

(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 2022/009292 A1

- (51) 国際特許分類:
H04J 14/02 (2006.01) H04B 10/27 (2013.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/026498
- (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

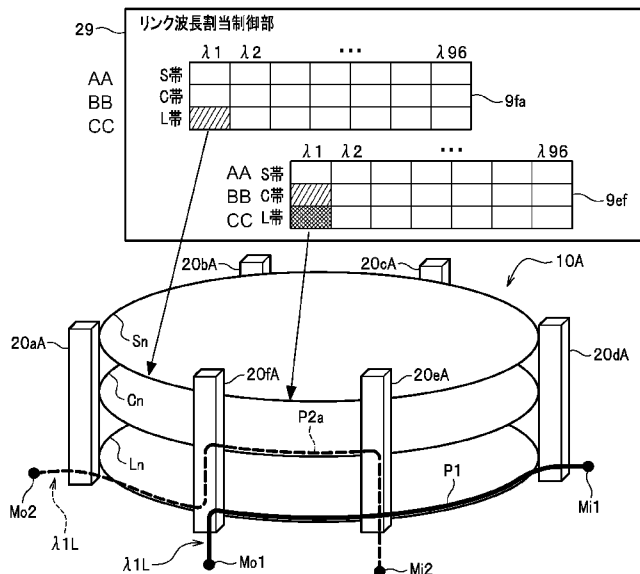
蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 須田 祥生 (SUDA, Sachio); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 齋藤 航平 (SAITO, Kohei); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(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, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,

(54) Title: WAVELENGTH CROSS-CONNECT APPARATUS, MULTIBAND TRANSPORT SYSTEM AND MULTIBAND TRANSPORT METHOD

(54) 発明の名称: 波長クロスコネクト装置、マルチバンド伝送システム及びマルチバンド伝送方法



29 Link wavelength allocation control unit
AA S-band
BB C-band
CC L-band

(57) Abstract: A wavelength cross-connect apparatus (20A) is configured by connecting a plurality of wavelength cross-connect devices (20aA-20fA) in a ring with WDM networks (Sn-Ln) for the respective ones of a plurality of bands on the input/output sides of the wavelength cross-connect devices (20aA-20fA) and further configured to comprise a link wavelength allocation control unit (29). The link wavelength allocation control unit (29) controls to establish, in the same section between wavelength cross-connect devices (20eA, 20fA), different optical paths (P1, P2a) along which optical signals having the same wavelength (λ_1) are transported in the WDM networks (Cn, Ln) of different bands (C-band and L-band) of the same section.

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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 波長クロスコネクタ装置 (20A) は、複数の波長クロスコネクタ装置 (20aA ~ 20fA) を、当該波長クロスコネクタ装置 (20aA ~ 20fA) における入出力側の複数の帯域毎にWDM網 (Sn ~ Ln) でリング状に接続し、リンク波長割当制御部 (29) を備えて構成される。リンク波長割当制御部 (29) は、波長クロスコネクタ装置 (20eA, 20fA) 間による同一区間に、同波長 ($\lambda 1$) の光信号が伝送される異なる光パス (P1, P2a) を、同一区間の異なる帯域 (C帯及びL帯) のWDM網 (Cn, Ln) に張る制御を行う。

明 細 書

発明の名称：

波長クロスコネクト装置、マルチバンド伝送システム及びマルチバンド伝送方法

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、マルチバンド伝送システム及びマルチバンド伝送方法に関する。

背景技術

[0002] 1本の光ファイバに上記波長多重信号光を伝送する波長分割多重通信（WDM: Wavelength Division Multiplex）がある。図6は、従来のWDMを用いたマルチバンド伝送システム（システムともいう）の構成を示すブロック図である。

[0003] 図6に示すマルチバンド伝送システム10は、互いに離間した複数の波長クロスコネクト装置20a, 20b, 20c, 20d, 20e, 20fを、S帯のWDM網S_nと、C帯のWDM網C_nと、L帯のWDM網L_nとでリング状に接続して構成されている。S帯のWDM網S_n、C帯のWDM網C_n及びL帯のWDM網L_nは、各々離間している。S帯、C帯及びL帯については後述する。

[0004] 図7に従来のシステム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。波長クロスコネクト装置20は、同一構成の波長クロスコネクト装置20a～20fを示している。

[0005] 波長クロスコネクト装置20は、入力側に、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）11a, 11b, …, 11mが接続され、出力側に、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）12a, 12b, …, 12mが接続されている。

[0006] 更に、波長クロスコネクタ装置20は、分波器11a～11mと合波器12a～12m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タ）部21、C帯WXC部22及びL帯WXC部23を有する。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。

[0007] 図6に示したシステム10においては、各波長クロスコネクタ装置20a～20fのS帯WXC部21がS帯のWDM網Snで接続され、C帯WXC部22がC帯のWDM網Cnで、L帯WXC部23がL帯のWDM網Lnで接続されている。

[0008] また、図6に四角柱で示す各波長クロスコネクタ装置20a～20fは、分波器11a～11mと合波器12a～12mとを備えている。四角柱の下端側又は上端側に、分波器11a～11mに接続された入力側の方路Miと、合波器12a～12mに接続された出力側の方路Moとが接続されているとする。

[0009] 図7に示す各WXC部21～23は、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24a, 24b, …, 24mと、M個のWSS25a, 25b, …, 25mとを備える。各WSS25a～25m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WSS26a, 26b, …, 26mと、M個の光アンプ27a, 27b, …, 27mとを備える。これらの光アンプ24a～24m、WSS25a～25m、WSS26a～26m、光アンプ27a～27mの各要素は光ファイバや光導波路で接続されている。

[0010] また、S帯WXC部21及び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24a～24m、WSS25a～25m、WSS26a～26m、光アンプ27a～27mを備える。

[0011] 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1a, 1b, …, 1mは、分波器11a～11m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 1 1 a に入力され、波長多重信号光 1 b a が分波器 1 1 b に、波長多重信号光 1 m が分波器 1 1 m に入力される。

[0012] 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、1 4 6 0 n m ～ 1 5 3 0 n m の S 帯、1 5 3 0 n m ～ 1 5 6 5 n m の C 帯、1 5 6 5 n m ～ 1 6 2 5 n m 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。

[0013] なお、図 7 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。

[0014] 分波器 1 1 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 W X C 部 2 1 ～ 2 3 の光アンプ 2 4 a へ出力する。つまり、分波器 1 1 a は、分波された S 帯光信号を S 帯 W X C 部 2 1 の光アンプ 2 4 a へ出力し、C 帯光信号を W X C 部 2 2 の光アンプ 2 4 a へ出力し、L 帯光信号を L 帯 W X C 部 2 3 の光アンプ 2 4 a へ出力する。

[0015] 他の分波器 1 1 b ～ 1 1 m においても、上記分波器 1 1 a と同様に、波長多重信号光 1 b ～ 1 m を S 帯、C 帯及び L 帯の各光信号に分波し、各 W X C 部 2 1 ～ 2 3 の光アンプ 2 4 b ～ 2 4 m へ出力する。

[0016] 各 W X C 部 2 1 ～ 2 3 の光アンプ 2 4 a ～ 2 4 m は、S 帯、C 帯及び L 帯の各光信号を増幅して、各 W X C 部 2 1 ～ 2 3 の W S S 2 5 a ～ 2 5 m へ出力する。

[0017] 各 W S S 2 5 a ～ 2 5 m は、波長帯毎（帯域毎）の光信号の選択と減衰量調整機能等を有する。W S S 2 5 a ～ 2 5 m 毎の M 個の出力端は、出力側の W S S 2 6 a ～ 2 6 m の M 個の入力端に接続されている。

[0018] 例えば、W S S 2 5 a 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 W S S 2 6 b 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 W S S 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 W S S 2 6 m の第 1 入力端へ出力する。このように 1 つの W S S

25 aの各出力端からL帯光信号を、異なるWS S 26 a～26 mの入力端へ出力する。

[0019] 出力側のWS S 26 a～26 m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27 a～27 mへ出力する。

[0020] 各光アンプ27 a～27 mの出力端は、合波器12 a～12 mに接続されている。これによって、光アンプ27 a～27 m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12 a～12 mへ出力する。この出力後、各々の合波器12 a～12 mは、各WXC部21～23の光アンプ27 a～27 m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。

[0021] このような波長クロスコネクタ装置20に係る従来の技術として、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

[0022] 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

[0023] 上述した図6に示すシステム10において、各波長クロスコネクタ装置20 a～20 fのS帯WXC部21、C帯WXC部22及びL帯WXC部23（図7）を帯域毎に接続するS帯のWDM網Sn、C帯のWDM網Cn及びL帯のWDM網Lnは互いに離間して独立している。このため、異なる帯域のWDM網Sn、Cn、Ln間で光信号の伝送を行うことはできない。つまり、同じ帯域のWXC部21～23同士で、同帯域のL帯のWDM網Ln、C帯のWDM網Cn又はL帯のWDM網Lnを介して通信を行うようになっている。

[0024] 図6に示すように、例えば入力側の方路M i 1から波長クロスコネク装置20d, 20e, 20fを介して出力側の方路M o 1へ、L帯のWDM網L n上で光パスP 1を張る。この光パスP 1にL帯で波長 λ 1の光信号 λ 1 Lを伝送したとする。この時、入力側の方路M i 2から波長クロスコネク装置20e, 20f, 20aを介して出力側の方路M o 2へ、L帯のWDM網L n上で光パスP 2を張り、この光パスP 2に上記と同じ光信号 λ 1 Lを伝送したとする。

[0025] この場合、上記同一波長 λ 1の光信号 λ 1 Lは、異なる光パスP 1, P 2を通るが、これらの光パスP 1, P 2は同一のL帯のWDM網L n上に張られている。このため、波長クロスコネク装置20e, 20f間のように同一のL帯のWDM網L n上を同一波長 λ 1の光信号 λ 1 Lが通過すると、×印で示すように波長衝突を起こし、伝送できなくなる課題があった。また、波長クロスコネク装置20a~20fにS帯、C帯及びL帯のWXC部21~23を用いるので、WXC部の装置規模及び消費電力が増大する課題もあった。

[0026] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、波長クロスコネク装置のWXC部の装置規模及び消費電力を抑制でき、この波長クロスコネク装置を用いたマルチバンド伝送システムにおいて、入力側の方路から出力側の方路へ異なる光パスに伝送される同一波長の光信号を波長衝突無しに伝送することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0027] 上記課題を解決するため、本発明は、波長クロスコネク装置であって、前記波長クロスコネク装置は、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、入力側において1入力端からの入力を1出力端から複数分岐出力後に、出力側において1入力端からの複数合成入力を1出力端から出力する光信号処理を行うWSS (Wavelength Selective

Switch) で方路変更し、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

[0028] 本発明によれば、波長クロスコネクタ装置のWXC部の装置規模及び消費電力を抑制でき、こ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において、入力側の方路から出力側の方路へ異なる光パスに伝送される同一波長の光信号を波長衝突無しに伝送することができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]本発明の実施形態に係るWDMを用いたマルチバンド伝送システムの構成を示す図である。

[図2]マルチバンド伝送システムの各波長クロスコネクタ装置の構成を示すブロック図である。

[図3]波長クロスコネクタ装置のWXC部の構成を示すブロック図である。

[図4]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5]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図である。

[図7]従来の波長クロスコネクタ装置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

[0030] 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WDMを用いたマルチバンド伝送システムの構成を示す図である。図1に示すマルチバンド伝送システム（システム）10Aが、従来のマルチバンド伝送システム（図6）と異なる点は、各波長クロスコネクタ装置20aA, 20bA, 20cA, 20dA, 20eA, 20fAが、異なる帯域のWDM網S_n, C_n, L_n間を通して光信号を伝送可能としたことにある。

[0031] 図2に本実施形態のシステム10Aに用いられる波長クロスコネクタ装置20Aの構成を示す。波長クロスコネクタ装置20Aは、同一構成の波長クロスコネクタ装置20aA～20fAを示している。

[0032] 波長クロスコネクタ装置20A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（図2で図示省略）と、1つのWXC部22Aと、出力側の光アンプ27a～27m（図2で図示省略）並びにC/S変換部35及びC/L変換部36を備えて構成されている。更に、波長クロスコネクタ装置20Aには、リンク波長割当制御部29が接続されている。但し、リンク波長割当制御部29は、図1に示すように、システム10Aの全ての波長クロスコネクタ装置20a～20fを一括して制御する状態に接続されている。リンク波長割当制御部29は、1つの装置として構成してもよい。

[0033] WXC部22Aは、図3に示すように、特定波長帯である例えば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、これらの光アンプ24a～24mの各々に接続された1×W(M-1)のWSS25a1～25a3, 25b1～25b3, ..., 25m1～25m3（WSS25a1～25m3ともいう）とを備える。

[0034] WXC部22Aの出力側には、入力側のWSS25a1～25m3と同数

の出力側の $W(M-1) \times 1$ の $WSS\ 26\ a\ 1 \sim 26\ a\ 3$, $26\ b\ 1 \sim 26\ b\ 3$, ..., $26\ m\ 1 \sim 26\ m\ 3$ ($WSS\ 26\ a\ 1 \sim 26\ m\ 3$ ともいう)と、3つを1組とするM組の光アンプ $27\ a$, $27\ b$, ..., $27\ m$ とを備える。

[0035] 上式の $1 \times W(M-1)$ において、「1」は各 $WSS\ 25\ a\ 1 \sim 25\ m\ 3$ の入力端が1つであることを示す。「 $W(M-1)$ 」は、各 $WSS\ 25\ a\ 1 \sim 25\ m\ 3$ の出力端の分岐数を示す。また、 $W(M-1) \times 1$ において、「 $W(M-1)$ 」は、各 $WSS\ 26\ a\ 1 \sim 26\ m\ 3$ の入力側の分岐数を示す。「1」は各 $WSS\ 26\ a\ 1 \sim 26\ m\ 3$ の出力端が1つであることを示す。

[0036] 上記の W は、波長帯数を示し、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、互いに同数の $WSS\ 26\ a\ 1 \sim 26\ m\ 3$ と $WSS\ 26\ a\ 1 \sim 26\ m\ 3$ とを、同じ方路で組み分けした際の組数を示す。例えば、入力側及び出力側の WSS が、第1方路の $WSS\ 25\ a\ 1 \sim 25\ a\ 3$ と、第2方路の $WSS\ 25\ b\ 1 \sim 25\ b\ 3$ と、第3方路の $WSS\ 25\ m\ 1 \sim 25\ m\ 3$ との3組（以降、具体例としては3組とする）があるとする、 $M=3$ となる。この場合、入力側の例えば $WSS\ 25\ a\ 1$ では、 $W(M-1) = 3(3-1) = 6$ となるので、 $WSS\ 25\ a\ 1$ の出力端の分岐数が6となる。出力側の例えば $WSS\ 26\ a\ 1$ では、 $W(M-1) = 3(3-1) = 6$ となるので、 $WSS\ 26\ a\ 1$ の入力端の分岐数が6となる。

[0037] このことから、上から1組目の内の $WSS\ 25\ a\ 1$ の出力端は、自方路以外、即ち、1組目の方路以外の2組目の方路の $WSS\ 26\ b\ 1\ A \sim 26\ b\ 3$ と、 m 組目（例えば3組目とする）の方路の $WSS\ 26\ m\ 1\ A \sim 26\ m\ 3$ との合計6つの出力端に接続されている。言い換えれば、例えば入力側の $WSS\ 25\ a\ 1$ と出力側の $WSS\ 26\ b\ 1$ とは、入力側において1入力端からの入力を1出力端から複数分岐出力後に、出力側において1入力端からの複数合成入力を1出力端から出力する光信号処理を行っている。他の WSS も同じ接続状態であるため説明を省略する。

[0038] 次に、図1に示すように、リンク波長割当制御部29は、波長割当テーブル（一例として波長割当テーブル9ef, 9fa）を備え、波長クロスコネ

クト装置 20a ~ 20f 間を接続する S 帯、C 帯及び L 帯の各 WDM 網 S_n ~ L_n への光パス（リンク）の割り当てを行うと共に、予め定められた波長 λ_1 ~ 波長 λ_{96} を割り当てる設定を波長割当テーブルを行う。

[0039] 波長割当テーブル 9ef には、波長クロスコネクタ装置 20eA, 20fA 間の S 帯、C 帯及び L 帯の何れかの光パスに、波長 λ_1 ~ 波長 λ_{96} を割り当てる設定が行われる。波長割当テーブル 9fa には、波長クロスコネクタ装置 20fA, 20aA 間の S 帯、C 帯及び L 帯の何れかの光パスに、波長 λ_1 ~ λ_{96} を割り当てる設定が行われる。

[0040] 図 1 に示す例では、リンク波長割当制御部 29 が、波長割当テーブル 9ef において、波長クロスコネクタ装置 20eA, 20fA 間の L 帯の WDM 網 L_n 及び C 帯の WDM 網 C_n に、波長 λ_1 を割り当てる設定を行っている。また、波長割当テーブル 9fa において、波長クロスコネクタ装置 20fA, 20aA 間の L 帯の WDM 網 L_n に、波長 λ_1 を割り当てる設定を行っている。

[0041] この設定によって、リンク波長割当制御部 29 は、例えば入力側の方路 M_{i1} から波長クロスコネクタ装置 20dA, 20eA, 20fA を介して出力側の方路 M_{o1} へ向かって、L 帯の WDM 網 L_n 上に、L 帯で波長 λ_1 の光信号 λ_{1L} が伝送可能な光パス P_1 （実線）を張ることができる。

[0042] これと同時に、リンク波長割当制御部 29 は、入力側の方路 M_{i2} から波長クロスコネクタ装置 20eA, 20fA, 20aA を介して出力側の方路 M_{o2} へ向かって、波長クロスコネクタ装置 20eA, 20fA 間では C 帯の WDM 網 C_n 上に、且つ、波長クロスコネクタ装置 20fA, 20aA 間では L 帯の WDM 網 L_n 上に、上記と同じ光信号 λ_{1L} を伝送可能な光パス P_{2a} （破線）を張ることができる。

[0043] つまり、リンク波長割当制御部 29 は、同一区間（例えば波長クロスコネクタ装置 20eA, 20fA 間）に、同波長 λ_1 の光信号 λ_{1L} が伝送される異なる光パス P_1 , P_{2a} を張る場合、これらの光パス P_1 , P_{2a} を、同一区間の異なる帯域の WDM 網（C 帯の WDM 網 C_n と L 帯の WDM 網 L_n ）

n) に張るようにする。このために、波長割当テーブル 9 e f, 9 f a の各 WDM 網 C n, L n への波長 λ_1 の割り当てが設定されるようになっている。

[0044] 次に、図 3 において、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。

[0045] 分波器 1 1 a ~ 1 1 m (図 2) 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 M i (図 2) 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 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。

[0046] 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 WXC 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、WXC 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 WXC 部 2 2 A の光アンプ 2 4 b の入力端に接続されている。

[0047] 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 WXC 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 m 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 m の入力端に接続されている。更に、分波器 1 1 m の L 帯光信号の出力端が、L/C 変換部 3 2 を介して WXC 部 2 2 A の光アンプ 2 4 m の入力端に接続されている。

[0048] 次に、WXC部22Aの出力側の光アンプ27a～27mに接続されたC／S変換部35は、入力側のS／C変換部31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27a～27mに接続されたC／L変換部36は、入力側のL／C変換部32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36を備える。なお、C／S変換部35及びC／L変換部36は、請求項記載の出力側変換部を構成する。

[0049] また、WXC部22A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12a～12mの入力端に接続されている。

[0050] <波長帯変換部の構成>

上述したS／C変換部31、L／C変換部32、C／S変換部35及びC／L変換部36の回路構成は、実質上同一構成となっている。このため、図4にL／C変換部32の回路構成を代表して示し、その説明を行う。

[0051] 図4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。

[0052] 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。

[0053] 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。

[0054] 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。

[0055] 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は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。

[0056] 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は偏波ビームスプリッタ57bに入力される。45度の傾きは、偏波コントローラ54bの偏波制御により実現される。

[0057] 一方、図1に示す分波器11aからL帯光信号（光信号Lともいう）が、L/C変換部32の図4に示すWSS51に入力されたとする。この光信号Lには、長波長側Laの光信号（長波長側光信号Laともいう）と短波長側Lbの光信号（短波長側光信号Lbともいう）とが合波されている。

[0058] WSS51は、光信号Lを長波長側光信号Laと短波長側光信号Lbとに分けて出力する。この長波長側光信号Laは、WDMカプラ55a、56aを介して偏波ビームスプリッタ57aに入力される。短波長側光信号Lbは、WDMカプラ55b、56bを介して偏波ビームスプリッタ57bに入力される。

[0059] 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57aに入力された長波長側光信号La及びポンプ光Paは、偏波ビームスプリッタ57aの第1入出力ポート57a1から出力され、矢印Y5aで示すように、偏

波コントローラ58a及び高非線形性ファイバ59aを介して第2入出力ポート57a2に入力されるループ経路を辿る。

[0060] このループ経路において、偏波ビームスプリッタ57aの第1入出力ポート57a1から出力された長波長側光信号La及びポンプ光Paは、偏波コントローラ58aで偏波制御されながら、高非線形性ファイバ59aで4光波混合処理（後述）される。高非線形性ファイバ59a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。

[0061] 即ち、高非線形性ファイバ59a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La及びポンプ光Pa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Caを生成する。この生成された光信号Caと、長波長側光信号La及びポンプ光Paが、偏波ビームスプリッタ57aの第2入出力ポート57a2に入力される。

[0062] 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La及びポンプ光Paは、第2入出力ポート57a2から出力され、矢印Y5aと反対方向の矢印Y6a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Caの光信号（長波長側光信号Caともいう）が生成される。

[0063] 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Ca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Caは、矢印Y7a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。

[0064] 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Lb及びポンプ光Pb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5 8 b及び高非線形性ファイバ5 9 bを介して第2入出力ポート5 7 b 2に入力されるループ経路を辿る。

[0065] このループ経路において、第1入出力ポート5 7 b 1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5 8 bで偏波制御されながら、高非線形性ファイバ5 9 b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5 7 bの第2入出力ポート5 7 b 2に入力される。

[0066] この動作と同時に、偏波ビームスプリッタ5 7 bの第2入出力ポート5 7 b 2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。

[0067] 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。

[0068] 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。

[0069] <実施形態の動作>

次に、図1に示すマルチバンド伝送システム1 0 Aの動作を、図5のフローチャートを参照して説明する。

[0070] 図5に示すステップS 1において、図1に示すように、リンク波長割当制御部2 9が波長割当テーブル9 e fに、波長クロスコネクタ装置2 0 e A, 2 0 f A間のL帯のWDM網L n及びC帯のWDM網C nに、波長 λ 1を割り当てる設定を行ったとする。更に、リンク波長割当制御部2 9が波長割当

テーブル9 f aに、波長クロスコネクタ装置20 f A, 20 a A間のL帯のWDM網L nに、波長 λ_1 を割り当てる設定を行ったとする。

[0071] 次に、ステップS 2において、リンク波長割当制御部29は、波長割当テーブル9 e fに基づき、入力側の方路M i 1から波長クロスコネクタ装置20 d, 20 e, 20 fを介して出力側の方路M o 1へ、L帯のWDM網L n上に光パスP 1（実線）を張る。

[0072] これと共に、リンク波長割当制御部29は、波長割当テーブル9 e f, 9 f aに基づき、入力側の方路M i 2から波長クロスコネクタ装置20 e A, 20 f A, 20 a Aを介して出力側の方路M o 2へ向かい、波長クロスコネクタ装置20 e A, 20 f A間ではC帯のWDM網C n上に、且つ、波長クロスコネクタ装置20 f A, 20 f A間ではL帯のWDM網L n上に、上記と同じ光信号 λ_1 Lが伝送可能な光パスP 2 a（破線）を張る。

[0073] つまり、同一区間（波長クロスコネクタ装置20 e A, 20 f A間）に、同波長 λ_1 の光信号 λ_1 Lが伝送される異なる光パスP 1, P 2 aが張られるので、各光パスP 1, P 2 aは、同一区間の異なる帯域のWDM網（C帯のWDM網C nとL帯のWDM網L n）に張られることになる。

[0074] 次に、ステップS 3において、入力側の方路M i 1から光パスP 1にL帯で波長 λ_1 の光信号 λ_1 Lが、次のように伝送される。

[0075] まず、入力側の方路M i 1から波長クロスコネクタ装置20 d Aに入力されたL帯の光信号 λ_1 Lは、図2に示す例えば分波器11 aを介してL/C変換部32でC帯に変換される。この変換されたC帯の光信号 λ_1 Lは、図3に示すWXC部22 Aの光アンプ24 aを介してWSS 25 a 3に入力され、この出力端から例えばL帯系列のWSS 26 b 3へ出力される。

[0076] 更に、C帯の光信号 λ_1 Lは、WSS 26 b 3から光アンプ27 bを介してC/L変換部36でL帯に変換され、図1に示すL帯のWDM網L n上の光パスP 1を介して後段の波長クロスコネクタ装置20 e Aに入力される。この波長クロスコネクタ装置20 e Aでも前段の波長クロスコネクタ装置20 d Aと同等の処理が行われ、更に後段の波長クロスコネクタ装置20 f A

でも同等の処理が行われる。波長クロスコネクタ装置 20 f A では、L 帯で波長 λ_1 の光信号 $\lambda_1 L$ が、図 2 に示す例えば合波器 12 b から出力側の方路 M o 1 (図 1) へ出力される。

[0077] 次に、ステップ S 4 において、図 1 に示す方路 M i 2 から光パス P 2 a に上記と同じ L 帯で波長 λ_1 の光信号 $\lambda_1 L$ が、次のように伝送される。

[0078] まず、入力側の方路 M i 2 から波長クロスコネクタ装置 20 e A に入力された L 帯の光信号 $\lambda_1 L$ は、図 2 に示す例えば分波器 11 a を介して L/C 変換部 32 で C 帯に変換される。この変換された C 帯の光信号 $\lambda_1 L$ は、図 3 に示す光アンプ 24 a を介して WSS 25 a 3 に入力され、この出力端から例えば C 帯系列の WSS 26 b 2 へ出力される。

[0079] 更に、C 帯の光信号 $\lambda_1 L$ は、WSS 26 b 2 から光アンプ 27 b を介して、図 1 に示す C 帯の WDM 網 C n 上の光パス P 2 a を介して後段の波長クロスコネクタ装置 20 f A に入力される。この波長クロスコネクタ装置 20 f A に入力された C 帯の光信号 $\lambda_1 L$ は、図 3 に示す光アンプ 24 b を介して WSS 25 b 2 に入力され、この出力端から L 帯系列の例えば WSS 26 a 3 へ出力される。この C 帯の光信号 $\lambda_1 L$ は、WSS 26 b 3 から光アンプ 27 b を介して C/L 変換部 36 で L 帯に変換され、図 1 に示す L 帯の WDM 網 L n 上の光パス P 2 a を介して更に後段の波長クロスコネクタ装置 20 a A に入力される。

[0080] この波長クロスコネクタ装置 20 a A では、L 帯の光信号 $\lambda_1 L$ が、図 2 に示す例えば分波器 11 a を介して L/C 変換部 32 で C 帯に変換される。この C 帯の光信号 $\lambda_1 L$ は、図 3 に示す光アンプ 24 a を介して WSS 25 a 3 に入力され、この出力端から L 帯系列の例えば WSS 26 b 3 へ出力される。更に、C 帯の光信号 $\lambda_1 L$ は、WSS 26 b 3 から光アンプ 27 b を介して C/L 変換部 36 で L 帯に変換され、図 2 に示す合波器 12 b から出力側の方路 M o 2 (図 1) へ出力される。

[0081] <実施形態の効果>

本実施形態のマルチバンド伝送システム 10 A の波長クロスコネクタ装置

20A（波長クロスコネクタ装置20aA～20fA）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Mi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24a～24m, 27a～27mで増幅した後、WS25a1～25m3, 26a1～26m3で方路変更し、出力側の方路Moへ出力する中継処理を行っている。

[0082] WS25a1～25m3, 26a1～26m3は、入力側において1入力端からの入力を1出力端から複数分岐出力後に、出力側において1入力端からの複数合成入力を1出力端から出力する光信号処理を行っている。

[0083] 波長クロスコネクタ装置20Aは、光アンプ24a～24m, 27a～27mで及びWS25a1～25m3, 26a1～26m3を有し、異なる波長帯（S帯、C帯及びL帯の波長帯）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、当該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。更に、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、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。そして、入力側から直接入力された特定波長帯の光信号を、WXC部22Aでの中継処理後に直接出力する構成とした。

[0084] この構成によれば、異なる波長帯の光信号を同一の波長帯（特定波長帯）の光信号に変換した後、1つのWXC部22Aにより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。

[0085] （2）マルチバンド伝送システム10Aは、上記（1）に記載の波長クロスコネクタ装置20Aを複数備え、複数の波長クロスコネクタ装置20aA～20fAを、当該波長クロスコネクタ装置20aA～20fAにおける入出力側の複数の帯域毎にWDM網Sn～Lnでリング状に接続して構成され

る。

[0086] リング状に接続された波長クロスコネクタ装置（例えば波長クロスコネクタ装置 20eA, 20fA）間の複数の帯域（C帯及びL帯）毎のWDM網C_n, L_nに所定の波長 λ_1 を割り当て、この割り当てられた波長 λ_1 の光信号が伝送される光パスP₁, P_{2a}を、1又は複数の波長クロスコネクタ装置20eA～20aAを介して入力側の方路と出力側の方路間に張る制御を行うリンク波長割当制御部29を備える。

[0087] リンク波長割当制御部29は、波長クロスコネクタ装置20eA, 20fA間による同一区間に、同波長 λ_1 の光信号が伝送される異なる光パスP₁, P_{2a}を、同一区間の異なる帯域（C帯及びL帯）のWDM網C_n, L_nに張る制御を行う構成とした。

[0088] この構成によれば、波長クロスコネクタ装置20eA, 20fA間による同一区間に、同波長 λ_1 の光信号が伝送される異なる光パスP₁, P_{2a}が、同一区間の異なる帯域（C帯及びL帯）のWDM網C_n, L_nに張られる。このため、同一区間の異なる光パスP₁, P_{2a}に、同波長 λ_1 の光信号が伝送されても、波長衝突が生じることが無くなる。

[0089] <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、入力側において1入力端からの入力を1出力端から複数分岐出力後に、出力側において1入力端からの複数合成入力を1出力端から出力する光信号処理を行うWSSで方路変更し、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。

[0090] この構成によれば、異なる波長帯の光信号を同一の波長帯（特定波長帯）の光信号に変換した後、1つのWXC部により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。

[0091] （2）上記（1）に記載の波長クロスコネクタ装置を複数備え、複数の波長クロスコネクタ装置を、当該波長クロスコネクタ装置における入出力側の複数の帯域毎にWDM（Wavelength Division Multiplex）網でリング状に接続して構成されるマルチバンド伝送システムであって、前記リング状に接続された波長クロスコネクタ装置間の複数の帯域毎のWDM網に所定の波長を割り当て、この割り当てられた波長の光信号が伝送される光パスを、1又は複数の波長クロスコネクタ装置を介して入力側の方路と出力側の方路間に張る制御を行うリンク波長割当制御部を備え、前記リンク波長割当制御部は、波長クロスコネクタ装置間による同一区間に、同波長の光信号が伝送される異なる光パスを、同一区間の異なる帯域のWDM網に張る制御を行うことを特徴とするマルチバンド伝送システムである。

[0092] この構成によれば、波長クロスコネクタ装置間による同一区間に、同波長の光信号が伝送される異なる光パスが、同一区間の異なる帯域のWDM網に張られる。このため、同一区間の異なる光パスに、同波長の光信号が伝送されても、波長衝突が生じることが無くなる。

[0093] 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

[0094] 1a～1m 波長多重信号光
9ef, 9fa 波長割当テーブル
10A マルチバンド伝送システム

1 1 a ~ 1 1 m 波長帯分波器
1 2 a ~ 1 2 m 波長帯合波器
2 0 A 波長クロスコネクタ装置
2 2 A W X C 部
2 4 b ~ 2 4 m, 2 7 a ~ 2 7 m 光アンプ
2 5 a 1 ~ 2 5 m 3, 2 6 a 1 ~ 2 6 m 3 W S S
2 9 リンク波長割当制御部
3 1 S / C 変換部 (入力側変換部)
3 2 L / C 変換部 (入力側変換部)
3 5 C / S 変換部 (出力側変換部)
3 6 C / L 変換部 (出力側変換部)
S n S 帯の W D M 網
C n C 帯の W D M 網
L n L 帯の W D M 網
M i 入力側の方路
M o 出力側の方路
P 1, P 2 a 光パス
 λ 1 L 光信号

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、入力側において1入力端からの入力を1出力端から複数分岐出力後に、出力側において1入力端からの複数合成入力を1出力端から出力する光信号処理を行うWSS (Wavelength Selective Switch) で方路変更し、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]

請求項1に記載の波長クロスコネクト装置を複数備え、複数の波長クロスコネクト装置を、当該波長クロスコネクト装置における入出力側の複数の帯域毎にWDM (Wavelength Division Multiplex) 網でリング状に接続して構成されるマルチバンド伝送システムであって、

前記リング状に接続された波長クロスコネクト装置間の複数の帯域毎のWDM網に所定の波長を割り当て、この割り当てられた波長の光信号が伝送される光パスを、1又は複数の波長クロスコネクト装置を介して入力側の方路と出力側の方路間に張る制御を行うリンク波長割

当制御部を備え、

前記リンク波長割当制御部は、波長クロスコネクタ装置間による同一区間に、同波長の光信号が伝送される異なる光パスを、同一区間の異なる帯域のWDM網に張る制御を行う

ことを特徴とするマルチバンド伝送システム。

[請求項3]

請求項1に記載の波長クロスコネクタ装置を複数備え、複数の波長クロスコネクタ装置を、当該波長クロスコネクタ装置における入出力側の複数の帯域毎にWDM網でリング状に接続して構成されるマルチバンド伝送システムのマルチバンド伝送方法であって、

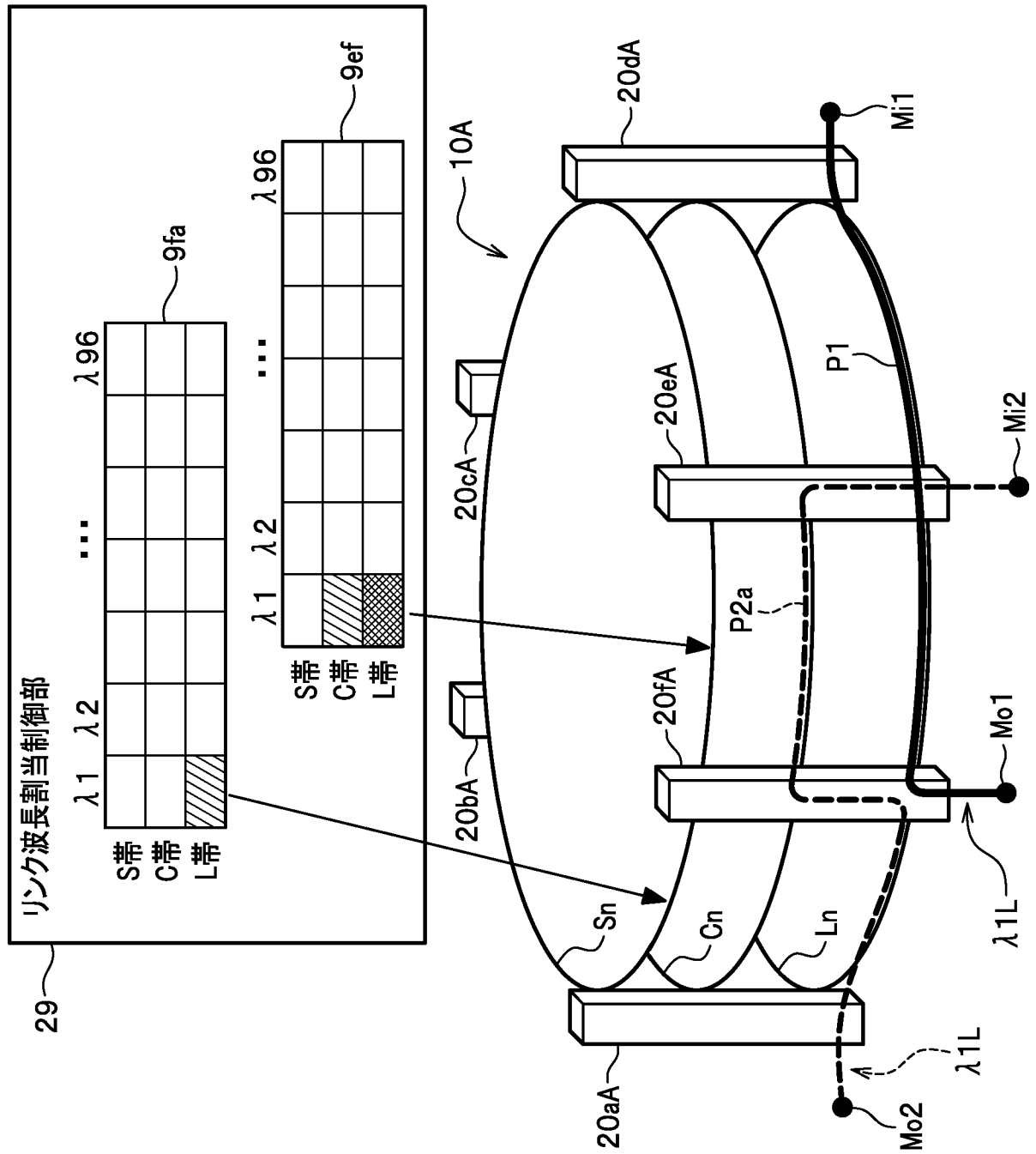
前記リング状に接続された波長クロスコネクタ装置間の複数の帯域毎のWDM網に所定の波長を割り当て、この割り当てられた波長の光信号が伝送される光パスを、1又は複数の波長クロスコネクタ装置を介して入力側の方路と出力側の方路間に張る制御を行うリンク波長割当制御部を、前記マルチバンド伝送システムに備え、

前記リンク波長割当制御部は、

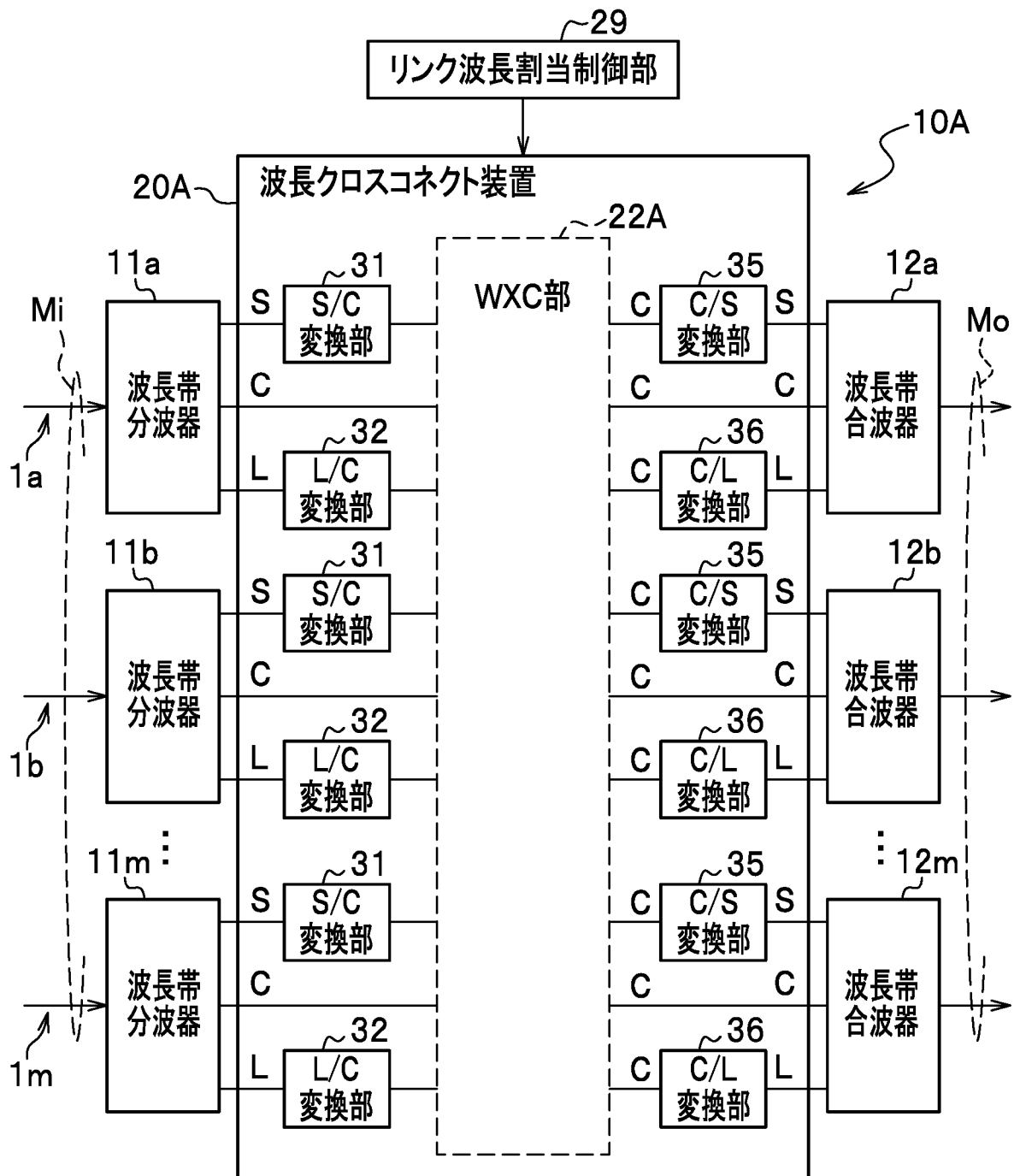
前記波長クロスコネクタ装置間による同一区間に、同波長の光信号が伝送される異なる光パスを、同一区間の異なる帯域のWDM網に張るステップ

を実行することを特徴とするマルチバンド伝送方法。

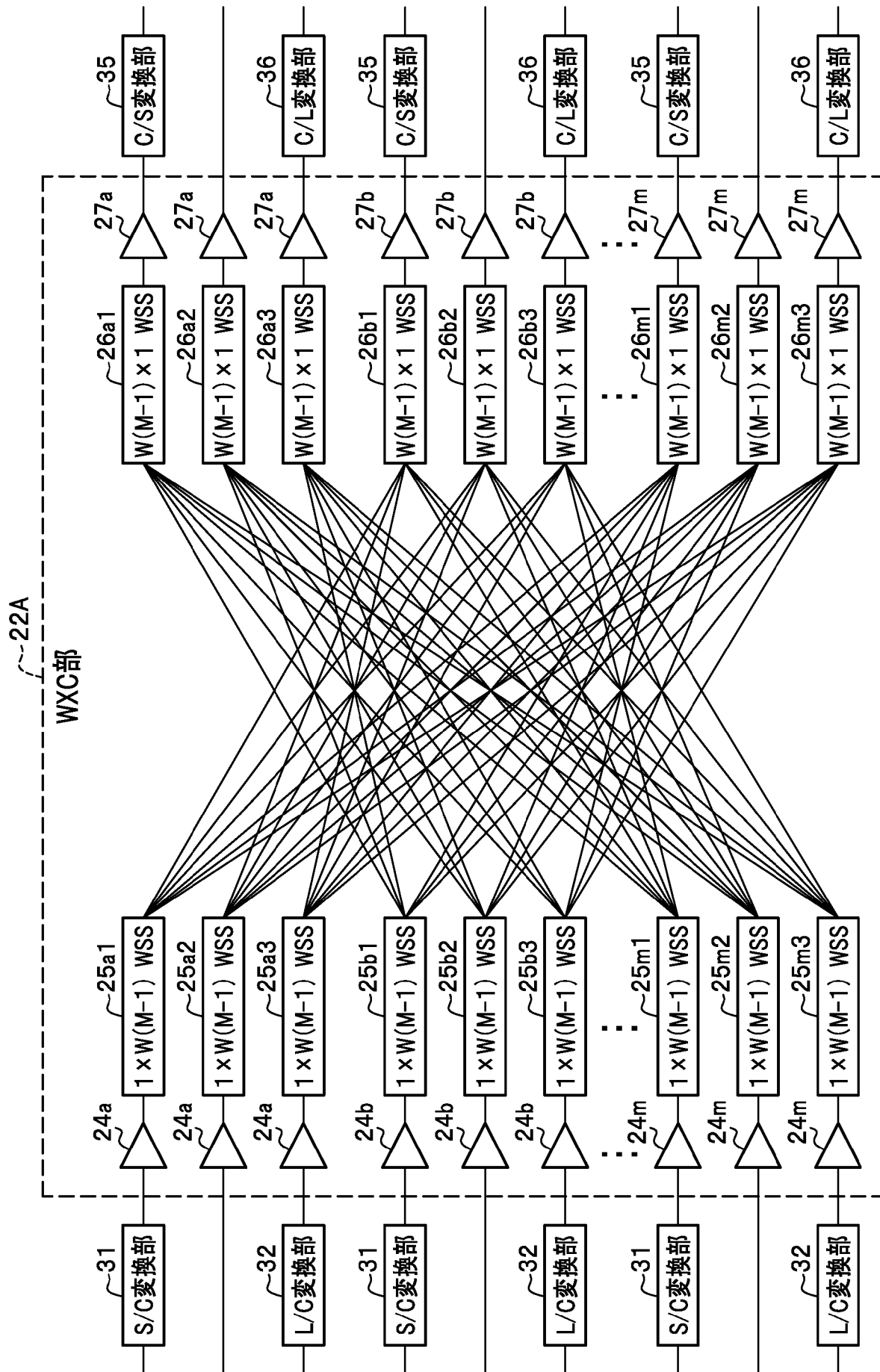
[図1]



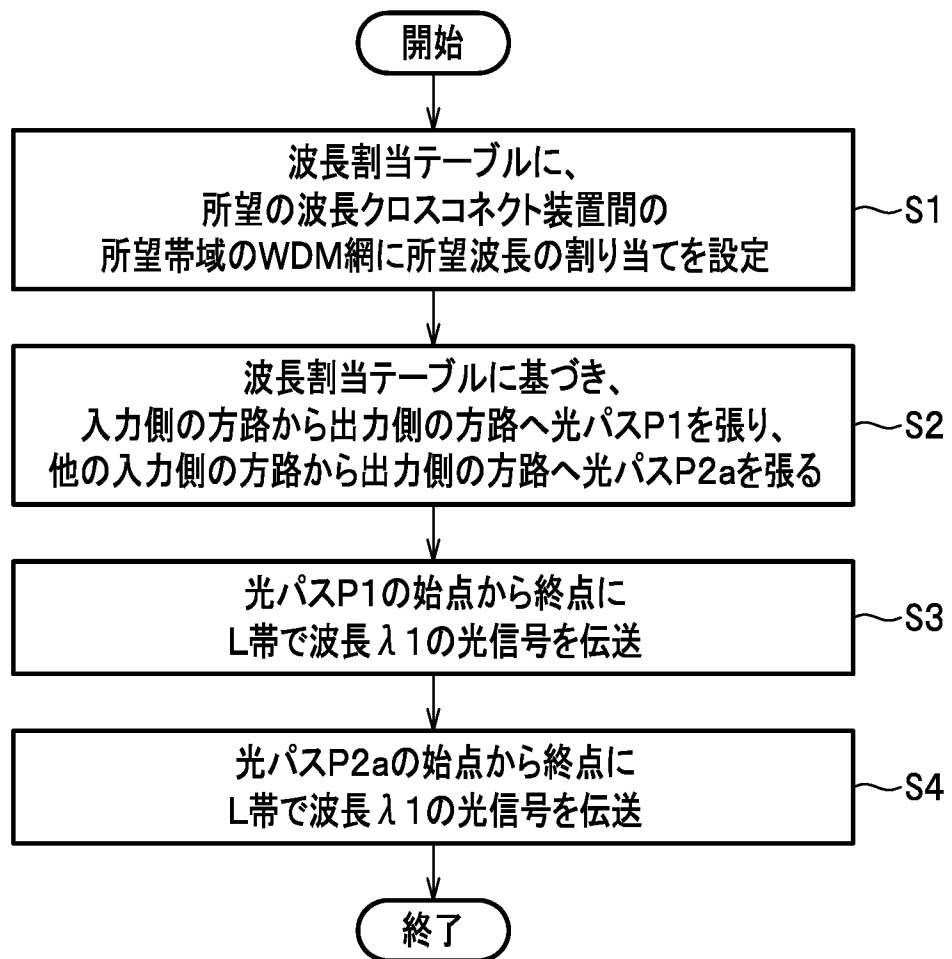
[図2]



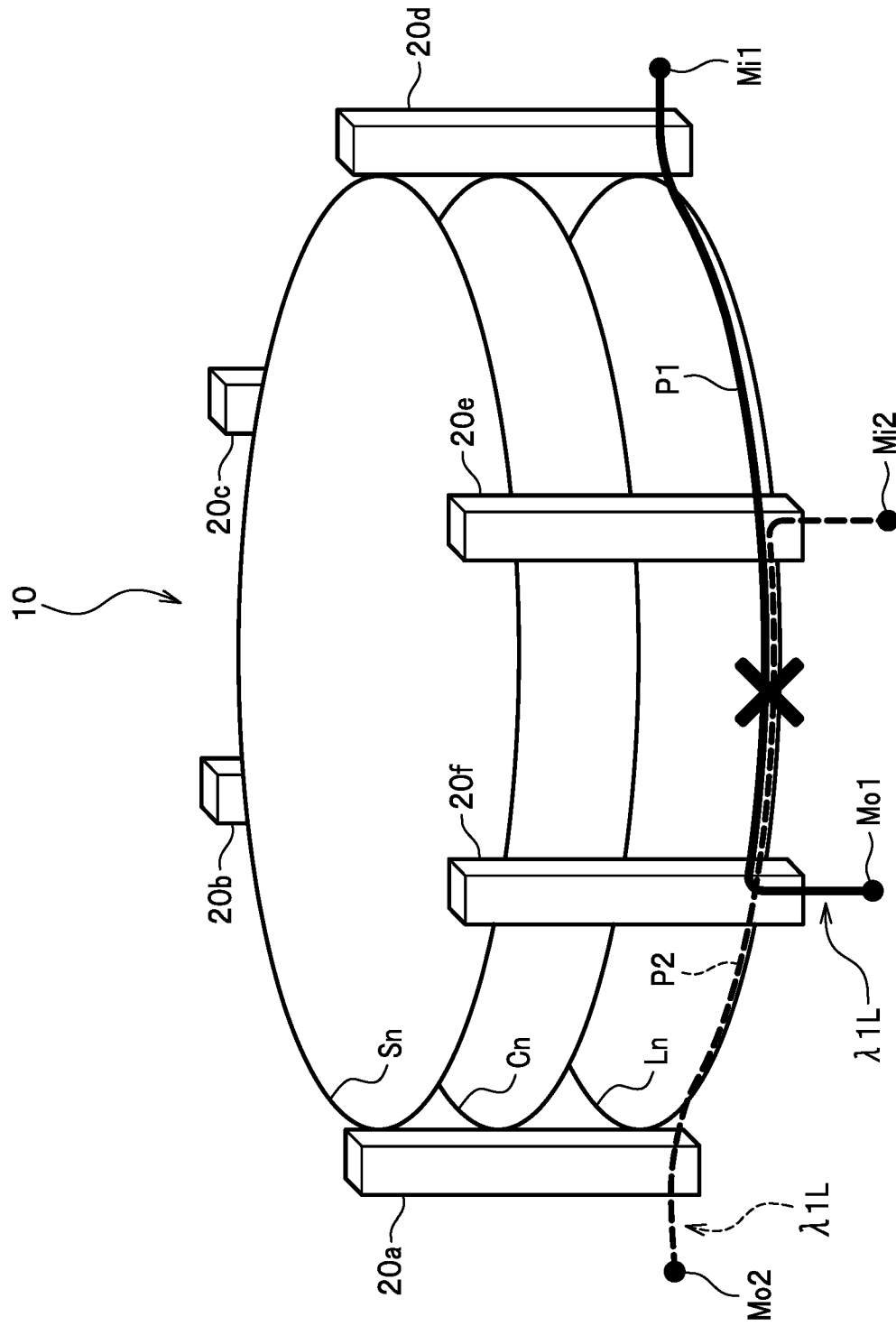
[図3]



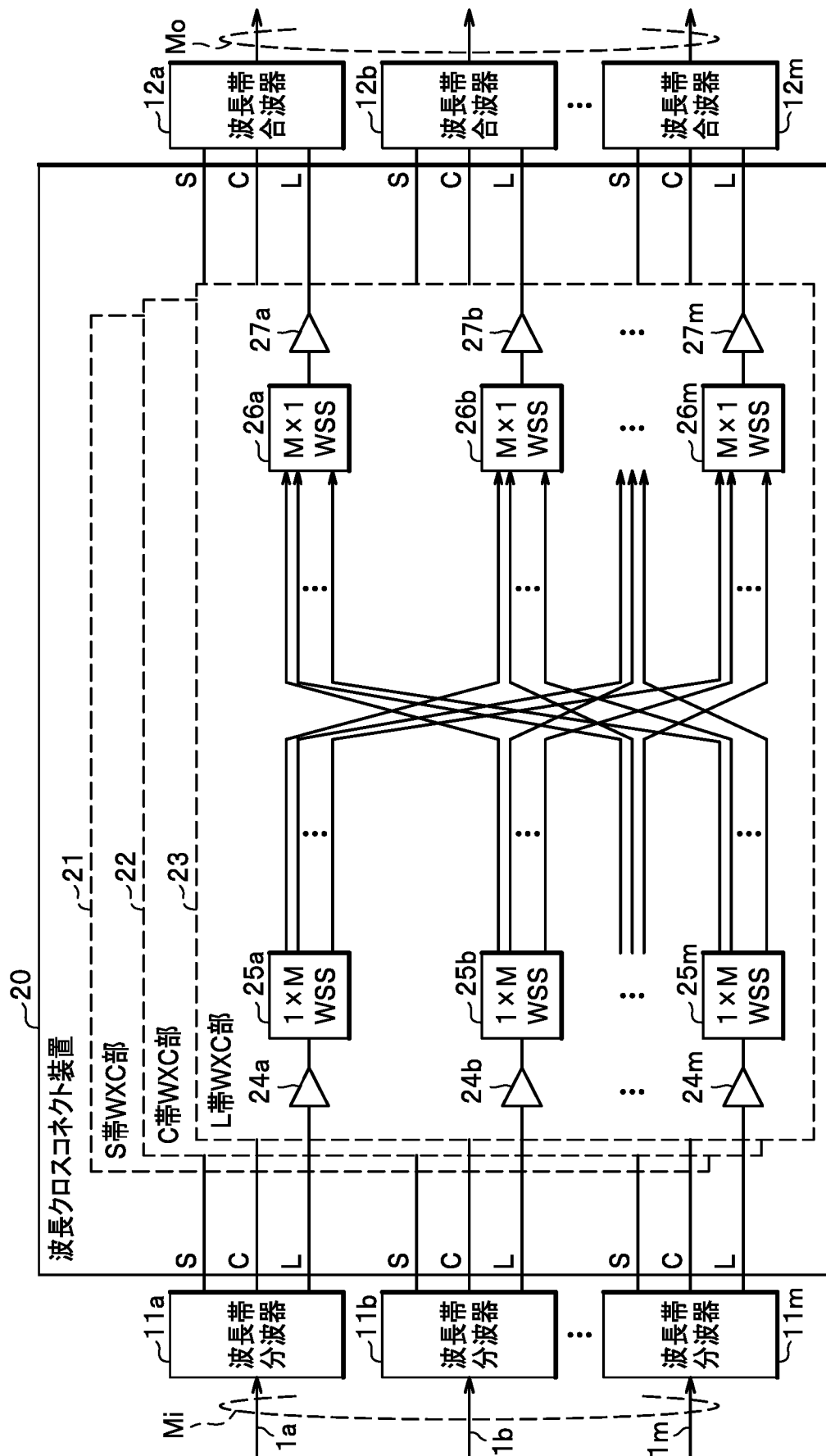
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/026498

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H04J14/02 (2006.01) i, H04B10/27 (2013.01) i
FI: H04B10/27, H04J14/02

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. H04J14/02, H04B10/27

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	1-3
A	JP 2000-115133 A (FUJITSU LTD.) 21 April 2000	1-3
A	JP 2004-254157 A (FUJITSU LTD.) 09 September 2004	1-3
A	JP 2002-101432 A (FUJITSU LTD.) 05 April 2002	1-3
E, X	JP 2020-137042 A (FUJITSU LTD.) 31 August 2020, paragraphs [0014]-[0151], fig. 1-8	1-3

☐ 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
02.12.2020

Date of mailing of the international search report
15.12.2020

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

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/026498

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2003-188830 A	04.07.2003	(Family: none)	
JP 2000-115133 A	21.04.2000	(Family: none)	
JP 2004-254157 A	09.09.2004	US 2004/0165818 A1	
JP 2002-101432 A	05.04.2002	US 2002/0015551 A1	
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）） H04J 14/02(2006.01)i; H04B 10/27(2013.01)i FI: H04B10/27; H04J14/02		
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）） H04J14/02; H04B10/27		
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 1971-2020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		
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 請求項の番号
A	JP 2003-188830 A（株式会社ニコン）04.07.2003（2003-07-04）	1-3
A	JP 2000-115133 A（富士通株式会社）21.04.2000（2000-04-21）	1-3
A	JP 2004-254157 A（富士通株式会社）09.09.2004（2004-09-09）	1-3
A	JP 2002-101432 A（富士通株式会社）05.04.2002（2002-04-05）	1-3
E, X	JP 2020-137042 A（富士通株式会社）31.08.2020（2020-08-31） 段落[0014]-[0151], 図1-8	1-3
☐ 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。		
* 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 “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 02.12.2020		国際調査報告の発送日 15.12.2020
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） 鴨川 学 5K 6307 電話番号 03-3581-1101 内線 3556

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/JP2020/026498

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	2000-115133	A	21.04.2000	(ファミリーなし)	
JP	2004-254157	A	09.09.2004	US 2004/0165818	A1
JP	2002-101432	A	05.04.2002	US 2002/0015551	A1
JP	2020-137042	A	31.08.2020	(ファミリーなし)	