], [0044]; Figs. 1, 12, 17 & US 2005/0226629 A1 & EP 001583262 A1	1-16

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 13 June, 2007 (13.06.07)	Date of mailing of the international search report 26 June, 2007 (26.06.07)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04B10/02(2006.01)i, H04J14/00(2006.01)i, H04J14/02(2006.01)i, H04Q3/52(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04B10/02, H04J14/00, H04J14/02, H04Q3/52			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2007年 日本国実用新案登録公報 1996-2007年 日本国登録実用新案公報 1994-2007年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
A	JP 2006-042012 A (日本電気株式会社) 2006.02.09, 段落[0045]、第16, 17図 & US 2006/0045532 A1 & EP 001622298 A2	1-16	
A	JP 9-261173 A (日本電気株式会社) 1997.10.03, 段落[0007]、[0015]-[0021]、第1図 (ファミリーなし)	1-16	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <span style="margin-left: 200px;"><input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</span>			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 13.06.2007		国際調査報告の発送日 26.06.2007	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 角田 慎治	5 J   3858
		電話番号 03-3581-1101 内線 3534	

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2005-295126 A (富士通株式会社) 2005. 10. 20, 段落[0017]-[0018]、[0032]-[0038]、[0044]、第 1, 12, 17 図 & US 2005/0226629 A1 & EP 001583262 A1	1-16