

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2022年1月13日(13.01.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/009291 A1

(51) 国際特許分類:

H04B 10/27 (2013.01) H04B 10/291 (2013.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2020/026497

(22) 国際出願日:

2020年7月6日(06.07.2020)

(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: 日本電信電話株式会社 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008116 東京都千代田区大手町一丁目5番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 河原 光貴 (KAWAHARA, Hiroki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

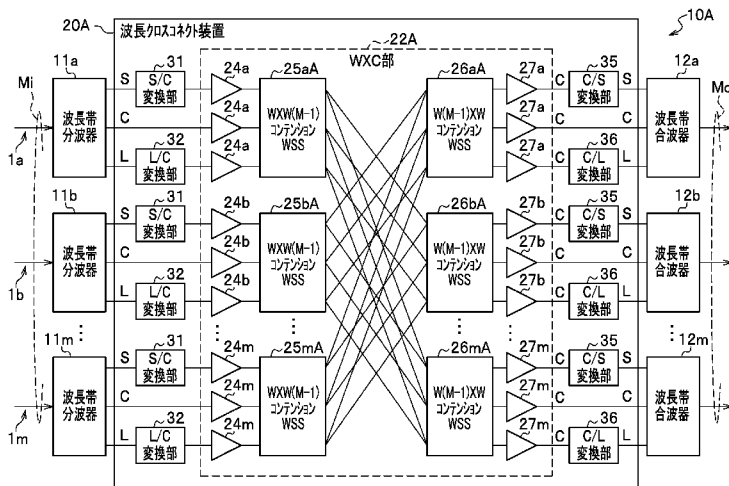
関 剛志 (SEKI, Takeshi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 須田 祥生 (SUDA, Sachio); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 齋藤 航平 (SAITO, Kohei); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人磯野国際特許商標事務所 (ISONO INTERNATIONAL PATENT OFFICE, P.C.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目1番18号 ヒューリック虎ノ門ビル 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, AO, AT, AU, AZ,

(54) Title: WAVELENGTH CROSS-CONNECT DEVICE AND WAVELENGTH CROSS-CONNECT METHOD

(54) 発明の名称: 波長クロスコネクト装置及び波長クロスコネクト方法



11a, 11b, 11m Wavelength band splitter
12a, 12b, 12m Wavelength band multiplexer
20A Wavelength cross-connect device
22A WXC unit
25aA, 25bA, 25mA WXW(M-1) contention WSS
26aA, 26bA, 26mA W(M-1)XW contention WSS
31 S/C converter
32 L/C converter
35 C/S converter
36 C/L converter

(57) Abstract: A wavelength cross-connect device (20A) performs relay processing which involves amplifying optical signals in which wavelength-multiplexed signal light (1a-1m) that has been transmitted by multiband transmission from a plurality of paths (Mi) is split for each path into different wavelength bands (S-band, C-band and L-band), and thereafter, the paths are changed using contention WSS, and the signals are outputted to output-side paths (Mo). The wavelength cross-connect device (20A) is also provided with a WXC unit (22A) for executing relay processing of an optical signal in a specific wavelength band (C-band). The input side is equipped with input-side converters (31, 32) that convert the wavelength bands other than the specific wavelength band into the specific wavelength band, and the output side is equipped with output-side converters (35, 36) that convert the converted specific wavelength band into the pre-conversion wavelength bands. The optical signals of the specific wavelength band that were directly inputted are directly outputted after

BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

the WXC unit (22A) performs the relay processing.

(57) 要約: 波長クロスコネクト装置 (20A) は、複数の方路 (Mi) からマルチバンド伝送されてきた波長多重信号光 (1a ~ 1m) が、方路毎に、異なる波長帯 (S帯、C帯及びL帯) に分波された光信号を増幅後、コンテンションWSSで方路変更して出力側の方路 (Mo) へ出力する中継処理を行う。特定波長帯 (C帯) の光信号の中継処理を行うWXC部 (22A) を備える。この入力側に、特定波長帯以外の波長帯を、特定波長帯に変換する入力側変換部 (31, 32) を備え、出力側に、変換後の特定波長帯を、変換前の波長帯に変換する出力側変換部 (35, 36) を備える。直接入力された特定波長帯の光信号は、WXC部 (22A) での中継処理後に直接出力される構成とした。

明 細 書

発明の名称：

波長クロスコネクト装置及び波長クロスコネクト方法

技術分野

[0001] 本発明は、異なる複数の波長帯の各光信号を多重化した波長多重信号光を、光ファイバで伝送するマルチバンド伝送に用いられる波長クロスコネクト装置及び波長クロスコネクト方法に関する。

背景技術

[0002] マルチバンド伝送システムに用いられる波長クロスコネクト装置は、異なる複数の波長帯の各光信号を多重化した波長多重信号光を伝送する１本、若しくは、複数本の光ファイバから構成される光伝送路に対して、光ネットワーク内の任意の方路間で接続する光ノードである。この波長クロスコネクト装置においては、入力側の方路から伝送されてくる波長多重信号光が、複数のＷＳＳ（Wavelength Selective Switch：波長選択スイッチ）を経由して出力側の方路へ出力される。

[0003] 図６に従来のマルチバンド伝送システム（システムともいう）１０に用いられる波長クロスコネクト装置２０の構成を示す。

[0004] システム１０は、入力側において符号 M_i で示す M 本の方路毎に接続された M 個の波長帯分波器（分波器ともいう）１１ a 、１１ b 、…、１１ m と、出力側において符号 M_o で示す M 本の方路毎に接続された M 個の波長帯合波器（合波器ともいう）１２ a 、１２ b 、…、１２ m とを備える。更に、システム１０は、分波器１１ a ～１１ m と合波器１２ a ～１２ m との間に、光ファイバで接続されるＳ帯 WXC （Wavelength Cross Connect：波長分割多重クロスコネクト）部２１、Ｃ帯 WXC 部２２及びＬ帯 WXC 部２３を有する波長クロスコネクト装置２０を備える。なお、Ｓ帯 WXC 部２１、Ｃ帯 WXC 部２２及びＬ帯 WXC 部２３を、 WXC 部２１～２３とも称す。

[0005] 各 WXC 部２１～２３は、図６においてＬ帯 WXC 部２３に代表して表す

ように、入力側にM個の光アンプ24 a, 24 b, ..., 24 mと、M個のWS S 25 a, 25 b, ..., 25 mとを備える。各WS S 25 a~25 mは、1入力端及びM出力端(1×M)を有する。更に、L帯WXC部23は、出力側に、M入力端及び1出力端(M×1)を有するM個のWS S 26 a, 26 b, ..., 26 mと、M個の光アンプ27 a, 27 b, ..., 27 mとを備える。これらの光アンプ24 a~24 m、WS S 25 a~25 m、WS S 26 a~26 m、光アンプ27 a~27 mの各要素は光ファイバや光導波路で接続されている。

[0006] また、S帯WXC部21及びC帯WXC部22においても、図示はしないが、上述したL帯WXC部23と同様に、光アンプ24 a~24 m、WS S 25 a~25 m、WS S 26 a~26 m、光アンプ27 a~27 mを備える。

[0007] 入力側のM本の方路毎にマルチバンド伝送されてきた波長多重信号光1 a, 1 b, ..., 1 mは、分波器11 a~11 mに次のように入力される。即ち、波長多重信号光1 aが分波器11 aに入力され、波長多重信号光1 b aが分波器11 bに、波長多重信号光1 mが分波器11 mに入力される。

[0008] 但し、波長多重信号光1 a~1 mの各々は、後述する波長帯のS帯、C帯及びL帯の各光信号が多重化されたものであるとする。各波長帯は、短波長側から順に、1460 nm~1530 nmのS帯、1530 nm~1565 nmのC帯、1565 nm~1625 nmのL帯となっている。S帯、C帯及びL帯の各光信号は、伝送時に、方路としての光ファイバのS帯域、C帯域及びL帯域に割り当てられる。

[0009] なお、図6において、光信号の伝送経路上に「S」、「C」及び「L」で、光信号のS帯、C帯及びL帯を示す。

[0010] 分波器11 aは、波長多重信号光1 aをS帯、C帯及びL帯の各光信号に分波し、各WXC部21~23の光アンプ24 aへ出力する。つまり、分波器11 aは、分波されたS帯光信号をS帯WXC部21の光アンプ24 aへ出力し、C帯光信号をC帯WXC部22の光アンプ24 aへ出力し、L帯光

信号をL帯WXC部23の光アンプ24aへ出力する。

[0011] 他の分波器11b～11mにおいても、上記分波器11aと同様に、波長多重信号光1b～1mをS帯、C帯及びL帯の各光信号に分波し、各WXC部21～23の光アンプ24b～24mへ出力する。

[0012] 各WXC部21～23の光アンプ24a～24mは、S帯、C帯及びL帯の各光信号を増幅して、各WXC部21～23のWSS25a～25mへ出力する。

[0013] 各WSS25a～25mは、波長帯毎の光信号の選択と減衰量調整機能等を有する。WSS25a～25m毎のM個の出力端は、出力側のWSS26a～26mのM個の入力端に接続されている。

[0014] 例えば、WSS25aは、最上部に記載の第1出力端からL帯光信号を、出力側のWSS26aの第2入力端へ出力し、第2出力端からL帯光信号を、出力側の図示せぬWSSの入力端へ出力し、第3出力端からL帯光信号を、出力側のWSS26mの第1入力端へ出力する。このように1つのWSS25aの各出力端からL帯光信号を、異なるWSS26a～26mの入力端へ出力する。

[0015] 出力側のWSS26a～26mの各々は、M個の入力端から入力された複数の波長帯の光信号を順次選択し、1出力端から光アンプ27a～27mへ出力する。

[0016] 各光アンプ27a～27mの出力端は、合波器12a～12mに接続されている。これによって、光アンプ27a～27mは、S帯、C帯及びL帯の各光信号を増幅後に、該当する合波器12a～12mへ出力する。この出力後、各々の合波器12a～12mは、各WXC部21～23の光アンプ27a～27mで増幅されたS帯、C帯及びL帯の各光信号を合波する。この合波による波長多重信号光は、M本の方路Moへマルチバンド伝送される。

[0017] このような波長クロスコネクタ装置20に係る従来技術として、非特許文献1に記載のものがある。

先行技術文献

非特許文献

- [0018] 非特許文献1: A.Napoli et al., “Perspectives of Multi-band Optical Communication Systems,” OECC2018, 5B3-1, July 2018.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0019] 上述した波長クロスコネクト装置20は、マルチバンド伝送に対応しており、分波器11aで分波されたS帯、C帯及びL帯の各光信号に対応するS帯WXC部21、C帯WXC部22及びL帯WXC部23を備える必要がある。このため、単一バンド対応の波長クロスコネクト装置に対して、装置規模及び消費電力の各々が3倍以上に増大する。
- [0020] また、各WXC部21～23の構成において、S帯、C帯及びL帯の波長帯の違いによる光学特性の差分があるため、S帯、C帯及びL帯の各光信号の伝送性能に差分が生じる。例えば、WSSや光アンプにおける透過帯域や光損失の波長帯依存性が生じる。
- [0021] 更に、波長帯に応じて、各WXC部21～23のWSS及び光アンプ等の光デバイスに用いる構成部品の技術成熟度が異なる。ある一定レベルの光学性能（透過帯域や光損失等）を担保するために必要な光部品改良等にかかる技術成熟期間が波長帯に応じて異なると、技術成熟期間を最も要する波長帯の光デバイスの技術成熟に、マルチバンド対応WXCの実現時期が律速される。例えば、光デバイスの技術成熟度は、一般的な光伝送システムへの適用が最も多いC帯で最も高く、L帯、S帯の順で低い。このため、技術成熟期間を要するS帯の光デバイスの実現により、マルチバンド対応WXCの実現時期が律速されるという課題があった。
- [0022] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、装置規模及び消費電力を削減でき、WXCの異なる波長帯による各光信号の伝送性能の差分を無くし、最も技術成熟期間を要する波長帯の光デバイスにより、マルチバンド対応WXCの実現時期が律速されることを回避することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0023] 上記課題を解決するため、本発明は、波長クロスコネクタ装置であって、前記波長クロスコネクタ装置は、1本又は複数本の光ファイバから構成される光伝送路でマルチバンド伝送されてきた異なる複数の波長帯の各光信号を多重化した波長多重信号光が、方路毎に、異なる波長帯に分波された各波長帯の光信号を光アンプで増幅した後、複数の入力端及び複数の出力端を有するコンテンションWSS（Wavelength Selective Switch）で方路変更して出力側の方路へ出力する中継処理を行っており、前記光アンプ及び前記コンテンションWSSを有し、前記異なる波長帯の内、予め定められた特定波長帯の光信号の前記中継処理を行うWXC（Wavelength Cross Connect）部を備え、前記WXC部の入力側に、前記特定波長帯以外の波長帯の光信号を、当該特定波長帯の光信号に変換する入力側変換部を備え、前記WXC部の出力側に、前記入力側変換部で変換された特定波長帯の光信号を、変換前の光信号に変換する出力側変換部を備え、前記入力側から直接入力された前記特定波長帯の光信号は、前記WXC部での中継処理後に直接出力するようにしたことを特徴とする。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、装置規模及び消費電力を削減でき、WXCの異なる波長帯による各光信号の伝送性能の差分を無くし、最も技術成熟期間を要する波長帯の光デバイスにより、マルチバンド対応WXCの実現時期が律速されることを回避することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]本発明の実施形態に係る波長クロスコネクタ装置を用いたマルチバンド伝送システムの構成を示すブロック図である。

[図2]実施形態のL／C変換部の構成を示すブロック図である。

[図3]実施形態のマルチバンド伝送システムの動作を説明するためのフローチャートである。

[図4]コンテンションWSSの構成例を示す斜視図である。

[図5]コンテンションWSSの汎用タイプの構成例を示す斜視図である。

[図6]従来の波長クロスコネクタ装置を用いたマルチバンド伝送システムの構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0026] 以下、本発明の実施形態を、図面を参照して説明する。但し、本明細書の全図において機能が対応する構成部分には同一符号を付し、その説明を適宜省略する。

<実施形態の構成>

図1は、本発明の実施形態に係る波長クロスコネクタ装置を用いたマルチバンド伝送システムの構成を示すブロック図である。

[0027] 図1に示す実施形態のマルチバンド伝送システム10Aに適用される波長クロスコネクタ装置20Aが、従来の波長クロスコネクタ装置20（図6）と異なる点は、分波器11a～11mと合波器12a～12mとの間に、入力側のS/C変換部31及びL/C変換部32、並びに光アンプ24a～24mと、1つのWXC部22Aと、出力側の光アンプ27a～27m並びにC/S変換部35及びC/L変換部36を備えて構成したことにある。

[0028] WXC部22Aは、前述したWXC構成要素の技術成熟度が最も高い波長帯（特定波長帯という）であるC帯の波長を扱う。WXC部22Aは、入力側に3つを1組とするm組の光アンプ24a, 24b, ..., 24mと、m個の $W \times W (M-1)$ のコンテンションWSS（WSSともいう）25aA, 25bA, ..., 25mAとを備える。出力側には、m個の $W (M-1) \times W$ のコンテンションWSS 26aA, 26bA, ..., 26mAと、3つを1組とするM組の光アンプ27a, 27b, ..., 27mとを備える。

[0029] 上式の $W \times W (M-1)$ 又は $W (M-1) \times W$ において、Wは、波長帯数であり、本例では、S帯、C帯及びL帯の3つの波長帯数であるとする。Mは、各WSS 25aA～25mAと各WSS 26aA～26mAの入力端又は出力端における1端の方路本数である。この方路本数は、例えばWSS 26aAの3つの出力端に示すように1端が最低2本であるため、本例では2

本とする。

[0030] このことから、入力側の $WSS\ 25\ a\ A \sim 25\ m\ A$ の $W \times W\ (M-1)$ の1項目の「 W 」は、波長帯数=3であるため、入力端数=3を表す。2項目の「 $W\ (M-1)$ 」は、 $3\ (2-1) = 3$ であるため、出力端数=3を表す。この3つの出力端の1端ずつから、同じ波長帯の信号が2つ出力されるようになっている。

[0031] 出力側の $WSS\ 26\ a\ A \sim 26\ m\ A$ の $W\ (M-1) \times W$ の1項目の $W\ (M-1)$ は、 $3\ (2-1) = 3$ であるため、入力端数=3を表す。この3つの入力端の1端ずつには、異なる波長帯数の信号が2つ入力されるようになっている。2項目の「 W 」は、本例では、出力端数=3を表す。

[0032] また、 $WSS\ 25\ a\ A \sim 25\ m\ A$ 、 $26\ a\ A \sim 26\ m\ A$ の入力端及び出力端は、上から第1入力端、第2入力端、第3入力端及び第1出力端、第2出力端、第3出力端と定める。入力側の $WSS\ 25\ a\ A$ の第1出力端は、出力側の $WSS\ 26\ b\ A$ 及び $WSS\ 26\ m\ A$ の第1入力端に接続されている。入力側の $WSS\ 25\ a\ A$ の第2出力端は、出力側の $WSS\ 26\ b\ A$ 及び $WSS\ 26\ m\ A$ の第2入力端に接続されている。入力側の $WSS\ 25\ a\ A$ の第3出力端は、出力側の $WSS\ 26\ b\ A$ 及び $WSS\ 26\ m\ A$ の第3入力端に接続されている。

[0033] 言い換えれば、出力側の例えば $WSS\ 26\ b\ A$ の第1入力端は、入力側の $WSS\ 25\ a\ A$ 及び $WSS\ 25\ m\ A$ の第1出力端と接続されている。つまり、分波器 $11\ a \sim 11\ m$ で分波後の同一波長帯の2つの光信号が、出力側の $WSS\ 26\ b\ A$ の第1入力端に入力されるように接続されている。これと同様に、他の $WSS\ 25\ b\ A \sim 25\ m\ A$ 及び $WSS\ 26\ b\ A \sim 26\ m\ A$ も図面の接続線で示すように接続されている。

[0034] コンテンション WSS は、複数の入力端及び複数の出力端を有し、波長帯毎の光信号の選択と減衰量調整機能等を有する。更に、コンテンツン WSS は、上述した通り、光信号の複数入力 { W 又は $W\ (M-1)$ } 且つ複数出力 { $W\ (M-1)$ 又は W } の処理機能を有することを特徴とする。但し、複

数の入力端に同波長の光信号が入力された場合、光信号の衝突（コンテンション）が発生する。このため、コンテンションが発生しないように設定してある。

[0035] 例えばWS S 2 5 a Aでは、3つの第1～第3入力端に、波長多重数が波長 $\lambda_1 \sim \lambda_{96}$ までの96波長有るC帯の光信号が入力されるが、3つの入力端に同時に同じ波長が入力されないように設定してある。言い換えれば、3つの入力端に、同時に各々異なる波長のC帯の光信号が入力されるように設定してある。例えば、WS S 2 5 a Aの第1入力端にはC帯の波長 λ_1 の光信号が入力され、第2入力端にはC帯の波長 λ_2 の光信号が入力され、第3入力端にはC帯の波長 λ_3 のC帯の光信号が入力されるように設定してある。

[0036] 次に、入力側のM本の方路毎にマルチバンド伝送されてきた波長多重信号光1 a, 1 b, ..., 1 mは、各分波器1 1 a～1 1 mでS帯、C帯及びL帯の各光信号に分波される。分波されたS帯の光信号は、後述のS/C変換部3 1及び光アンプ2 4 a～2 4 mを介してWS S 2 6 a A～2 6 m Aに入力される。分波されたC帯の光信号は、光アンプ2 4 a～2 4 mを介してWS S 2 6 a A～2 6 m Aに入力される。分波されたL帯の光信号は、後述のL/C変換部3 2及び光アンプ2 4 a～2 4 mを介してWS S 2 6 a A～2 6 m Aに入力される。

[0037] S/C変換部3 1は、S帯光信号をC帯光信号に変換し、L/C変換部3 2は、L帯光信号をC帯光信号に変換するものである。なお、S/C変換部3 1及びL/C変換部3 2は、請求項記載の入力側変換部を構成する。

[0038] 分波器1 1 a～1 1 mの各出力端と、WXC部2 2 Aの入力端との接続構成は、次のように成っている。即ち、入力側方路からマルチバンド伝送されてきたS帯、C帯及びL帯の波長多重信号光1 aが分波器1 1 aで分波されたS帯光信号を出力する出力端が、S/C変換部3 1を介してWXC部2 2 Aの光アンプ2 4 aに接続されている。また、分波器1 1 aのC帯光信号の出力端は、直接、WXC部2 2 Aの光アンプ2 4 aの入力端に接続されてい

る。更に、分波器 1 1 a の L 帯光信号の出力端が、L / C 変換部 3 2 を介して W X C 部 2 2 A の光アンプ 2 4 a の入力端に接続されている。

[0039] また、入力側方路からの波長多重信号光 1 b が分波器 1 1 b で分波された S 帯光信号を出力する出力端が、S / C 変換部 3 1 を介して W X C 部 2 2 A の光アンプ 2 4 b に接続されている。また、分波器 1 1 a の C 帯光信号の出力端は、直接、W X C 部 2 2 A の光アンプ 2 4 b の入力端に接続されている。更に、分波器 1 1 a の L 帯光信号の出力端が、L / C 変換部 3 2 を介して W X C 部 2 2 A の光アンプ 2 4 a の入力端に接続されている。

[0040] 更に、入力側方路からの波長多重信号光 1 m が分波器 1 1 m で分波された S 帯光信号を出力する出力端が、S / C 変換部 3 1 を介して W X C 部 2 2 A の光アンプ 2 4 m に接続されている。また、分波器 1 1 a の C 帯光信号の出力端は、直接、W X C 部 2 2 A の光アンプ 2 4 m の入力端に接続されている。更に、分波器 1 1 a の L 帯光信号の出力端が、L / C 変換部 3 2 を介して W X C 部 2 2 A の光アンプ 2 4 m の入力端に接続されている。

[0041] 次に、W X C 部 2 2 A の出力側の光アンプ 2 7 a ~ 2 7 m に接続された C / S 変換部 3 5 は、入力側の S / C 変換部 3 1 で S 帯光信号が変換された C 帯光信号を、S 帯光信号に変換する。また、光アンプ 2 7 a ~ 2 7 m に接続された C / L 変換部 3 6 は、入力側の L / C 変換部 3 2 で L 帯光信号が変換された C 帯光信号を、L 帯光信号に変換する C / L 変換部 3 6 を備える。なお、C / S 変換部 3 5 及び C / L 変換部 3 6 は、請求項記載の出力側変換部を構成する。

[0042] また、W X C 部 2 2 A において、入力端から直接入力された C 帯光信号を出力する出力端は、直接、合波器 1 2 a ~ 1 2 m の入力端に接続されている。

[0043] <波長帯変換部の構成>

上述した S / C 変換部 3 1、L / C 変換部 3 2、C / S 変換部 3 5 及び C / L 変換部 3 6 の回路構成は、実質上同一構成となっている。このため、図 2 に L / C 変換部 3 2 の回路構成を代表して示し、その説明を行う。

[0044] 図2に示すL/C変換部32は、WSS51と、波長可変光源52a, 52bと、アンプ53a, 53bと、偏波コントローラ54a, 54bと、WDM (Wavelength Division Multiplexing) カプラ55a, 55b, 56a, 56bと、偏波ビームスプリッタ57a, 57bと、偏波コントローラ58a, 58bと、ループ状の高非線形性ファイバ59a, 59bと、光カプラ60とを備えて構成されている。

[0045] 但し、各符号52a～59bにおいて、aは光信号の長波長側の構成要素を示し、bは光信号の短波長側の構成要素を示す。

[0046] 偏波ビームスプリッタ57aは、2つの入出力ポート57a1, 57a2をループ状に光ファイバで接続し、この光ファイバの途中にループ状の高非線形性ファイバ59aが接続されている。更に、偏波ビームスプリッタ57aの一方の入出力ポート57a1と高非線形性ファイバ59aとの間に、偏波コントローラ58aが接続されている。

[0047] 同様に、偏波ビームスプリッタ57bは、2つの入出力ポート57b1, 57b2をループ状に光ファイバで接続し、この光ファイバの途中にループ状の高非線形性ファイバ59bが接続されている。更に、偏波ビームスプリッタ57bの一方の入出力ポート57b1と高非線形性ファイバ59bとの間に、偏波コントローラ58bが接続されている。

[0048] まず、波長可変光源52aから出力されるポンプ光をアンプ53aで増幅し、偏波コントローラ54aで偏波制御したポンプ光Paを、WDMカプラ55a, 56aを介して偏波ビームスプリッタ57aに入力する。この際、ポンプ光Paは、偏波ビームスプリッタ57aの主軸に関して45度傾いた直線偏波の状態で偏波ビームスプリッタ57aに入力される。45度の傾きは、偏波コントローラ54aの偏波制御により実現される。

[0049] 同様に、波長可変光源52bから出力されるポンプ光をアンプ53bで増幅し、偏波コントローラ54bで偏波制御したポンプ光Pbを、WDMカプラ55b, 56bを介して偏波ビームスプリッタ57bに入力する。この際、ポンプ光Pbは、偏波ビームスプリッタ57bの主軸に関して45度傾い

た直線偏波の状態で偏波ビームスプリッタ 5 7 b に入力される。4 5 度の傾きは、偏波コントローラ 5 4 b の偏波制御により実現される。

[0050] 一方、図 1 に示す分波器 1 1 a から L 帯光信号（光信号 L ともいう）が、L / C 変換部 3 2 の図 2 に示す W S S 5 1 に入力されたとする。この光信号 L には、長波長側 L a の光信号（長波長側光信号 L a ともいう）と短波長側 L b の光信号（短波長側光信号 L b ともいう）とが合波されている。

[0051] W S S 5 1 は、光信号 L を長波長側光信号 L a と短波長側光信号 L b とに分けて出力する。この長波長側光信号 L a は、WDM カプラ 5 5 a, 5 6 a を介して偏波ビームスプリッタ 5 7 a に入力される。短波長側光信号 L b は、WDM カプラ 5 5 b, 5 6 b を介して偏波ビームスプリッタ 5 7 b に入力される。

[0052] このような構成の長波長側において、偏波ビームスプリッタ 5 7 a に入力された長波長側光信号 L a 及びポンプ光 P a は、偏波ビームスプリッタ 5 7 a の第 1 入出力ポート 5 7 a 1 から出力され、矢印 Y 5 a で示すように、偏波コントローラ 5 8 a 及び高非線形性ファイバ 5 9 a を介して第 2 入出力ポート 5 7 a 2 に入力されるループ経路を辿る。

[0053] このループ経路において、偏波ビームスプリッタ 5 7 a の第 1 入出力ポート 5 7 a 1 から出力された長波長側光信号 L a 及びポンプ光 P a は、偏波コントローラ 5 8 a で偏波制御されながら、高非線形性ファイバ 5 9 a で 4 光波混合処理（後述）される。高非線形性ファイバ 5 9 a は、パラメータとしての非線形定数が高くされた光ファイバであり、ループ中で 4 光波混合を効率良く起こして波長帯変換を行う。

[0054] 即ち、高非線形性ファイバ 5 9 a は、4 光波混合処理による非線形光学上の相互変調現象として、長波長側光信号 L a 及びポンプ光 P a の 2 つの波長帯を相互作用させ、新しく 1 つの波長帯である C 帯の長波長側の光信号 C a を生成する。この生成された光信号 C a と、長波長側光信号 L a 及びポンプ光 P a が、偏波ビームスプリッタ 5 7 a の第 2 入出力ポート 5 7 a 2 に入力される。

[0055] この動作と同時に、偏波ビームスプリッタ57aに入力された長波長側光信号L a及びポンプ光P aは、第2入出力ポート57a2から出力され、矢印Y 5 aと反対方向の矢印Y 6 aで示すように、高非線形性ファイバ59a及び偏波コントローラ58aを介して第1入出力ポート57a1に入力されるループ経路を辿る。このループ経路においても上記同様に、4光波混合処理によって新しくC帯の長波長側C aの光信号（長波長側光信号C aともいう）が生成される。

[0056] 上記ループ経路を双方向に辿って生成された2つの長波長側光信号C aは、偏波ビームスプリッタ57aで波長多重される。この長波長側光信号C aは、矢印Y 7 aで示すように、入力側へ向かって出力され、WDMカプラ56aで抽出され、光カプラ60へ出力される。

[0057] 短波長側においても、上記長波長側と同様の波長帯変換処理が行われる。

即ち、偏波ビームスプリッタ57bに入力された長波長側光信号L b及びポンプ光P bは、偏波ビームスプリッタ57bの第1入出力ポート57b1から出力され、矢印Y 5 bで示すように、偏波コントローラ58b及び高非線形性ファイバ59bを介して第2入出力ポート57b2に入力されるループ経路を辿る。

[0058] このループ経路において、第1入出力ポート57b1から出力された長波長側光信号L b及びポンプ光P bは、偏波コントローラ58bで偏波制御されながら、高非線形性ファイバ59bで4光波混合処理される。この処理によって、新しくC帯の短波長側の光信号C bが生成され、長波長側光信号L b及びポンプ光P bと共に、偏波ビームスプリッタ57bの第2入出力ポート57b2に入力される。

[0059] この動作と同時に、偏波ビームスプリッタ57bの第2入出力ポート57b2から、長波長側光信号L b及びポンプ光P bが、矢印Y 5 bと反対方向の矢印Y 6 bで示すループ経路を辿る。このループ経路においても上記同様に、4光波混合処理によって新しくC帯の短波長側C bの光信号（短波長側光信号C bともいう）が生成される。

[0060] 上記ループ経路を双方向に辿って生成された2つの短波長側光信号C bは、偏波ビームスプリッタ5 7 bで波長多重され、矢印Y 7 bで示す入力側へ出力され、WDMカプラ5 6 bを介して光カプラ6 0へ出力される。

[0061] 光カプラ6 0は、長波長側光信号C aと、短波長側光信号C bとを結合してC帯の光信号とする。このように、L／C変換部3 2は、分波器1 1 aからのL帯光信号を、C帯光信号に変換する。この変換されたC帯光信号は、WXC部2 2 Aの光アンプ2 4 aに入力される。

[0062] <実施形態の動作>

次に、マルチバンド伝送システム1 0 Aの動作を、図3のフローチャートを参照して説明する。

[0063] 図3に示すステップS 1において、図1に示す入力側の方路M iからマルチバンド伝送されてきた波長多重信号光1 a～1 mは、各分波器1 1 a～1 1 mで波長多重信号光1 a～1 m毎に、S帯、C帯及びL帯の各光信号に分波される。

[0064] ステップS 2において、上記分波されたS帯光信号は、各S／C変換部3 1でC帯光信号に変換され、WXC部2 2 Aの光アンプ2 4 a～2 4 mへ出力される。

[0065] ステップS 3において、上記分波されたC帯光信号は、直接、光アンプ2 4 a～2 4 mへ出力される。

[0066] ステップS 4において、上記分波されたL帯光信号は、各L／C変換部3 2でC帯光信号に変換され、光アンプ2 4 b～2 4 mへ出力される。なお、上記ステップS 2～S 4の処理は、実行順序を問わない。

[0067] ステップS 5において、各光アンプ2 4 a～2 4 mは、C帯光信号を増幅し、各WSS 2 5 a A～2 5 m Aへ出力する。

[0068] ステップS 6において、WXC部2 2 Aの入力側の各WSS 2 5 a A～2 5 m Aは、入力されたC帯光信号を、予め定められた所定の出力側のWSS 2 6 a A～2 6 m Aを介して光アンプ2 7 a～2 7 mへ出力する。

[0069] ステップS 7において、WXC部2 2 Aの出力側の各光アンプ2 7 a～2

7 mは、入力側のS／C変換部31で変換されたC帯光信号を増幅し、C／S変換部35へ出力する。C／S変換部35は、入力側で変換されたC帯光信号をS帯光信号に変換し、合波器12a～12mへ出力する。

[0070] ステップS8において、各光アンプ27a～27mは、分波器11a～11mから直接、WXC部22Aに入力されたC帯光信号を増幅し、直接、各合波器12a～12mへ出力する。

[0071] ステップS9において、WXC部22Aの出力側の各光アンプ27a～27mは、入力側のL／C変換部32で変換されたC帯光信号を増幅し、C／L変換部36へ出力する。C／L変換部36は、入力側で変換されたC帯光信号をL帯光信号に変換し、合波器12a～12mへ出力する。なお、上記ステップS7～S9の処理は、実行順序を問わない。

[0072] ステップS10において、各々の合波器12a～12mは、入力されたS帯、C帯及びL帯の各光信号を合波して出力側のM本の方路Moへマルチバンド伝送する。

[0073] <実施形態の効果>

本実施形態の波長クロスコネクタ装置20Aは、1本又は複数本の光ファイバを1方路Miに纏めた複数の方路Miからマルチバンド伝送されてきた波長多重信号光1a～1mが、方路Mi毎に、異なる波長帯（S帯、C帯及びL帯）に分波された各波長帯の光信号を光アンプで増幅した後、WSSで方路変更して出力側の方路Moへ出力する中継処理を行う。

[0074] (1a) 波長クロスコネクタ装置20Aは、光アンプ24a～24m, 27a～27m及び複数の入力端及び複数の出力端を有するコンテンションWSS25aA～25mA, 26aA～26mAを有し、異なる波長帯の内、予め定められた特定波長帯（C帯）の光信号の中継処理を行うWXC部22Aを備える。また、WXC部22Aの入力側に、特定波長帯以外の波長帯の光信号を、特定波長帯の光信号に変換する入力側変換部（S／C変換部31及びL／C変換部32）を備えると共に、WXC部22Aの出力側に、入力側変換部で変換された特定波長帯の光信号を、当該変換前の光信号に変換す

る出力側変換部（C／S変換部35及びC／L変換部36）を備える。入力側から直接入力された特定波長帯の光信号は、WXC部22Aでの中継処理後に直接出力される構成とした。

[0075] この構成によれば、特定波長帯の光信号を中継処理するWXC部22Aを1つ備える。入力側の特定波長帯以外の波長帯の光信号が、入力側変換部で特定波長帯の光信号に変換され、WXC部22Aへ入力される。また、入力側の特定波長帯の光信号は直接、WXC部22Aへ入力される。これらWXC部22Aに入力される複数の特定波長帯の光信号は、入力側のコンテンションWSS25aA～25mAの複数の入力端から入力され、複数の出力端から、出力側のコンテンションWSS26aA～26mAの複数の入力端へ出力される。更に、出力側のコンテンションWSS26aA～26mAの複数の出力端から出力される。これによりWXC部22Aから出力される。このように、WXC部22Aは、同一波長帯である特定波長帯の光信号での中継処理を行う。

[0076] この中継処理後の特定波長帯の光信号は、入力側変換部で変換された光信号であれば、出力側変換部で、その変換前の光信号に変換される。入力側から直接入力された特定波長帯の光信号はWXC部22Aでの中継処理後に直接出力される。

[0077] このため、WXC部22Aは、同じ波長帯（特定波長帯）の光信号を処理する機能を有するので、従来のようなマルチバンド伝送の波長帯の違いによる光学特性の差分が無くなる。

[0078] 従来では、各WXC部21～23を、異なる波長帯の光信号処理に対応させる必要があったが、本発明では、1つのWXC部22Aにより同一の波長帯（特定波長帯）で光信号処理を行える。このため、WXC部22Aの装置規模及び消費電力を減少できる。

[0079] 更に、本発明の1つのWXC部22Aでは、同一の波長帯の光信号が入出力される。このため、従来のような各WXC部21～23（図6）における、構成要素（WSS25aA～25mA，26aA～26mAと光アンプ2

4 b ~ 2 4 m, 2 7 a ~ 2 7 m) の技術成熟度を低くする波長帯に係る S 帯 W X C 部 2 1 (図 6) によって、他の W X C 部 2 2, 2 3 の伝送性能が制限されることを無くすることができる。つまり、最も技術成熟期間を要する波長帯 (S 帯) の光デバイスにより、マルチバンド対応 W X C の実現時期が律速されることを回避することができる。

[0080] (2 a) 特定波長帯は、W X C 部 2 2 A の伝送性能に係る構成要素の技術成熟度を異ならせる波長帯の内、当該技術成熟度を最も高める波長帯 (C 帯) である構成とした。

[0081] この構成によれば、W X C 部 2 2 A は、技術成熟度を最も高める特定波長帯に係る構成要素を有して成るので、W X C 部 2 2 A を、伝送性能を最も高くできる。

[0082] <コンテンション W S S の構成例>

次に、コンテンション W S S 2 5 a A ~ 2 5 m A, 2 6 a A ~ 2 6 m A の構成例を、図 4 を参照して説明する。但し、W S S 2 5 a A を代表して説明する。

[0083] 図 4 に示す W S S 2 5 a A は、入力用の 3 つ ($W=3$) のファイバコリメータ (コリメータともいう) 6 1 a, 6 1 b, 6 1 c と、出力用の 3 つ ($(M-1)=3$) のコリメータ 6 2 a, 6 2 b, 6 2 c と、波長分割多重された光信号の分波を行うグレーティング (回折格子) 6 5 と、レンズ 6 7 と、例えば L C O S (Liquid Crystal on Silicon) で構成される光スイッチング素子 6 8 とを備えて構成されている。入力用のコリメータ 6 1 は、入力側の光ファイバ (図示せず) に接続されている。

[0084] このような構成の W S S 2 5 a A の動作について説明する。まず、光ファイバから C 帯の光信号が第 1 入力端 P a 1 からコリメータ 6 1 a を介して、矢印 Y 1 で示すように、グレーティング 6 5 に入射される。グレーティング 6 5 は、光信号に対して、波長に応じて異なる角度に回折して反射することで、矢印 Y 2, Y 3, Y 4 で示すように、分波 (例えば 3 分波) を行う。3 分波された光信号は、レンズ 6 7 を介して光スイッチング素子 6 8 に入射さ

れる。

[0085] 光スイッチング素子68は、3分波された光信号を反射する。この反射は、矢印Y5で1光信号を代表して示すように、レンズ67及びグレーティング65を介して所望の出力用のコリメータ62aに入射され、コリメータ62aの出力端Pb1から出力されるように行う。言い換えれば、入力側のWSS25aAの出力端から、出力側のWSS26bA、26mAの第1入力端へ出力されるように行う。

[0086] 言い換えれば、光スイッチング素子68は、反射した光信号が、出力側のWSS26bA、26mA（図1）の第1入力端にPa1に繋がる入力側のWSS25aAの第1出力端Pb1に向かうように、波長毎に反射角度を変更して光信号の反射（矢印Y5）を行う。

[0087] 但し、グレーティング65で反射された光信号を所望の出力用のコリメータ62aへ入射可能となっている。これは、光スイッチング素子68の反射角度を変更することにより、グレーティング65での光信号の反射角度が変わるので、この処理により、所望の出力用のコリメータ62aへ入射可能となっている。

[0088] このような構成では、WSS25aAを、複数のコリメータ61a～61c、62a～62c、グレーティング65、レンズ67及び光スイッチング素子68を用いて組み合わせた光学系部品で構成でき、この光学系部品の組み合わせで複数のWSS25aA～25mA又はWSS26aA～26mAを構成できる。このため、複数のWSS25aA～25mA又はWSS26aA～26mAを集積化できるので、波長クロスコネクタ装置20Aの小型化を図ることができる。

[0089] また、図5に示すように、1入力Pa1で複数出力Pb1～Pb4の構成のWSSが、成熟技術による汎用タイプで存在する。このWSSを用いれば、図4に示した構成のコンテンションWSSを容易に作成できるという効果が得られる。

[0090] <効果>

(1) 波長クロスコネクタ装置であって、前記波長クロスコネクタ装置は、1本又は複数本の光ファイバから構成される光伝送路でマルチバンド伝送されてきた異なる複数の波長帯の各光信号を多重化した波長多重信号光が、方路毎に、異なる波長帯に分波された各波長帯の光信号を光アンプで増幅した後、複数の入力端及び複数の出力端を有するコンテンションWSS (Wavelength Selective Switch) で方路変更して出力側の方路へ出力する中継処理を行っており、前記光アンプ及び前記コンテンションWSSを有し、前記異なる波長帯の内、予め定められた特定波長帯の光信号の前記中継処理を行うWXC (Wavelength Cross Connect) 部を備え、前記WXC部の入力側に、前記特定波長帯以外の波長帯の光信号を、当該特定波長帯の光信号に変換する入力側変換部を備え、前記WXC部の出力側に、前記入力側変換部で変換された特定波長帯の光信号を、変換前の光信号に変換する出力側変換部を備え、前記入力側から直接入力された前記特定波長帯の光信号は、前記WXC部での中継処理後に直接出力するようにしたことを特徴とする波長クロスコネクタ装置である。

[0091] この構成によれば、特定波長帯の光信号を中継処理するWXC部を1つ備える。入力側の特定波長帯以外の波長帯の光信号が、入力側変換部で特定波長帯の光信号に変換され、WXC部へ入力される。また、入力側の特定波長帯の光信号は直接、WXC部へ入力される。これらWXC部に入力される複数の特定波長帯の光信号は、入力側のコンテンションWSSの複数の入力端から入力され、複数の出力端から、出力側のコンテンションWSSの複数の入力端へ出力される。更に、出力側のコンテンションWSSの複数の出力端から出力される。これによりWXC部22Aから出力される。このように、WXC部は、同一波長帯である特定波長帯の光信号での中継処理を行う。

[0092] この中継処理後の特定波長帯の光信号は、入力側変換部で変換された光信号であれば、出力側変換部で、その変換前の光信号に変換される。入力側から直接入力された特定波長帯の光信号はWXC部での中継処理後に直接出力される。

- [0093] このため、WXC部は、同じ波長帯（特定波長帯）の光信号を処理する機能を有するので、従来のようなマルチバンド伝送の波長帯の違いによる光学特性の差分が無くなる。
- [0094] 従来では、各WXC部を、異なる波長帯の光信号処理に対応させる必要があったが、本発明では、1つのWXC部により同一の波長帯（特定波長帯）で光信号処理を行える。このため、WXC部の装置規模及び消費電力を減少できる。
- [0095] 更に、本発明のWXC部では、同一の波長帯の光信号が入出力される。このため、従来のような各WXC部における、構成要素（WSSと光アンプ）の技術成熟度を低くする波長帯に係るS帯WXC部によって、他のWXC部の伝送性能が制限されることを無くすることができる。つまり、最も技術成熟期間を要する波長帯（S帯）の光デバイスにより、マルチバンド対応WXCの実現時期が律速されることを回避することができる。
- [0096] （2）上記（1）において、前記特定波長帯は、前記WXC部の伝送性能に係る構成要素の技術成熟度を異ならせる波長帯の内、当該技術成熟度を最も高める波長帯であることを特徴とする。
- [0097] この構成によれば、全てのWXC部は、技術成熟度を最も高める特定波長帯に係る構成要素を有して成るので、全WXC部を、伝送性能を最も高くできる機能に統一できる。
- [0098] （3）前記コンテンションWSSは、光信号が入力される複数の入力用のコリメータと、前記入力用のコリメータを介して光信号が入射され、光信号の波長に応じて異なる角度に回折して反射することで分波する回析格子と、前記回析格子で分波された光信号が入射され、入射された光信号を当該回析格子へ反射する光スイッチング素子と、前記光スイッチング素子で反射され、前記回析格子で更に反射された光信号が入射され、入射された光信号を出力する複数の出力用のコリメータとを備えることを特徴とする請求項1又は2に記載の波長クロスコネクタ装置である。
- [0099] この構成によれば、コンテンションWSSを、複数のコリメータ、回析格

子及び光スイッチング素子を用いて組み合わせた光学系部品で構成でき、この光学系部品の組み合わせで複数のコンテンションWSSを構成できる。このため、複数のコンテンションWSSを集積化できるので、波長クロスコネクタ装置20Aの小型化を図ることができる。また、1入力で複数出力タイプのWSSが、成熟技術による汎用タイプで存在する。このWSSを用いれば、コンテンションWSSを容易に作成できる。

[0100] その他、具体的な構成について、本発明の主旨を逸脱しない範囲で適宜変更が可能である。

符号の説明

- [0101] 1a～1m 波長多重信号光
11a～11m 波長帯分波器
12a～12m 波長帯合波器
20A 波長クロスコネクタ装置
22A WXC部
24b～24m, 27a～27m 光アンプ
25aA～25mA, 26aA～26mA コンテンションWSS
31 S/C変換部
32 L/C変換部
35 C/S変換部
36 C/L変換部

請求の範囲

[請求項1]

波長クロスコネクト装置であって、

前記波長クロスコネクト装置は、1本又は複数本の光ファイバから構成される光伝送路でマルチバンド伝送されてきた異なる複数の波長帯の各光信号を多重化した波長多重信号光が、方路毎に、異なる波長帯に分波された各波長帯の光信号を光アンプで増幅した後、複数の入力端及び複数の出力端を有するコンテンションWSS (Wavelength Selective Switch) で方路変更して出力側の方路へ出力する中継処理を行っており、

前記光アンプ及び前記コンテンションWSSを有し、前記異なる波長帯の内、予め定められた特定波長帯の光信号の前記中継処理を行うWXC (Wavelength Cross Connect) 部を備え、

前記WXC部の入力側に、前記特定波長帯以外の波長帯の光信号を、当該特定波長帯の光信号に変換する入力側変換部を備え、

前記WXC部の出力側に、前記入力側変換部で変換された特定波長帯の光信号を、変換前の光信号に変換する出力側変換部を備え、

前記入力側から直接入力された前記特定波長帯の光信号は、前記WXC部での中継処理後に直接出力するようにした

ことを特徴とする波長クロスコネクト装置。

[請求項2]

前記特定波長帯は、前記WXC部の伝送性能に係る構成要素の技術成熟度を異ならせる波長帯の内、当該技術成熟度を最も高める波長帯である

ことを特徴とする請求項1に記載の波長クロスコネクト装置。

[請求項3]

前記コンテンションWSSは、

光信号が入力される複数の入力用のコリメータと、

前記入力用のコリメータを介して光信号が入射され、光信号の波長に応じて異なる角度に回折して反射することで分波する回析格子と、

前記回析格子で分波された光信号が入射され、入射された光信号を

当該回析格子へ反射する光スイッチング素子と、

前記光スイッチング素子で反射され、前記回析格子で更に反射された光信号が入射され、入射された光信号を出力する複数の出力用のコリメータと

を備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の波長クロスコネクタ装置。

[請求項4]

波長クロスコネクタ装置による波長クロスコネクタ方法であって、

前記波長クロスコネクタ装置は、1 又は複数の光ファイバを 1 方路に纏めた複数の方路からマルチバンド伝送されてきた波長多重信号光が、方路毎に、異なる波長帯に分波された各波長帯の光信号を光アンプで増幅した後、複数の入力端及び複数の出力端を有するコンテンション WSS で方路変更して出力側の方路へ出力する中継処理を行っており、

前記波長クロスコネクタ装置は、

前記光アンプ及び前記コンテンション WSS を有し、前記異なる波長帯の内、予め定められた特定波長帯の光信号の前記中継処理を行う WXC 部を備え、

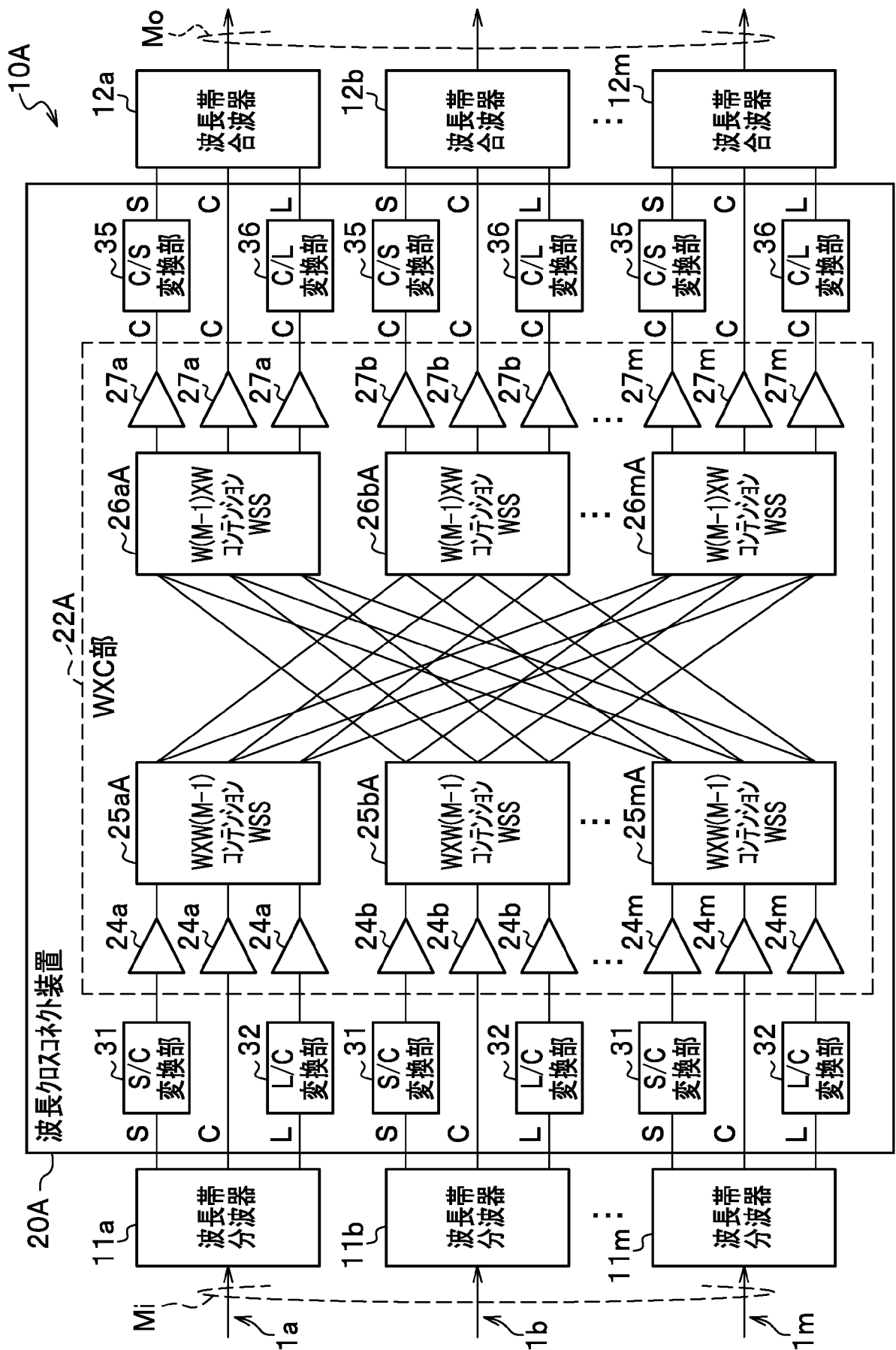
前記 WXC 部の入力側において、前記特定波長帯以外の波長帯の光信号を、当該特定波長帯の光信号に変換するステップと、

前記 WXC 部の出力側において、前記変換された特定波長帯の光信号を、変換前の光信号に変換するステップと、

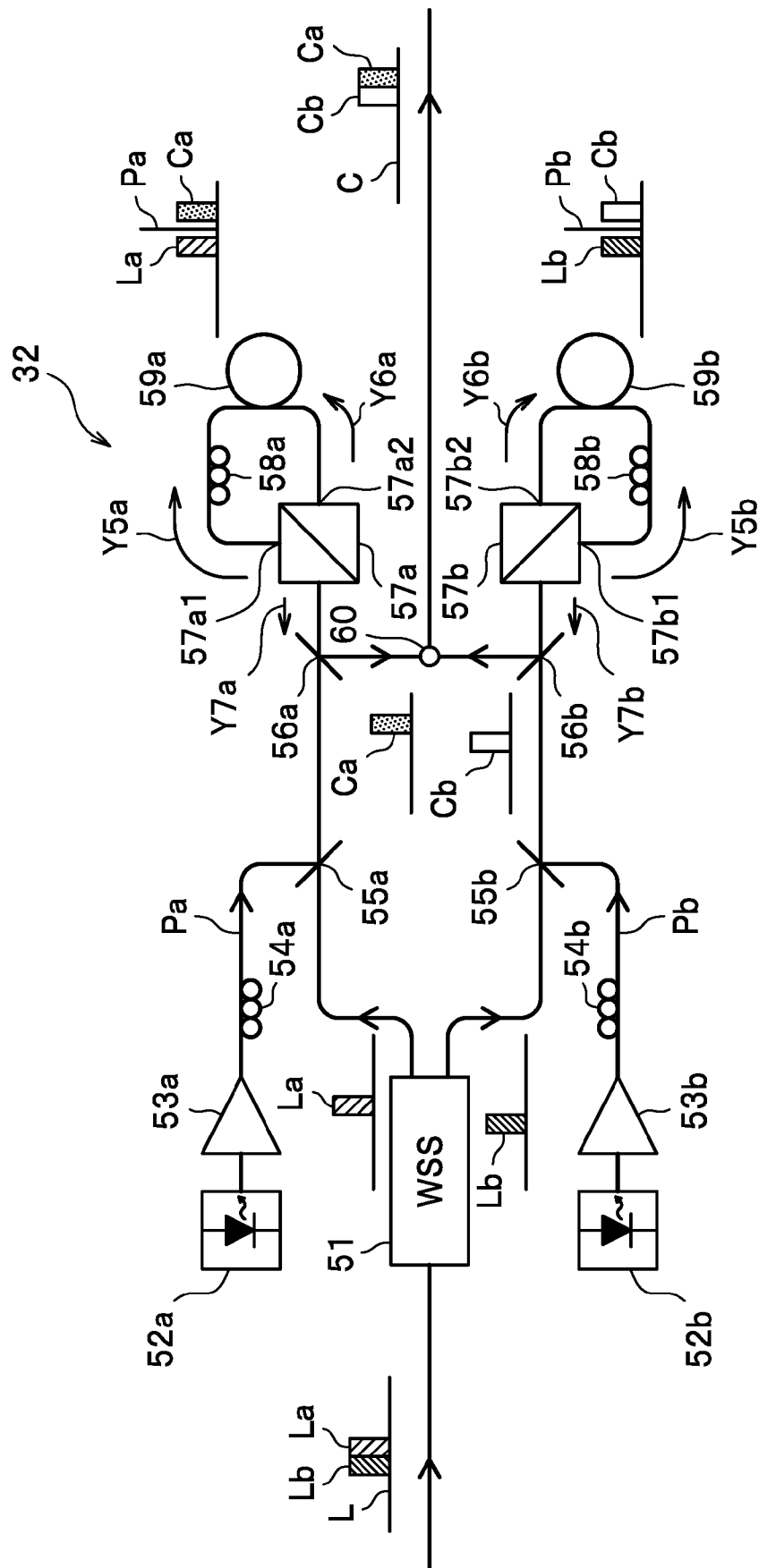
前記 WXC 部に直接入力された前記特定波長帯の光信号を、前記 WXC 部での中継処理後に直接出力するステップと

を実行することを特徴とする波長クロスコネクタ方法。

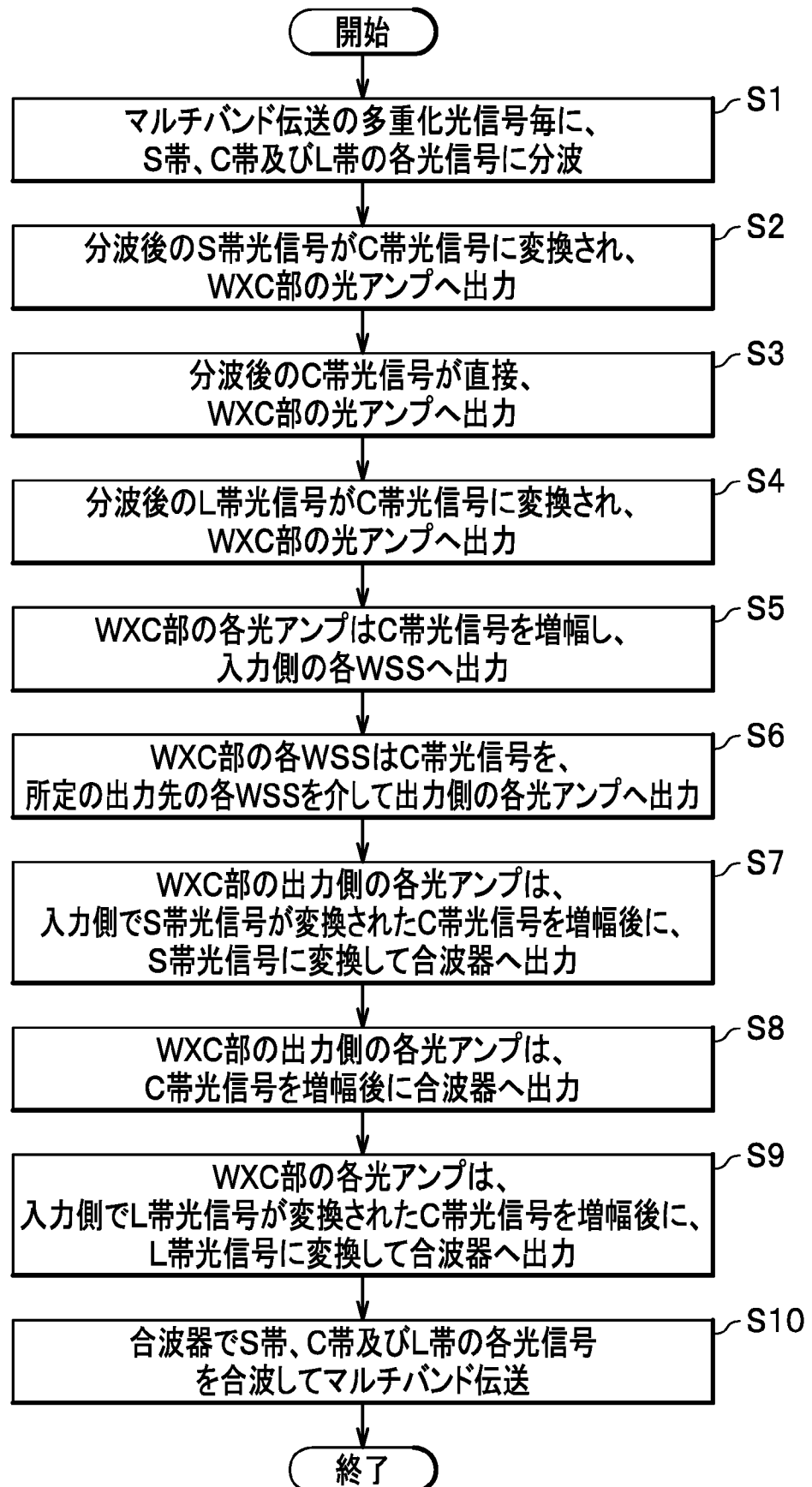
[図1]



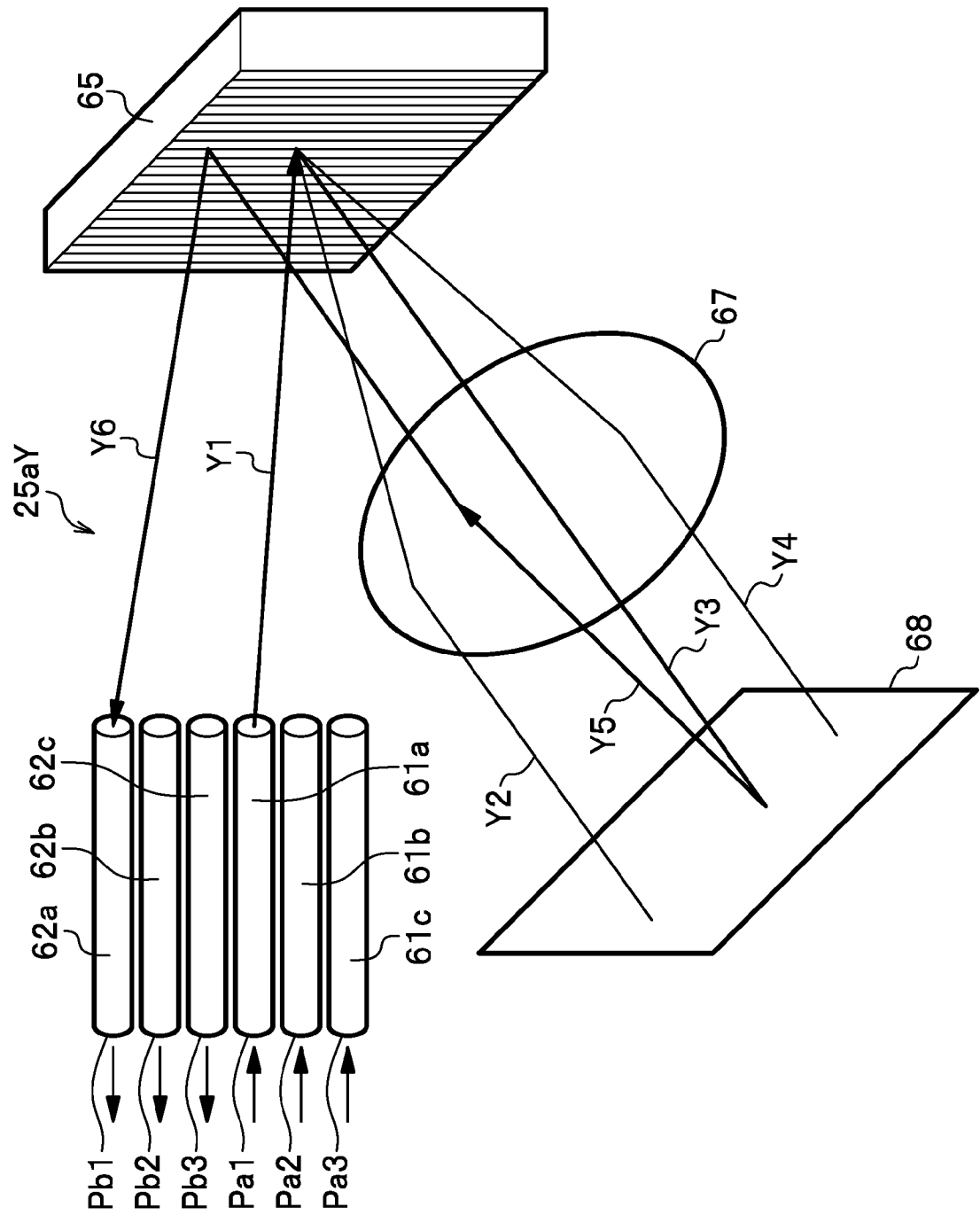
[図2]



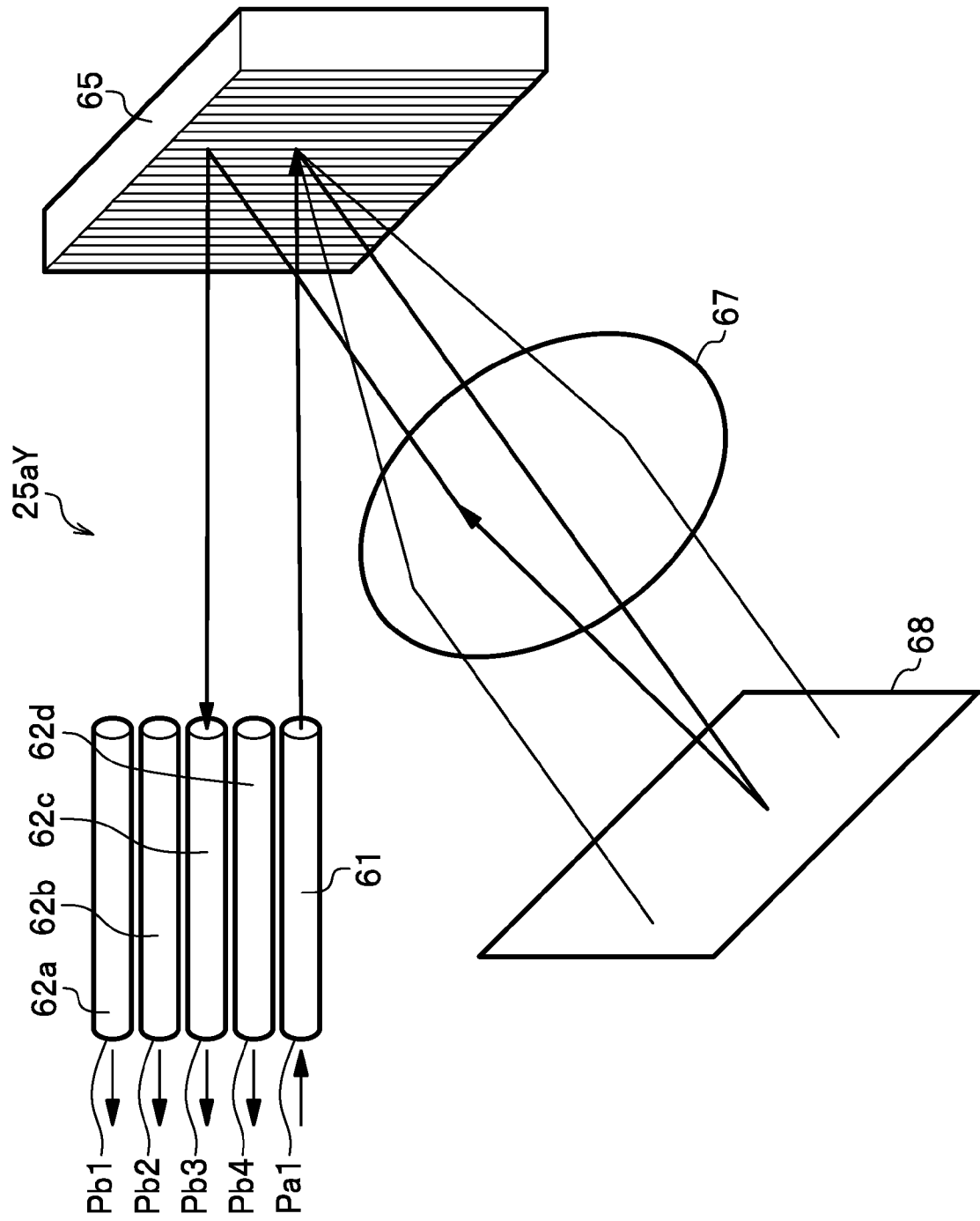
[図3]



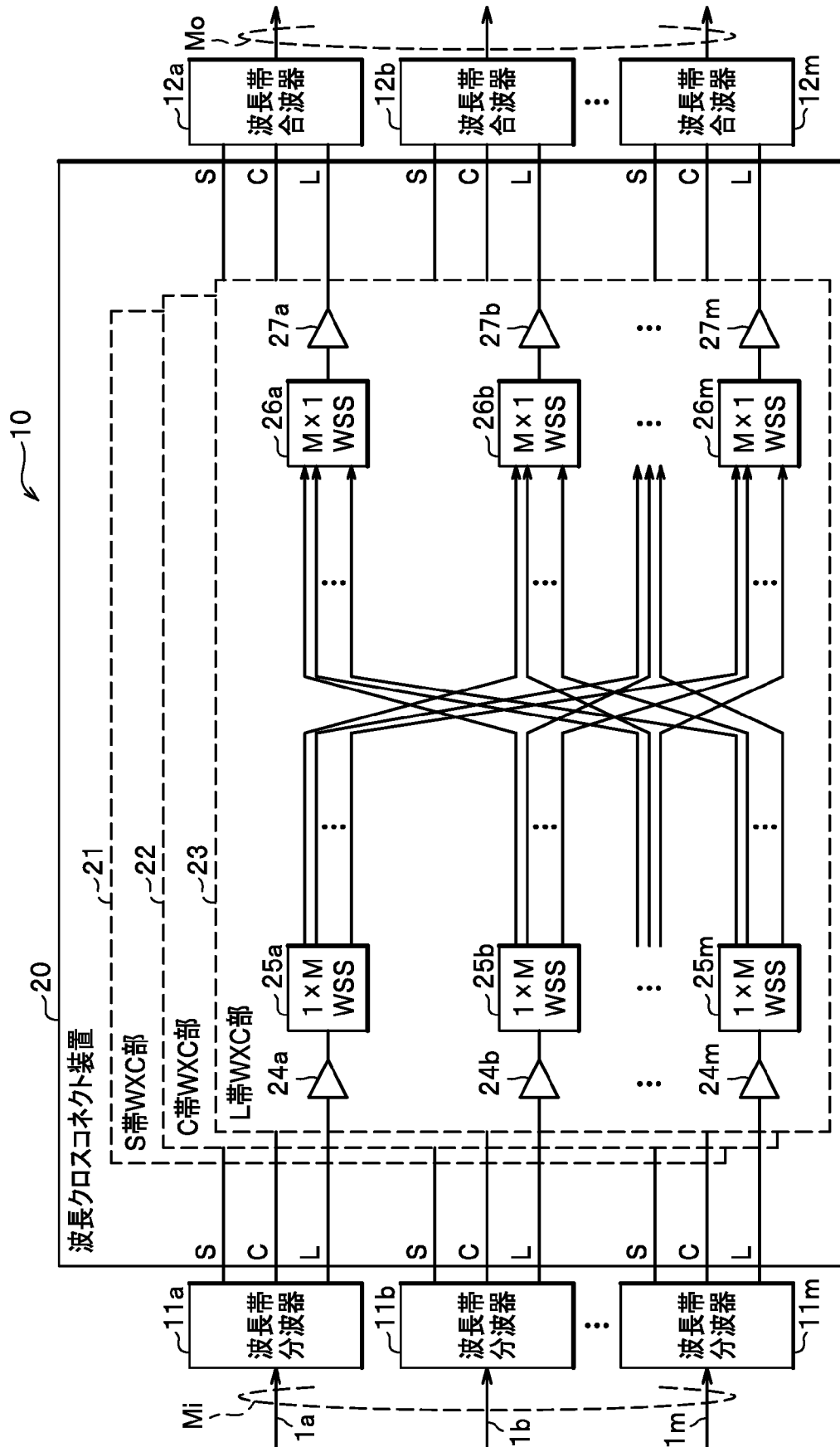
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/026497

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04B10/27(2013.01) i, H04B10/291(2013.01) i
FI: H04B10/291, H04B10/27

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)

Int. Cl. H04B10/27, H04B10/291

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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 2003-188830 A (NIKON CORP.) 04 July 2003, entire text, all drawings	1-4
A	JP 2001-8244 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 12 January 2001, entire text, all drawings	1-4
A	JP 2004-254157 A (FUJITSU LTD.) 09 September 2004, entire text, all drawings	1-4
A	JP 2006-243571 A (FUJITSU LTD.) 14 September 2006, entire text, all drawings	1-4
A	JP 4493538 B2 (FUJITSU LTD.) 30 June 2010, entire text, all drawings	1-4



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
27.11.2020

Date of mailing of the international search report
08.12.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/026497

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	NAPOLI A, et al. Perspectives of Multi-band Optical Communication Systems, The 23rd OptoElectronics and Communications Conference (OECC 2018) Technical Digest, July 2018, 5B3-1, entire text, all drawings	1-4
E, X E, A	JP 2020-137042 A (FUJITSU LTD.) 31 August 2020, paragraphs [0042]-[0068], fig. 4	1-2, 4 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/026497

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2003-188830 A	04.07.2003	(Family: none)	
JP 2001-8244 A	12.01.2001	(Family: none)	
JP 2004-254157 A	09.09.2004	US 2004/0165818 A1 entire text, all drawings	
JP 2006-243571 A	14.09.2006	US 2006/0198583 A1 entire text, all drawings EP 1701580 A2 CN 1831574 A	
JP 4493538 B2	30.06.2010	(Family: none)	
JP 2020-137042 A	31.08.2020	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04B 10/27(2013.01)i; H04B 10/291(2013.01)i FI: H04B10/291; H04B10/27														
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）） H04B10/27; H04B10/291 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年													
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 請求項の番号												
A	JP 2003-188830 A（株式会社ニコン）04.07.2003（2003 - 07 - 04） 全文, 全図	1-4												
A	JP 2001-8244 A（日本電信電話株式会社）12.01.2001（2001 - 01 - 12） 全文, 全図	1-4												
A	JP 2004-254157 A（富士通株式会社）09.09.2004（2004 - 09 - 09） 全文, 全図	1-4												
A	JP 2006-243571 A（富士通株式会社）14.09.2006（2006 - 09 - 14） 全文, 全図	1-4												
A	JP 4493538 B2（富士通株式会社）30.06.2010（2010 - 06 - 30） 全文, 全図	1-4												
A	NAPOLI A. et al., Perspectives of Multi-band Optical Communication Systems, The 23rd OptoElectronics and Communications Conference (OECC 2018) Technical Digest, 2018.07, 5B3-1 全文, 全図	1-4												
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td>"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</td> </tr> <tr> <td>"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）</td> <td>"&" 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>"O" 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	"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	"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	"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	"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	"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）	"&" 同一パテントファミリー文献	"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	
* 引用文献のカテゴリー	"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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
"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	"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													
"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	"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													
"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）	"&" 同一パテントファミリー文献													
"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														
国際調査を完了した日 27.11.2020	国際調査報告の発送日 08.12.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 対馬 英明 5K 1211 電話番号 03-3581-1101 内線 3556													

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 請求項の番号
E, X	JP 2020-137042 A (富士通株式会社) 31.08.2020 (2020 - 08 - 31) 段落0042-0068, 図4	1-2, 4
E, A		3

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/026497

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2003-188830	A	04.07.2003	(ファミリーなし)	
JP	2001-8244	A	12.01.2001	(ファミリーなし)	
JP	2004-254157	A	09.09.2004	US 2004/0165818 A1	
				全文, 全図	
JP	2006-243571	A	14.09.2006	US 2006/0198583 A1	
				全文, 全図	
				EP 1701580 A2	
				CN 1831574 A	
JP	4493538	B2	30.06.2010	(ファミリーなし)	
JP	2020-137042	A	31.08.2020	(ファミリーなし)	