

(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
2025年2月20日(20.02.2025)



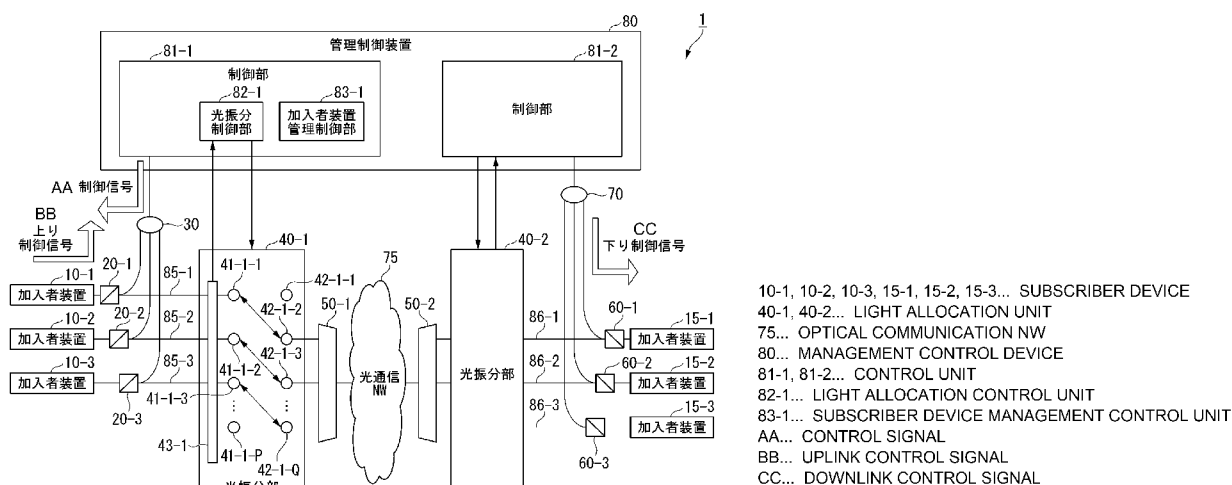
(10) 国際公開番号
WO 2025/037385 A1

- (51) 国際特許分類:
H04B 10/27 (2013.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/029519
- (22) 国際出願日: 2023年8月15日(15.08.2023)
- (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: 金子 慎(KANEKO Shin); 〒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). 可児 淳一
- (74) 代理人: 弁理士法人志賀国際特許事務所 (SHIGA INTERNATIONAL PATENT OFFICE); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 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, (KANI Junichi); 〒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). 柴田 直剛(SHIBATA Naotaka); 〒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). 木村 康隆(KIMURA Yasutaka); 〒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).

(54) Title: OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM AND METHOD FOR OPENING OPTICAL COMMUNICATION PATH

(54) 発明の名称: 光通信システム及び光通信経路開通方法

[図1]



(57) Abstract: This optical communication system comprises: a first optical multiplexing/demultiplexing unit that branches and outputs uplink control signal light and main signal light, which are transmitted at different wavelengths from one or more newly connected subscriber devices; a subscriber device management control unit that transmits downlink control signal light to the one or more newly connected subscriber devices in accordance with the branched uplink control signal light; a light allocation unit having a plurality of first ports and a plurality of second ports, the light allocation unit inputting the branched main signal light, which is transmitted from the one or more newly connected subscriber devices in accordance with the downlink control signal light, from any first port among the plurality of first ports and outputting the branched main signal light from any second port among the plurality of second ports; a detection unit that detects the main signal light inputted to the first port; and a light allocation control unit that controls the connection between the ports

WO 2025/037385 A1

CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

of the optical allocation unit so that the first port in which the main signal light is detected is connected to any second port among the plurality of second ports to which a subscriber device serving as the communication partner of the one or more newly connected subscriber devices is connected.

(57) 要約: 新たに接続された1台以上の加入者装置から異なる波長で送信される上り制御信号光と主信号光とを分岐して出力する第1光合分波部と、分岐された上り制御信号光に応じて、新たに接続された1台以上の加入者装置に対して下り制御信号光を送信する加入者装置管理制御部と、複数の第1ポートと、複数の第2ポートとを有し、下り制御信号光に応じて新たに接続された1台以上の加入者装置から送信され、分岐された主信号光を複数の第1ポートのいずれかの第1ポートから入力して、複数の第2ポートのいずれかの第2ポートから出力する光振分部と、第1ポートに入力された主信号光を検出する検出部と、主信号光が検出された第1ポートと、新たに接続された1台以上の加入者装置の通信相手となる加入者装置が接続されている複数の第2ポートのいずれかの第2ポートとを接続するように光振分部のポート間の接続を制御する光振分制御部と、を備える光通信システム。

明 細 書

発明の名称：光通信システム及び光通信経路開通方法

技術分野

[0001] 本発明は、光通信システム及び光通信経路開通方法に関する。

背景技術

[0002] 従来の光通信システムでは、加入者装置は、通信を行うために通信相手となる加入者装置と接続するための光パスを開通する必要がある。図9及び図10は、従来の光通信システム100における光パスの開通方法を説明するための図である。図9に示すように、従来の光通信システム100は、複数の加入者装置200-1～200-3と、複数の加入者装置300-1～300-3と、複数の制御部400-1～400-2と、複数の光振分部500-1～500-2と、複数の波長合分波部550-1～550-2とを備える。

[0003] なお、加入者装置200-1は、光振分部500-1に接続されておらず、加入者装置200-2～200-3は、光伝送路を介して光振分部500-1に接続され、加入者装置300-1～300-3は、光伝送路を介して光振分部500-2に接続されているものとする。光振分部500-1と光振分部500-2は、光伝送路で構成される光通信NW600と、波長合分波部550-1～550-2とを介して接続される。制御部400-1は、加入者装置200の管理を行うとともに、光振分部500-1の動作を制御する。制御部400-2は、加入者装置300の管理を行うとともに、光振分部500-2の動作を制御する。

[0004] ユーザが、加入者装置200-1を介して通信を開始しようとした際に、新たに加入者装置200-1が光振分部500-1に接続されたとする。加入者装置200-1の初期接続時は、加入者装置200-1が加入者装置管理制御部420と通信するように、光振分制御部410が光振分部500-1のポート間の接続を設定する。これにより、加入者装置200-1と加入

者装置管理制御部420との間で加入者装置200-1の登録及び認証に必要な情報のやりとりを行ったり、加入者装置管理制御部420から加入者装置200-1に対して、送受信に用いる発光波長を指示することができる。加入者装置の管理及び制御のための信号として、AMCC(Auxiliary Management and Control Channel)と呼ばれる制御信号を用いることができる。AMCC信号には、例えば、光送受信器の送受信波長、送信光強度、温度などを示す状態情報が含まれる。

[0005] 加入者装置200-1の登録及び認証や波長設定等が完了すると、光振分制御部410は、図10に示すように、加入者装置200-1から送信される光信号が通信相手となる加入者装置300（例えば、加入者装置300-1）へ転送されるように、光振分部500-1のポート間接続の設定を変更する。同様に、制御部400-2は、加入者装置200-1から送信される光信号が通信相手となる加入者装置300（例えば、加入者装置300-1）へ転送されるように、光振分部500-2のポート間接続の設定を変更する。これにより、図10に示すように加入者装置200-1と加入者装置300-1とを接続する光パスを開通することができる。

[0006] しかしながら、図9及び図10に示す光通信システム100の構成では、光パスが一旦開通した後は、制御部400と加入者装置200、300との間で制御信号を伝送する制御チャネルが存在しない。これに対して、図11に示す光通信システム150の構成により、光パスが一旦開通した後も、制御部400が複数の加入者装置200、300と互いに制御信号をやりとりすることが可能となる。

[0007] 図11は、従来の光通信システム150の構成例を示す図である。図11に示すように、従来の光通信システム150は、複数の加入者装置200-1～200-3と、複数の加入者装置300-1～300-3と、複数の制御部400-1～400-2と、複数の光振分部500-1～500-2と、複数の波長合分波部550-1～550-2と、複数の第1光合分波部610-1～610-3と、第2光合分波部620と、複数の第1光合分波部

630-1~630-3と、第2光合分波部640とを備える。光通信システム150は、図9及び図10に示す光通信システム100に対して、複数の第1光合分波部610-1~610-3と、第2光合分波部620と、複数の第1光合分波部630-1~630-3と、第2光合分波部640が追加された構成である。

[0008] 複数の第1光合分波部610-1~610-3は、複数の加入者装置200-1~200-3と光振分部500-1との間に備えられる。第2光合分波部620は、複数の第1光合分波部610-1~610-3と制御部400-1との間に備えられる。複数の第1光合分波部630-1~630-3は、複数の加入者装置300-1~300-3と光振分部500-2との間に備えられる。第2光合分波部640は、複数の第1光合分波部630-1~630-3と制御部400-2との間に備えられる。

[0009] 加入者装置200-1~200-3は、制御部400-1に対する上り制御信号を、主信号を搬送する光キャリア（以下「主信号光」という）とは異なる波長で出力する。複数の第1光合分波部610-1~610-3は、加入者装置200-1~200-3から送信された上り制御信号光を第2光合分波部620に転送する。第2光合分波部620は、複数の第1光合分波部610-1~610-3から転送された上り制御信号光を多重して制御部400-1に出力する。制御部400-2は、複数の加入者装置300-1~300-3に対する下り制御信号を、主信号光とは異なる波長で出力する。第2光合分波部640は、制御部400-2から出力された下り制御信号光を分岐して、複数の第1光合分波部630-1~630-3に出力する。複数の第1光合分波部630-1~630-3は、下り制御信号光と主信号光とを波長多重して複数の加入者装置300-1~300-3に出力する。

[0010] 上記の構成により、制御部400-1~400-2は、複数の第1光合分波部610-1~610-3と第2光合分波部620、又は、複数の第1光合分波部630-1~630-3と第2光合分波部640を介して、光パス開通前の加入者装置200、300と登録及び認証や光パス開通に必要な情

報をやりとりする。同様に、制御部400-1~400-2は、複数の第1光合分波部610-1~610-3と第2光合分波部620、又は、複数の第1光合分波部630-1~630-3と第2光合分波部640を介して、光パス開通後の加入者装置200、300と制御情報をやりとりすることができる。

先行技術文献

非特許文献

- [0011] 非特許文献1：金井拓也、本田一暁、田中康就、金子慎、原一貴、可児淳一、吉田智暁，“All-Photonics Networkを支えるPhotonic Gateway”，信学会総合大会，B-8-20，2021年3月。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0012] 新たに接続された加入者装置に対して光パスを開通するためには、新たに接続された加入者装置の登録及び認証や波長設定等が完了次第、新たに接続された加入者装置から送信される主信号光が通信相手となる加入者装置へ転送されるように光振分制御部は光振分部のポート間接続を設定する必要がある。この時、光振分制御部が光振分部のポート間接続の設定を適切に変更するためには、新たに接続された加入者装置が光伝送路を介して、光振分部のいずれのポートに接続しているのかを制御部が認識する必要がある。しかしながら、図11に示す従来の構成では、新たに接続された加入者装置が光伝送路を介して、光振分部のいずれのポートに接続しているのかを制御部が認識できないため、光経路である光パスを開通することができないという問題があった。

- [0013] 上記事情に鑑み、本発明は、光振分部又は制御部と加入者装置との間に光合分波部を備えた光通信システムにおいて、新たに接続された加入者装置と、通信相手となる加入者装置とを通信可能に接続する光経路を開通することができる技術の提供を目的としている。

課題を解決するための手段

- [0014] 本発明の一態様は、新たに接続された1台以上の加入者装置から異なる波長で送信される上り制御信号光と主信号光とを分岐して出力する第1光合分波部と、前記第1光合分波部によって分岐された前記上り制御信号光に応じて、前記新たに接続された1台以上の加入者装置に対して、少なくとも主信号光の出力を指示する制御信号光を送信する加入者装置管理制御部と、複数の第1ポートと、複数の第2ポートとを有し、前記制御信号光に応じて前記新たに接続された1台以上の加入者装置から送信され、前記第1光合分波部で分岐された主信号光を前記複数の第1ポートのいずれかの第1ポートから入力して、前記複数の第2ポートのいずれかの第2ポートから出力する光振分部と、前記光振分部が有する前記複数の第1ポートのいずれかの第1ポートに入力された前記主信号光を検出する検出部と、前記検出部によって前記主信号光が検出された第1ポートと、前記新たに接続された1台以上の加入者装置の通信相手となる加入者装置が接続されている前記複数の第2ポートのいずれかの第2ポートとを接続するように前記光振分部のポート間の接続を制御する光振分制御部と、を備える光通信システムである。
- [0015] 本発明の一態様は、新たに接続された1台以上の加入者装置から異なる波長で送信される上り制御信号光と主信号光とを分岐して出力し、分岐された前記上り制御信号光に応じて、前記新たに接続された1台以上の加入者装置に対して、少なくとも主信号光の出力を指示する制御信号光を送信し、複数の第1ポートと、複数の第2ポートとを有する光振分部が、前記制御信号光に応じて前記新たに接続された1台以上の加入者装置から送信され、分岐された主信号光を前記複数の第1ポートのいずれかの第1ポートから入力し、前記光振分部が有する前記複数の第1ポートのいずれかの第1ポートに入力された前記主信号光を検出し、前記主信号光が検出された第1ポートと、前記新たに接続された1台以上の加入者装置の通信相手となる加入者装置が接続されている前記複数の第2ポートのいずれかの第2ポートとを接続するように前記光振分部のポート間の接続を制御する光通信経路開通方法である。

発明の効果

[0016] 本発明により、光振分部又は制御部と加入者装置との間に光合分波部を備えた光通信システムにおいて、新たに接続された加入者装置と、通信相手となる加入者装置とを通信可能に接続する光経路を開通することが可能となる。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1]第1の実施形態における光通信システムの構成例を示す図である。
- [図2]第1の実施形態における光通信システムの光パス開通処理（その1）の流れを示すシーケンス図である。
- [図3]第1の実施形態における光通信システムの光パス開通処理（その2）の流れを示すシーケンス図である。
- [図4]第1の実施形態における光通信システムの光パス開通処理（その2）の流れを示すシーケンス図である。
- [図5]第1の実施形態における光通信システムの光パス開通処理（その3）の流れを示すシーケンス図である。
- [図6]第1の実施形態における光通信システムの光パス開通処理（その3）の流れを示すシーケンス図である。
- [図7]第1の実施形態の変形例1における光通信システムの構成例を示す図である。
- [図8]第2の実施形態における光通信システムの構成例を示す図である。
- [図9]従来の光通信システムにおける光パスの開通方法を説明するための図である。
- [図10]従来の光通信システムにおける光パスの開通方法を説明するための図である。
- [図11]従来の光通信システムの構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の一実施形態を、図面を参照しながら説明する。

[0019] （第1の実施形態）

図1は、第1の実施形態における光通信システム1の構成例を示す図である。光通信システム1は、複数の加入者装置10（例えば、加入者装置10-1～10-3）と、複数の加入者装置15（例えば、加入者装置15-1～15-3）と、複数の第1光合分波部20（例えば、第1光合分波部20-1～20-3）と、第2光合分波部30と、複数の光振分部40（例えば、光振分部40-1～40-2）と、複数の波長合分波部50（例えば、波長合分波部50-1～50-2）と、複数の第1光合分波部60（例えば、第1光合分波部60-1～60-3）と、第2光合分波部70と、管理制御装置80とを備える。第1の実施形態では、加入者装置10が光信号を送信して、加入者装置15が、加入者装置10から送信された光信号を受信する場合を例に説明する。

[0020] 以下の説明では、加入者装置10、15から管理制御装置80に向かう方向を上り方向とし、管理制御装置80から加入者装置10、15に向かう方向を下り方向とする。光通信システム1が備える加入者装置10、加入者装置15、第1光合分波部20、60、第2光合分波部30、70、光振分部40及び波長合分波部50の台数は、図1に示す数に限定されない。

[0021] 加入者装置10と第1光合分波部20との間、第1光合分波部20と第2光合分波部30との間、第2光合分波部30、70と管理制御装置80との間、第1光合分波部20と光振分部40-1との間、光振分部40-1と波長合分波部50-1との間、波長合分波部50-1と波長合分波部50-2との間、波長合分波部50-2と光振分部40-2との間、光振分部40-2と第1光合分波部60との間、第1光合分波部60と加入者装置15との間、第1光合分波部60と第2光合分波部70との間は、光伝送路を用いて接続される。光伝送路は、例えば光ファイバである。波長合分波部50-1と波長合分波部50-2との間は、光通信NW75で構成される。

[0022] 加入者装置10は、光ランシーバを備える。光ランシーバは、例えばコヒーレントランシーバである。加入者装置10は、光ランシーバにより、主信号や制御信号などの光信号の送受信を行う。光パス開通前の加入者

装置 10 は、管理制御装置 80 からの指示に応じて、光振分部 40-1 に到達する波長の光を送信する。光パス開通前の加入者装置 10 は、例えば主信号光の出力を指示する制御信号光を管理制御装置 80 から受信した後に、光振分部 40-1 に到達する波長の光を送信する。ここで利用する波長は、管理制御装置 80 との間で、登録及び認証や光パス開通に必要な情報のやりとりに応じて光パス開通前の加入者装置 10 に通知される。

[0023] 光パス開通に必要な情報とは、例えば送受信に利用する波長の情報や、通信対象となる加入者装置 15 の情報等である。光振分部 40-1 に到達する波長の光とは、第 1 光合分波部 20 の入出力ポートのうち加入者装置 10 側のポートから光振分部 40-1 側のポートに透過される波長範囲内の光である。

[0024] 加入者装置 10 は、管理制御装置 80 に対する上り制御信号光を、主信号光とは異なる波長の光信号として出力する。主信号光は、光振分部 40-1 に到達する波長の光である。加入者装置 10 が送信する上り制御信号光の波長は、第 1 光合分波部 20 の入出力ポートのうち加入者装置 10 側のポートから第 2 光合分波部 30 側のポートに透過される波長範囲内である。なお、各加入者装置 10 が送信する上り制御信号光の波長は、全て同一であってもよい。加入者装置 10 は、例えば加入者宅内に設置される ONU (Optical Network Unit) である。以下の説明では、加入者装置 10-1 が光振分部 40-1 に新たに接続される加入者装置である場合を例に説明し、光振分部 40 に新たに接続される加入者装置を新規加入者装置と記載する。

[0025] 加入者装置 15 は、加入者装置 10 と通信を行う装置である。加入者装置 15 は、光トランシーバを備える。加入者装置 15 は、光トランシーバにより、主信号や制御信号などの光信号の送受信を行う。加入者装置 15 も、光パス開通前の処理としては加入者装置 10 と同様の処理を行う。加入者装置 15 は、管理制御装置 80 から送信された下り制御信号光及び光伝送路 86 を伝送してきた主信号光を受信する。加入者装置 15 は、例えば加入者宅内に設置される ONU である。

- [0026] 第1光合分波部20は、加入者装置10と光振分部40-1との間に備えられる。第1光合分波部20は、各加入者装置10から異なる波長で送信される上り制御信号光と主信号光とを分岐して出力する。以下の説明において、第1光合分波部20が行う分岐には、上り制御信号光と主信号光とを分離する場合と、上り制御信号光と主信号光とを所定の比率で分岐する場合とが含まれる。上り制御信号光と主信号光とを分離する場合には、第1光合分波部20は、上り制御信号光と主信号光とを波長で分離して、分離した上り制御信号光を第2光合分波部30に出力し、分離した主信号光を光振分部40-1に出力する。上り制御信号光と主信号光とを所定の比率で分岐する場合には、第1光合分波部20は、上り制御信号光と主信号光とをともに所定の比率で分岐して、第2光合分波部30及び光振分部40-1に出力する。第1の実施形態における第1光合分波部20は、例えば、波長選択性のある光合分波器（例えば、波長フィルタ）が用いられる。
- [0027] 第2光合分波部30は、第1光合分波部20と制御部81-1との間に備えられる。第2光合分波部30は、各第1光合分波部20から転送された上り制御信号光を多重して制御部81-1に出力する。第2光合分波部30は、例えば光カプラである。
- [0028] 光振分部40-1は、P（Pは2以上の整数）個のポート41-1と、Q（Qは2以上の整数）個のポート42-1と、光検出部43-1とを有する。光振分部40-2は、光振分部40-1と同様の構成を有するため、光振分部40-1の構成を例に説明する。光振分部40のあるポートに入力された光信号は、他のポートから出力される。例えば、光振分部40のポート41-1に入力された光信号は、ポート42-1から出力される。第1の実施形態における光振分部40は、各々のポートから入力される光を波長に関わらずに、当該ポートに対する接続ポートとして接続関係が設定されているポートに出力するFXC（Fiber Cross Connect）である。第1の実施形態における光振分部40として、例えばMEMS（Micro Electro Mechanical Systems）やピエゾアクチュエータを用いた空間光スイッチが用いられる。ポート4

1-1は、第1ポートの一態様であり、ポート42-1は、第2ポートの一態様である。

[0029] 光検出部43-1は、ポート41-1に入力された光信号を検出する。光検出部43-1は、光信号を検出した場合、光信号を検出したポートを含む検出結果を管理制御装置80に通知する。光検出部43-1から管理制御装置80への通知は、管理制御装置80と光振分部40-1とを接続する電気線を介して行われてもよい。光検出部43-1から送信される通知により、管理制御装置80は新たに加入者装置10が接続されたポートへの光の入力を認識することができる。

[0030] 波長合分波部50は、入力された光信号を波長に応じて合波又は分波する。例えば、波長合分波部50-1は、光振分部40-1から出力された複数の波長の光信号を合波して多重信号光を生成する。波長合分波部50-1は、生成した多重信号光を光伝送路に出力する。例えば、波長合分波部50-2は、光伝送路を介して入力された多重信号光を波長毎に分波して出力する。波長合分波部50は、例えばAWG (Arrayed Waveguide Grating) やWSS (Wavelength Selective Switch) 等である。

[0031] 第1光合分波部60は、加入者装置15と光振分部40-2との間に備えられる。第1光合分波部60は、光伝送路を伝送する主信号光と第2光合分波部70から出力される下り制御信号光とを波長多重して加入者装置15に出力する。第1の実施形態における第1光合分波部60は、波長選択性のある光合分波器（例えば、波長フィルタ）が用いられる。

[0032] 第2光合分波部70は、第1光合分波部60と制御部81-2との間に備えられる。第2光合分波部70は、制御部81-2から出力された下り制御信号光を分岐して、各第1光合分波部60に出力する。第2光合分波部70は、例えば光カプラである。

[0033] 管理制御装置80は、少なくとも加入者装置10、15の制御と、光振分部40の制御とを行う。ここで加入者装置10、15の制御とは、例えば主信号光の送信タイミングの制御、加入者装置10、15に対する発光波長の

割り当て、光停止指示及び波長変更の指示等である。光振分部40の制御とは、例えば光振分部40のポート間の接続切替等である。管理制御装置80は、複数の制御部81（例えば、制御部81-1～81-2）を備える。各制御部81は、各光振分部40と、各光振分部40に收容される加入者装置10、15との制御を行う。例えば、制御部81-1は、光振分部40-1と、光振分部40-1に收容される加入者装置10との制御を行う。例えば、制御部81-2は、光振分部40-2と、光振分部40-2に收容される加入者装置15との制御を行う。

[0034] 制御部81-1は、光振分制御部82-1と、加入者装置管理制御部83-1とを備える。制御部81-2は、制御部81-1と同様の構成を備える。制御部81-1と制御部81-2とは、制御対象が異なる点以外は、同様の処理を行うため、光振分制御部82-1及び加入者装置管理制御部83-1を例に説明する。

[0035] 光振分制御部82-1は、光振分部40のポート間の接続の設定及び切り替えにより光パスの経路設定を行う。光振分制御部82-1は、例えば光検出部43-1によって主信号光が検出されたポート41-1と、新規加入者装置の通信相手となる加入者装置15が接続されているポート42-1とを接続するように光振分部40のポート間の接続を制御する。

[0036] 加入者装置管理制御部83-1は、新規加入者装置が接続された場合、新規加入者装置に対して、少なくとも主信号光の出力を指示する制御信号光を送信する。加入者装置管理制御部83-1は、制御信号光の送信後に、光振分部40から送信された検出結果に基づいて、新規加入者装置が、光振分部40のどのポートに接続されているのかを特定する。例えば、加入者装置管理制御部83-1は、制御信号光の送信後の所定期間の間、制御信号光の送信先である新規加入者装置以外の加入者装置10に対して主信号光の送信を開始させないようにすることで、光振分部40において制御信号光の送信先である新規加入者装置から送信された主信号光のみが新たに検知される。このようにして得られた光振分部40からの検出結果と、制御信号光の送信先

である新規加入者装置とを対応付けることで、新規加入者装置が、光振分部40のどのポートに接続されているのかを特定する。この方法では、加入者装置管理制御部83-1は、光パス開通済みの加入者装置10が接続している光振分部40のポートにおいて光検出が継続している中で、光検出部43により新たに光検出されたポートを、新規加入者装置が接続するポートと認識する。

[0037] なお、新規加入者装置が、複数台ある場合には、加入者装置管理制御部83-1は、1台の新規加入者装置と、光振分部40が有するポート41-1との対応付けが終わるまでは他の新規加入者装置に対して主信号光の出力を指示する制御信号光を送信しない。これにより、複数の新規加入者装置それぞれが同じタイミングで主信号光を送信しないように制御することができる。これにより、光振分部40において制御信号光の送信先である新規加入者装置から送信された主信号光のみが新たに検知される。このようにして得られた光振分部40からの検出結果と、制御信号光の送信先である新規加入者装置とを対応付けることで、新規加入者装置が、光振分部40のどのポートに接続されているのかを特定する。

[0038] 加入者装置管理制御部83-1は、特定したポートと、通信対象の加入者装置15が接続されているポートとが通信可能になるように、光振分部40の接続関係を切り替えることで光パスの開通の処理を行う。

[0039] さらに加入者装置管理制御部83-1は、新規加入者装置との間で制御信号光を送受信することによって、新規加入者装置と加入者装置管理制御部83-1との間の往復伝搬時間(RTT: Round Trip Time)を測定する。

[0040] 加入者装置管理制御部83-1は、加入者装置10から送信される上り制御信号光を光電変換した後、上り制御信号に含まれる識別子を用いて、受信した上り制御信号光の送信元である加入者装置10を認識する。識別子としては、例えば、加入者装置管理制御部83-1から加入者装置10に付与されたID、加入者装置10のMAC(Media Access Control)アドレスなどが挙げられる。

- [0041] 複数の加入者装置 10 から同時に上り制御信号光が送信された場合、上り制御信号光が衝突してしまう場合がある。そこで、加入者装置管理制御部 83-1 が複数の加入者装置 10 との間で制御信号光をやり取りすることを實現するには、例えば、PON (Passive Optical Network) 方式を適用することができる。加入者装置 10 は、加入者装置管理制御部 83-1 に許可された時間帯のみに制御信号を含む上り制御信号光を出力し、それ以外の時間帯は上り制御信号光の出力を停止する。すなわち、上り制御信号光は、バースト信号光である。
- [0042] 加入者装置管理制御部 83-1 は、各加入者装置 10 について加入者装置管理制御部 83-1 との間での RTT を認識している。そこで、加入者装置管理制御部 83-1 は、バースト信号光である加入者装置 10 からの上り制御信号光が、他の加入者装置 10 からの上り制御信号光と同じ時間帯に加入者装置管理制御部 83-1 に到達しないように、加入者装置管理制御部 83-1 は、RTT 値を参照して、各加入者装置 10 に上り制御信号光の送信許可を与える。
- [0043] 上記の構成により、加入者装置管理制御部 83-1 は、第 1 光合分波部 20 と第 2 光合分波部 30 を介して、新規加入者装置 (例えば、加入者装置 10-1) と登録及び認証や光パス開通に必要な情報をやりとりする。さらに、加入者装置管理制御部 83-1 は、第 1 光合分波部 20 と第 2 光合分波部 30 を介して、光パス開通後の加入者装置 10 との間で制御情報をやりとりする。
- [0044] 制御部 81-2 は、加入者装置 15 宛に下り制御信号光を送信する。制御部 81-2 が送信する下り制御信号光の波長は、第 1 光合分波部 60 の入出力ポートのうち第 2 光合分波部 70 側のポートから加入者装置 15 側のポートに透過される波長範囲内である。下り制御信号光は、各加入者装置 15 宛の下り制御信号が時間多重された信号光である。加入者装置 15 は、下り制御信号光を光電変換した後、下り制御信号に含まれる識別子を用いて、時間多重された下り制御信号から自装置宛の下り制御信号を選択的に受信する。

識別子としては、例えば、制御部 8 1 - 2 が備える加入者装置管理制御部 8 3 - 2 から加入者装置 1 5 に付与された I D、加入者装置 1 5 の M A C アドレスなどが挙げられる。制御部 8 1 の機能は、1 以上のプロセッサがプログラムを実行することにより実現されてもよい。

[0045] (光通信システム 1 の光パス開通処理の流れ (その 1))

図 2 は、第 1 の実施形態における光通信システム 1 の光パス開通処理 (その 1) の流れを示すシーケンス図である。なお、図 2 では、新規加入者装置が加入者装置 1 0 - 1 であるものとして説明する。

[0046] ユーザが、加入者装置 1 0 - 1 を、光伝送路 8 5 - 1 を介して光振分部 4 0 - 1 に接続したとする。これにより、加入者装置 1 0 - 1 は、光伝送路 8 5 - 1 を介して光振分部 4 0 - 1 に接続される (ステップ S 1 0 1) 。制御部 8 1 - 1 が備える加入者装置管理制御部 8 3 - 1 は、光振分部 4 0 - 1 に新たに接続された加入者装置 1 0 - 1 を認識する (ステップ S 1 0 2) 。

[0047] 加入者装置管理制御部 8 3 - 1 は、加入者装置 1 0 - 1 との間で、光パス開通に必要な情報のやり取りを行う (ステップ S 1 0 3) 。加入者装置管理制御部 8 3 - 1 は、光パス開通に必要な情報のやり取りを行っている間に、加入者装置管理制御部 8 3 - 1 と加入者装置 1 0 - 1 との間の R T T を測定する。加入者装置管理制御部 8 3 - 1 は、測定した R T T の値を、加入者装置 1 0 - 1 の識別子に対応付けて保存する。

[0048] 加入者装置管理制御部 8 3 - 1 は、主信号光の出力を指示する制御信号を生成する (ステップ S 1 0 4) 。加入者装置管理制御部 8 3 - 1 は、生成した制御信号を光信号に変換して下り制御信号光として加入者装置 1 0 - 1 に送信する (ステップ S 1 0 5) 。加入者装置管理制御部 8 3 - 1 から送信された下り制御信号光は、第 2 光合分波部 3 0 に入力される。第 2 光合分波部 3 0 は、入力された下り制御信号光を分岐して出力する。第 2 光合分波部 3 0 により分岐された下り制御信号光は、各第 1 光合分波部 2 0 に入力される。各第 1 光合分波部 2 0 は、入力された下り制御信号光を、光伝送路 8 5 を介して、接続されている加入者装置 1 0 に出力する。これにより、各加入者

装置 10 は、加入者装置管理制御部 83-1 から送信された主信号光の出力を指示する下り制御信号光を受信する。

[0049] 加入者装置 10-1 は、加入者装置管理制御部 83-1 から送信された下り制御信号光の受信に応じて、光振分部 40-1 に到達する波長の主信号光を光伝送路 85-1 に送信する（ステップ S106）。加入者装置 10-1 は、例えば下り制御信号光を受信した直後又は受信して所定の期間経過後に、光振分部 40-1 に到達する波長の主信号光を光伝送路 85-1 に送信する。加入者装置 10-1 から送信された主信号光は、光伝送路 85-1 を介して第 1 光合分波部 20-1 に入力される。

[0050] 第 1 光合分波部 20-1 は、入力された主信号光を光振分部 40-1 に出力する。加入者装置 10-1 が送信する主信号光の波長は、第 1 光合分波部 20 の入出力ポートのうち加入者装置 10 側のポートから光振分部 40-1 側のポートに透過される波長範囲内であるため、第 1 光合分波部 20-1 に入力された主信号光は光振分部 40-1 に出力される。光振分部 40-1 の光検出部 43-1 は、第 1 光合分波部 20-1 から出力された主信号光を検出する（ステップ S107）。例えば、光検出部 43-1 は、第 1 光合分波部 20-1 から出力された主信号光を、ポート 41-1-1 で検出する。光検出部 43-1 は、ポート 41-1-1 で光を検出した旨の検出結果を制御部 81-1 に送信する（ステップ S108）。

[0051] 制御部 81-1 が備える加入者装置管理制御部 83-1 は、光検出部 43-1 から送信された検出結果を取得する。加入者装置管理制御部 83-1 は、取得した検出結果に基づいて、新たに光振分部 40-1 に接続された加入者装置 10-1 が接続しているポートを認識する（ステップ S109）。具体的には、加入者装置管理制御部 83-1 は、検出結果に含まれるポート（例えば、ポート 41-1-1）と、下り制御信号光の送信先である加入者装置 10-1 とを対応付ける。これにより、加入者装置管理制御部 83-1 は、検出結果に含まれるポート（例えば、ポート 41-1-1）に、新たに光振分部 40-1 に接続された加入者装置 10-1 が接続されていると認識す

る。

[0052] 光振分制御部 82-1, 82-2 は、認識されたポートと、加入者装置 10-1 が通信を行う加入者装置 15 (例えば、加入者装置 15-1) の情報とに基づいて、光振分部 40-1, 40-2 のポート間の接続関係を設定する (ステップ S110)。具体的には、光振分制御部 82-1 は、加入者装置 10-1 が接続しているポート 41-1-1 と、加入者装置 15-1 が接続している光振分部 40-2 に接続されているポート 42-1-2 とを接続するように、光振分部 40-1 の接続関係を設定する。光振分制御部 82-1 は、ポート 41-1-1 と、ポート 42-1-2 とを接続させるための制御信号を生成する。光振分制御部 82-1 は、生成した制御信号を光振分部 40-1 に送信する (ステップ S111)。

[0053] 同様に、制御部 81-2 が備える光振分制御部は、加入者装置 15-1 が接続しているポートと、加入者装置 10-1 が接続している光振分部 40-1 に接続されているポートとを接続するように、光振分部 40-2 の接続関係を設定する。制御部 81-2 が備える光振分制御部は、加入者装置 15-1 が接続しているポートと、加入者装置 10-1 が接続している光振分部 40-1 に接続されているポートとを接続させるための制御信号を生成する。制御部 81-2 が備える光振分制御部は、生成した制御信号を光振分部 40-2 に送信する。

[0054] 光振分部 40-1, 40-2 は、管理制御装置 80 から送信された制御信号に基づいて、ポート間の接続関係を設定する (ステップ S112)。これにより、加入者装置 10-1 と、加入者装置 15-1 との間で、光パスが開通される。その結果、加入者装置 10-1 と、加入者装置 15-1 との間で通信が可能になる。

[0055] なお、加入者装置管理制御部 83-1 は、加入者装置 10-1 が下り制御信号光に応じて送信する主信号光が光振分部 40-1 に到達しうる期間に、他の加入者装置 10 からの主信号光が送信されないように、光パス開通済みの加入者装置 10 の R T T の値を参照して光パス開通済みの加入者装置 10

それぞれに送信許可を与えてもよい。ここで、加入者装置10-1が下り制御信号光に応じて送信する主信号光が光振分部40-1に到達しうる期間は、あらかじめ設定される。この方法では、加入者装置管理制御部83-1は、光パス開通済みの加入者装置10が接続している光振分部40のポートにおいて光検出が停止される中で、光検出部43により光検出されたポートを、新規加入者装置が接続するポートと認識する。これにより、加入者装置10-1から送信される主信号光以外の光信号が光振分部40-1に入力されることを回避することができる。その結果、加入者装置管理制御部83-1において誤った対応付けを行うことを回避することができる。

[0056] (光通信システム1の光パス開通処理の流れ(その2))

図2では、新規加入者装置が1台の場合の光パス開通処理の流れについて説明した。そこで、新規加入者装置が複数台の場合の光パス開通処理の流れについて図3及び図4を用いて説明する。図3及び図4は、第1の実施形態における光通信システム1の光パス開通処理(その2)の流れを示すシーケンス図である。なお、図3及び図4では、新規加入者装置が加入者装置10-1, 10-2であるものとして説明する。

[0057] 第1のユーザが、加入者装置10-1を、光伝送路85-1を介して光振分部40-1に接続したとする。これにより、加入者装置10-1は、光伝送路85-1を介して光振分部40-1に接続される(ステップS201)。第2のユーザが、加入者装置10-2を、光伝送路85-2を介して光振分部40-1に接続したとする。これにより、加入者装置10-2は、光伝送路85-2を介して光振分部40-1に接続される(ステップS202)。

[0058] 制御部81-1が備える加入者装置管理制御部83-1は、光振分部40-1に新たに接続された加入者装置10-1及び10-2を認識する(ステップS203)。加入者装置管理制御部83-1は、加入者装置10-1との間で、光パス開通に必要な情報のやり取りを行う(ステップS204)。加入者装置管理制御部83-1は、光パス開通に必要な情報のやり取りを行

っている間に、加入者装置管理制御部 83-1 と加入者装置 10-1 との間の R T T を測定する。加入者装置管理制御部 83-1 は、測定した R T T の値を、加入者装置 10-1 の識別子に対応付けて保存する。

[0059] さらに加入者装置管理制御部 83-1 は、加入者装置 10-2 との間で、光パス開通に必要な情報のやり取りを行う（ステップ S 205）。加入者装置管理制御部 83-1 は、光パス開通に必要な情報のやり取りを行っている間に、加入者装置管理制御部 83-1 と加入者装置 10-2 との間の R T T を測定する。加入者装置管理制御部 83-1 は、測定した R T T の値を、加入者装置 10-2 の識別子に対応付けて保存する。

[0060] 加入者装置管理制御部 83-1 は、主信号光の出力を指示する制御信号を生成する（ステップ S 206）。加入者装置管理制御部 83-1 は、生成した制御信号を光信号に変換して下り制御信号光として加入者装置 10-1 に送信する（ステップ S 207）。加入者装置管理制御部 83-1 から送信された下り制御信号光は、第 2 光合分波部 30 に入力される。第 2 光合分波部 30 は、入力された下り制御信号光を分岐して出力する。第 2 光合分波部 30 により分岐された下り制御信号光は、各第 1 光合分波部 20 に入力される。各第 1 光合分波部 20 は、入力された下り制御信号光を、光伝送路 85 を介して、接続されている加入者装置 10 に出力する。これにより、各加入者装置 10 は、加入者装置管理制御部 83-1 から送信された下り制御信号光を受信する。

[0061] 加入者装置 10-1 は、加入者装置管理制御部 83-1 から送信された下り制御信号光の受信に応じて、光振分部 40-1 に到達する波長の主信号光を光伝送路 85-1 に送信する（ステップ S 208）。ここで加入者装置 10-2 においても加入者装置管理制御部 83-1 から送信された下り制御信号光が受信されている。しかし、制御信号の宛先が加入者装置 10-2 ではないため、加入者装置 10-2 は受信した下り制御信号光に含まれる制御信号を破棄する。

[0062] 加入者装置 10-1 は、例えば下り制御信号光を受信した直後又は受信し

て所定の期間経過後に、光振分部40-1に到達する波長の主信号光を光伝送路85-1に送信する。加入者装置10-1から送信された主信号光は、光伝送路85-1を介して第1光合分波部20-1に入力される。

[0063] 第1光合分波部20-1は、入力された主信号光を光振分部40-1に出力する。加入者装置10-1が送信する主信号光の波長は、第1光合分波部20の入出力ポートのうち加入者装置10側のポートから光振分部40-1側のポートに透過される波長範囲内であるため、第1光合分波部20-1に入力された主信号光は光振分部40-1に出力される。光振分部40-1の光検出部43-1は、第1光合分波部20-1から出力された主信号光を検出する(ステップS209)。例えば、光検出部43-1は、第1光合分波部20-1から出力された主信号光を、ポート41-1-1で検出する。光検出部43-1は、ポート41-1-1で光を検出した旨の検出結果を制御部81-1に送信する(ステップS210)。

[0064] 制御部81-1が備える加入者装置管理制御部83-1は、光検出部43-1から送信された検出結果を取得する。加入者装置管理制御部83-1は、取得した検出結果に基づいて、新たに光振分部40-1に接続された加入者装置10-1が接続しているポートを認識する(ステップS211)。具体的には、加入者装置管理制御部83-1は、検出結果に含まれるポート(例えば、ポート41-1-1)と、下り制御信号光の送信先である加入者装置10-1とを対応付ける。これにより、加入者装置管理制御部83-1は、検出結果に含まれるポート(例えば、ポート41-1-1)に、新たに光振分部40-1に接続された加入者装置10-1が接続されていると認識する。

[0065] 光振分制御部82-1, 82-2は、認識されたポートと、加入者装置10-1が通信を行う加入者装置15(例えば、加入者装置15-1)の情報とに基づいて、光振分部40-1, 40-2のポート間の接続関係を設定する(ステップS212)。具体的には、光振分制御部82-1は、加入者装置10-1が接続しているポート41-1-1と、加入者装置15-1が接

続している光振分部40-2に接続されているポート42-1-2とを接続するように、光振分部40-1の接続関係を設定する。光振分制御部82-1は、ポート41-1-1と、ポート42-1-2とを接続させるための制御信号を生成する。光振分制御部82-1は、生成した制御信号を光振分部40-1に送信する（ステップS213）。

[0066] 同様に、制御部81-2が備える光振分制御部は、加入者装置15-1が接続しているポートと、加入者装置10-1が接続している光振分部40-1に接続されているポートとを接続するように、光振分部40-2の接続関係を設定する。制御部81-2が備える光振分制御部は、加入者装置15-1が接続しているポートと、加入者装置10-1が接続している光振分部40-1に接続されているポートとを接続させるための制御信号を生成する。制御部81-2が備える光振分制御部は、生成した制御信号を光振分部40-2に送信する。

[0067] 光振分部40-1, 40-2は、管理制御装置80から送信された制御信号に基づいて、ポート間の接続関係を設定する（ステップS214）。これにより、加入者装置10-1と、加入者装置15-1との間で、光パスが開通される。その結果、加入者装置10-1と、加入者装置15-1との間で通信が可能になる。

[0068] その後、加入者装置管理制御部83-1は、主信号光の出力を指示する下り制御信号を再度生成する（ステップS215）。加入者装置管理制御部83-1は、生成した下り制御信号を光信号に変換して下り制御信号光として加入者装置10-2に送信する（ステップS216）。加入者装置管理制御部83-1から送信された下り制御信号光は、第2光合分波部30に入力される。第2光合分波部30は、入力された下り制御信号光を分岐して出力する。第2光合分波部30により分岐された下り制御信号光は、各第1光合分波部20に入力される。各第1光合分波部20は、入力された下り制御信号光を、光伝送路85を介して、接続されている加入者装置10に出力する。これにより、各加入者装置10は、加入者装置管理制御部83-1から送信

された下り制御信号光を受信する。

[0069] 加入者装置10-2は、加入者装置管理制御部83-1から送信された下り制御信号光の受信に応じて、光振分部40-1に到達する波長の主信号光を光伝送路85-2に送信する（ステップS217）。ここで加入者装置10-1においても加入者装置管理制御部83-1から送信された下り制御信号光が受信されている。しかし、制御信号の宛先が加入者装置10-1ではないため、加入者装置10-1は受信した制御信号光に含まれる制御信号を破棄する。

[0070] 加入者装置10-2は、例えば下り制御信号光を受信した直後又は受信して所定の期間経過後に、光振分部40-1に到達する波長の主信号光を光伝送路85-2に送信する。加入者装置10-2から送信された主信号光は、光伝送路85-2を介して第1光合分波部20-2に入力される。

[0071] 第1光合分波部20-2は、入力された主信号光を光振分部40-1に出力する。加入者装置10-2が送信する主信号光の波長は、第1光合分波部20の入出力ポートのうち加入者装置10側のポートから光振分部40-1側のポートに透過される波長範囲内であるため、第1光合分波部20-2に入力された主信号光は光振分部40-1に出力される。光振分部40-1の光検出部43-1は、第1光合分波部20-2から出力された主信号光を検出する（ステップS218）。例えば、光検出部43-1は、第1光合分波部20-2から出力された主信号光を、ポート41-1-2で検出する。光検出部43-1は、ポート41-1-2で光を検出した旨の検出結果を制御部81-1に送信する（ステップS219）。

[0072] 制御部81-1が備える加入者装置管理制御部83-1は、光検出部43-1から送信された検出結果を取得する。加入者装置管理制御部83-1は、取得した検出結果に基づいて、新たに光振分部40-1に接続された加入者装置10-2が接続しているポートを認識する（ステップS220）。具体的には、加入者装置管理制御部83-1は、検出結果に含まれるポート（例えば、ポート41-1-2）と、下り制御信号光の送信先である加入者装

置 10-2 とを対応付ける。これにより、加入者装置管理制御部 83-1 は、検出結果に含まれるポート（例えば、ポート 41-1-2）に、新たに光振分部 40-1 に接続された加入者装置 10-2 が接続されていると認識する。

[0073] 光振分制御部 82-1, 82-2 は、認識されたポートと、加入者装置 10-2 が通信を行う加入者装置 15（例えば、加入者装置 15-2）の情報とに基づいて、光振分部 40-1, 40-2 のポート間の接続関係を設定する（ステップ S221）。具体的には、光振分制御部 82-1 は、加入者装置 10-2 が接続しているポート 41-1-2 と、加入者装置 15-2 が接続している光振分部 40-2 に接続されているポート 42-1-3 とを接続するように、光振分部 40-1 の接続関係を設定する。光振分制御部 82-1 は、ポート 41-1-2 と、ポート 42-1-3 とを接続させるための制御信号を生成する。光振分制御部 82-1 は、生成した制御信号を光振分部 40-1 に送信する（ステップ S222）。

[0074] 同様に、制御部 81-2 が備える光振分制御部は、加入者装置 15-2 が接続しているポートと、加入者装置 10-2 が接続している光振分部 40-1 に接続されているポートとを接続するように、光振分部 40-2 の接続関係を設定する。制御部 81-2 が備える光振分制御部は、加入者装置 15-2 が接続しているポートと、加入者装置 10-2 が接続している光振分部 40-1 に接続されているポートとを接続させるための制御信号を生成する。制御部 81-2 が備える光振分制御部は、生成した制御信号を光振分部 40-2 に送信する。

[0075] 光振分部 40-1, 40-2 は、管理制御装置 80 から送信された制御信号に基づいて、ポート間の接続関係を設定する（ステップ S223）。これにより、加入者装置 10-2 と、加入者装置 15-2 との間で、光パスが開通される。その結果、加入者装置 10-2 と、加入者装置 15-2 との間で通信が可能になる。

[0076] なお、図 3 及び図 4 では、1 台の新規加入者装置と通信相手との間の光パ

スが開通した後に、加入者装置管理制御部 83-1 が、他の新規加入者装置に対して下り制御信号光を送信する流れで説明した。ここで、加入者装置管理制御部 83-1 において新規加入者装置が接続しているポートを認識することができればよいため、加入者装置管理制御部 83-1 は、ステップ S 211 の処理が終わった後にステップ S 215 の処理を実行してもよい。すなわち、加入者装置管理制御部 83-1 は、新たに光振分部 40-1 に接続された加入者装置 10-1 が接続しているポートを認識した後に、加入者装置 10-2 に対して、少なくとも主信号光の出力を指示する下り制御信号光を送信してもよい。この場合、加入者装置管理制御部 83-1 は、複数台の新規加入者装置それぞれが接続しているポートを認識した後に、光振分部 40 のポート間の接続を制御するように光振分制御部 82-1 に対して指示する。なお、本明細書において、加入者装置管理制御部 83-1 は、光振分部 40 のポート間接続を光パス毎に逐次的に設定してもよい。

[0077] なお、図 3 及び図 4 に示す処理において加入者装置管理制御部 83-1 は、加入者装置 10-1 又は 10-2 が下り制御信号光に応じて送信する主信号光が光振分部 40-1 に到達しうる期間に、他の加入者装置 10 からの主信号光が送信されないように、光パス開通済みの加入者装置 10 の R T T の値を参照して光パス開通済みの加入者装置 10 それぞれに送信許可を与えてもよい。これにより、加入者装置 10-1 又は 10-2 から送信される主信号光以外の光信号が光振分部 40-1 に入力されることを回避することができる。その結果、加入者装置管理制御部 83-1 において誤った対応付けを行うことを回避することができる。

[0078] (光通信システム 1 の光パス開通処理の流れ (その 3))

図 3 及び図 4 では、新規加入者装置が複数台の場合において 1 台の新規加入者装置に対する処理が完了するまでは、他の新規加入者装置に対して、少なくとも主信号光の出力を指示する下り制御信号光を送信しないという制約があった。これに対して、主信号光の出力を指示する下り制御信号光にさらに、主信号光の送信タイミングを示す情報を含めることで制約を設けること

なく、各新規加入者装置の主信号光の送信タイミングを制御できる。

[0079] このような構成における光パス開通処理の流れについて図5及び図6を用いて説明する。図5及び図6は、第1の実施形態における光通信システム1の光パス開通処理（その3）の流れを示すシーケンス図である。なお、図5及び図6では、新規加入者装置が加入者装置10-1, 10-2であるものとして説明する。図5及び図6において、図3及び図4と同様の処理については図3及び図4と同様の符号を付して説明を省略する。

[0080] ステップS201からステップS205までの処理が終了すると、加入者装置管理制御部83-1は、主信号光の出力の指示と、加入者装置10-1による主信号光の送信タイミングを示す情報とを含む制御信号を生成する（ステップS301）。加入者装置管理制御部83-1は、生成した制御信号を光信号に変換して下り制御信号光として加入者装置10-1に送信する（ステップS302）。加入者装置管理制御部83-1から送信された下り制御信号光は、第2光合分波部30に入力される。第2光合分波部30は、入力された下り制御信号光を分岐して出力する。第2光合分波部30により分岐された下り制御信号光は、各第1光合分波部20に入力される。

[0081] 各第1光合分波部20は、入力された下り制御信号光を、光伝送路85を介して、接続されている加入者装置10に出力する。これにより、各加入者装置10は、加入者装置管理制御部83-1から送信された下り制御信号光を受信する。加入者装置10-1は、加入者装置管理制御部83-1から送信された下り制御信号光に含まれる制御信号で示される送信タイミングまで待機する。ここで加入者装置10-2においても加入者装置管理制御部83-1からステップS302の処理で送信された下り制御信号光が受信されている。しかし、下り制御信号光の宛先が加入者装置10-2ではないため、加入者装置10-2は受信した下り制御信号光に含まれる制御信号を破棄する。

[0082] ステップS302の処理後、加入者装置管理制御部83-1は、主信号光の出力の指示と、加入者装置10-2による主信号光の送信タイミングを示

す情報とを含む制御信号を生成する（ステップS303）。ここで、加入者装置管理制御部83-1は、加入者装置10-1による主信号光の送信タイミングと、加入者装置10-2による主信号光の送信タイミングとが重ならないように送信タイミングを決定する。好ましくは、加入者装置管理制御部83-1は、加入者装置10-1が下り制御信号光に応じて送信する主信号光が光振分部40-1に到達しうる期間と、加入者装置10-2が下り制御信号光に応じて送信する主信号光が光振分部40-1に到達しうる期間とが重ならないように、加入者装置10-2による主信号光の送信タイミングを決定する。

[0083] 加入者装置管理制御部83-1は、生成した制御信号を光信号に変換して下り制御信号光として加入者装置10-2に送信する（ステップS304）。加入者装置管理制御部83-1から送信された下り制御信号光は、第2光合分波部30に入力される。第2光合分波部30は、入力された下り制御信号光を分岐して出力する。第2光合分波部30により分岐された下り制御信号光は、各第1光合分波部20に入力される。

[0084] 各第1光合分波部20は、入力された下り制御信号光を、光伝送路85を介して、接続されている加入者装置10に出力する。これにより、各加入者装置10は、加入者装置管理制御部83-1から送信された下り制御信号光を受信する。加入者装置10-2は、加入者装置管理制御部83-1から送信された下り制御信号光に含まれる制御信号で示される送信タイミングまで待機する。ここで加入者装置10-1においても加入者装置管理制御部83-1からステップS304の処理で送信された下り制御信号光を受信されている。しかし、下り制御信号光の宛先が加入者装置10-1ではないため、加入者装置10-1は受信した下り制御信号光に含まれる制御信号を破棄する。

[0085] 加入者装置10-1は、受信した下り制御信号光に含まれる制御信号で示される送信タイミングとなると、光振分部40-1に到達する波長の主信号光を光伝送路85-1に送信する（ステップS305）。加入者装置10-

1から送信された主信号光は、光伝送路85-1を介して第1光合分波部20-1に入力される。第1光合分波部20-1は、入力された主信号光を光振分部40-1に出力する。加入者装置10-1が送信する主信号光の波長は、第1光合分波部20-1の入出力ポートのうち加入者装置10-1側のポートから光振分部40-1側のポートに透過される波長範囲内であるため、第1光合分波部20-1に入力された主信号光は光振分部40-1に出力される。その後、ステップS209からステップS214までの処理が実行される。

[0086] 加入者装置10-2は、受信した下り制御信号光に含まれる制御信号で示される送信タイミングとなると、光振分部40-1に到達する波長の主信号光を光伝送路85-2に送信する（ステップS306）。加入者装置10-2から送信された主信号光は、光伝送路85-2を介して第1光合分波部20-2に入力される。第1光合分波部20-2は、入力された主信号光を光振分部40-1に出力する。加入者装置10-2が送信する主信号光の波長は、第1光合分波部20-2の入出力ポートのうち加入者装置10-2側のポートから光振分部40-1側のポートに透過される波長範囲内であるため、第1光合分波部20-2に入力された主信号光は光振分部40-1に出力される。その後、ステップS218からステップS223までの処理が実行される。

[0087] なお、図5及び図6に示す処理において加入者装置管理制御部83-1は、加入者装置10-1又は10-2が下り制御信号光に応じて送信する主信号光が光振分部40-1に到達しうる期間に、他の加入者装置10からの主信号光が送信されないように、光パス開通済みの加入者装置10のRTTの値を参照して光パス開通済みの加入者装置10それぞれに送信許可を与えてもよい。これにより、加入者装置10-1又は10-2から送信される主信号光以外の光信号が光振分部40-1に入力されることを回避することができる。その結果、加入者装置管理制御部83-1において誤った対応付けを行うことを回避することができる。

[0088] 以上のように構成された光通信システム 1 によれば、新たに接続された 1 台以上の加入者装置 10 から異なる波長で送信される上り制御信号光と主信号光とを分岐して出力する第 1 光合分波部 20 と、第 1 光合分波部 20 によって分岐された上り制御信号光に応じて、新たに接続された 1 台以上の加入者装置 10 に対して、少なくとも主信号光の出力を指示する下り制御信号光を送信する加入者装置管理制御部 83 と、下り制御信号光に応じて新たに接続された 1 台以上の加入者装置 10 から送信され、第 1 光合分波部 20 で分岐された主信号光をポート 41-1 から入力して、ポート 42-1 から出力する光振分部 40 と、光振分部 40 が有するポート 41-1 に入力された主信号光を検出する光検出部 43 と、光検出部 43 によって主信号光が検出されたポート 41-1 と、新たに接続された 1 台以上の加入者装置 10 の通信相手となる加入者装置が接続されているポート 42-1 とを接続するように光振分部 40 のポート間の接続を制御する光振分制御部 82 と、を備える。

[0089] このように、加入者装置管理制御部 83 において、主信号光を送信させる対象となる新規加入者装置に対して、少なくとも主信号光の出力を指示する下り制御信号光を送信する。そして、加入者装置管理制御部 83 は、下り制御信号光に応じて主信号光を送信した新規加入者装置が接続する光振分部 40 のポートを光検出部 43 の検出結果に応じて認識する。これにより、新規加入者装置が光伝送路を介して光振分部 40 のいずれのポートと接続しているかを制御部 81 が認識することができるようになる。その結果、新規加入者装置から送信される主信号光が通信相手となる加入者装置 15 へ転送されるように、光振分制御部 82-1, 82-2 が光振分部 40-1, 40-2 のポート間接続を設定する。これにより、光振分部又は制御部と加入者装置との間に光合分波部を備えた光通信システムにおいて、新たに接続された加入者装置と、通信相手となる加入者装置とを通信可能に接続する光経路を開通することが可能になる。

[0090] さらに、光通信システム 1 では、新規加入者装置が複数台である場合においては、第 1 の方法として、複数の新規加入者装置のうち 1 台の新規加入者

装置と、光振分部40が有するポート41-1との対応付けが完了するまでは他の新規加入者装置に対して、主信号光の出力を指示する下り制御信号光を送信しない。このような方法で、光通信システム1では、複数の新規加入者装置から同じタイミングで主信号光が送信されないように送信タイミングを制御している。これにより、光検出部43によって検出された主信号光の送信元を、下り制御信号光の送信先の1台の新規加入者装置に絞ることができる。その結果、複数台の新規加入者装置それぞれが光伝送路を介して光振分部40のいずれのポートと接続しているかを制御部81が認識することができるようになる。そのため、光振分部又は制御部と加入者装置との間に光合分波部を備えた光通信システムにおいて、新たに接続された加入者装置と、通信相手となる加入者装置とを通信可能に接続する光経路を開通することが可能になる。

[0091] さらに、光通信システム1では、新規加入者装置が複数台である場合においては、第2の方法として、複数の新規加入者装置それぞれに対して主信号光の送信タイミングを通知する。このような方法で、光通信システム1では、複数の新規加入者装置から同じタイミングで主信号光が送信されないように送信タイミングを制御している。これにより、光検出部43によって検出された主信号光の送信元を、下り制御信号光の送信先の1台の新規加入者装置に絞ることができる。その結果、複数台の新規加入者装置それぞれが光伝送路を介して光振分部40のいずれのポートと接続しているかを制御部81が認識することができるようになる。そのため、光振分部又は制御部と加入者装置との間に光合分波部を備えた光通信システムにおいて、新たに接続された加入者装置と、通信相手となる加入者装置とを通信可能に接続する光経路を開通することが可能になる。

[0092] (第1の実施形態における変形例1)

図7は、第1の実施形態の変形例1における光通信システム1aの構成例を示す図である。光通信システム1aは、複数の加入者装置10(例えば、加入者装置10-1~10-3)と、複数の加入者装置15(例えば、加

入者装置 15-1~15-3) と、複数の第 1 光合分波部 20 (例えば、第 1 光合分波部 20-1~20-3) と、第 2 光合分波部 30 と、複数の光振分波部 40 (例えば、光振分波部 40-1~40-2) と、複数の第 1 光合分波部 60 (例えば、第 1 光合分波部 60-1~60-3) と、第 2 光合分波部 70 と、管理制御装置 80 とを備える。光通信システム 1a は、波長合分波部 50 を備えない点で光通信システム 1 と構成が相違する。以下、光通信システム 1 との相違点について説明する。

[0093] 図 7 に示す構成の場合、光振分波部 40 は、波長毎に透過経路を設定可能な機能を有する。例えば、光振分波部 40 として、WSS を用いることができる。これにより、波長合分波部 50 を不要化することができる。また、図 7 の構成では、光振分波部 40 としてマルチキャストスイッチを用いることもできる。

[0094] 図 1 および図 7 に示した構成では、加入者装置 10 から加入者装置 15 へ送信される主信号光と、加入者装置 15 から加入者装置 10 へ送信される主信号光とが同一の光伝送路の芯線を通る構成である。これに対して、加入者装置 10 から加入者装置 15 へ送信される主信号光と、加入者装置 15 から加入者装置 10 へ送信される主信号光とをそれぞれ異なる光伝送路の芯線を通る区間が存在するように構成されてもよい。加入者装置管理制御部 83-1 は、互いに異なる向きの信号光が同一の光伝送路の芯線を通る区間が存在する場合、光伝送路中の反射により反対向きの信号光の受信特性が劣化することを防ぐために、異なる向きの信号光の波長を互いに異なる波長とするか、異なる向きの信号光にそれぞれ異なるタイミングで送信許可を与える。互いに異なる向きの信号光が同一の光伝送路の芯線を通る区間が存在しない場合は、異なる向きの信号光の波長を同一の波長とすることができる。

[0095] (第 1 の実施形態における変形例 2)

光通信システム 1 において、第 1 光合分波部 20 と、第 2 光合分波部 30 と、光振分波部 40-1 と、波長合分波部 50-1 と、制御部 81-1 は、光

通信装置として構成されてもよい。同様に、第1光合分波部60と、第2光合分波部70と、光振分部40-2と、波長合分波部50-2と、制御部81-2は、光通信装置として構成されてもよい。

[0096] 光通信システム1aにおいて、第1光合分波部20と、第2光合分波部30と、光振分部40-1と、制御部81-1は、光通信装置として構成されてもよい。同様に、第1光合分波部60と、第2光合分波部70と、光振分部40-2と、制御部81-2は、光通信装置として構成されてもよい。

[0097] (第1の実施形態における変形例3)

上述した実施形態では、光検出部43が光振分部40の内部に備えられる構成を示したが、光検出部43が、光振分部40の外部に備えられてもよい。このように構成される場合、光振分部40-1は、光検出部43-1を備えない。そして、光振分部40-1のポート42-1-1に光検出部43-1が接続される。なお、光検出部43-1が接続されるポートは、ポート42-1のいずれかのポートであればよい。なお、光振分部40-2においても光振分部40-1と同様である。

[0098] 光振分部40-1は、光振分制御部82-1の制御に従って、光パスが未開通である各ポート41-1と、光検出部43-1が接続されているポート42-1-1とが順次接続されるようにポート間の接続関係を切り替える。光検出部43-1は、接続されているポート42-1-1から出力された光信号を検出する。光検出部43-1は、光信号を検出した場合、光信号を検出したことを示す検出結果を管理制御装置80に通知する。

[0099] 管理制御装置80の構成及び処理は、基本的には上述した実施形態と同様である。例えば、管理制御装置80の光振分制御部82-1は、例えば主信号光の出力を指示する下り制御信号光が送信された後、光振分部40-1のポート41-1のうち、光パスが未開通である各ポート41-1と、光検出部43-1が接続されているポート42-1-1とが順次接続されるように、光振分部40-1のポート間の接続関係を制御する。

[0100] 加入者装置管理制御部83-1は、光検出部43-1から検出結果を取得

すると、検出結果を取得した時点で、光検出部43-1が接続されているポート42-1-1と接続されているポート41-1を、新たに接続された加入者装置10が接続されているポートであると認識する。

[0101] 上記の構成により、光検出部43が光振分部40の外部に備えられる場合であっても上述した実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0102] (第2の実施形態)

第2の実施形態では、1台の加入者装置10が複数のポートを備えて各ポートで主信号光の送受信を行う場合の構成について説明する。

[0103] 図8は、第2の実施形態における光通信システム1bの構成例を示す図である。光通信システム1bは、1台以上の加入者装置10bと、複数の加入者装置15（例えば、加入者装置15-1～15-3）と、複数の第1光合分波部20（例えば、第1光合分波部20-1～20-3）と、第2光合分波部30と、複数の光振分部40（例えば、光振分部40-1～40-2）と、複数の波長合分波部50（例えば、波長合分波部50-1～50-2）と、複数の第1光合分波部60（例えば、第1光合分波部60-1～60-3）と、第2光合分波部70と、管理制御装置80とを備える。

[0104] 光通信システム1bは、加入者装置10に代えて加入者装置10bを備える点で光通信システム1と構成が異なる。光通信システム1bは、他の構成については光通信システム1と基本的には同様の構成を備える。以下、光通信システム1との相違点を中心に説明する。

[0105] 加入者装置10bは、複数のポート11-1～11-3と、1以上の光トランシーバを備える。なお、加入者装置10bが有するポート11は2つ以上であればよい。光トランシーバは、1つのポート11に対して1台備えられる。光トランシーバは、例えばコヒーレントトランシーバである。加入者装置10は、光トランシーバにより、主信号や制御信号などの光信号の送受信を行う。

[0106] 加入者装置10bは、各ポート11を介して異なる波長の主信号光の送受信を行う。ポート11-1には光伝送路85-1が接続され、ポート11-

2には光伝送路85-2が接続され、ポート11-3には光伝送路85-3が接続される。加入者装置10bは、複数のポート11のうちいずれか1つのポート11を介して管理制御装置80との間で制御信号光の送受信を行う。この場合、加入者装置10bは、加入者装置10bの識別子に加えて、各ポート11を識別するポート識別子を用いる。

[0107] 光パス開通前の加入者装置10bは、管理制御装置80からの指示に応じて、特定のポート11を介して光振分部40-1に到達する波長の光を送信する。光パス開通前の加入者装置10bは、例えば主信号光の出力を指示する下り制御信号光を管理制御装置80から受信した後に、光振分部40-1に到達する波長の光を送信する。

[0108] 第2の実施形態における具体的な処理の流れについて説明する。ユーザが、加入者装置10bの各ポート11-1~11-3を、光伝送路85-1~85-3を介して光振分部40-1に接続したとする。これにより、加入者装置10bは、光伝送路85-1~85-3を介して光振分部40-1に接続される。制御部81-1が備える加入者装置管理制御部83-1は、光振分部40-1に新たに接続された加入者装置10bを認識する。加入者装置管理制御部83-1は、加入者装置10bとの間で、光パス開通に必要な情報のやり取りを行う。この際、加入者装置10bは、加入者装置10bの識別子と、各ポート11のポート識別子を含めた上り制御信号光を加入者装置管理制御部83-1に送信する。これにより、加入者装置管理制御部83-1は、加入者装置10bが有する各ポート11を認識することができる。

[0109] さらに加入者装置管理制御部83-1は、加入者装置10bに対して波長を割り当てる際、ポート11毎に波長を割り当てる。加入者装置管理制御部83-1は、ポート11毎に割り当てた波長の情報を、光パス開通に必要な情報をやり取りしている間に加入者装置10bに通知する。

[0110] 加入者装置管理制御部83-1は、主信号光の出力指示と、ポート11のポート識別子とを含む制御信号を生成する。加入者装置管理制御部83-1は、生成した制御信号を光信号に変換して下り制御信号光として加入者装置

10bに送信する。加入者装置管理制御部83-1から送信された下り制御信号光は、第2光合分波部30に入力される。第2光合分波部30は、入力された下り制御信号光を分岐して出力する。第2光合分波部30により分岐された下り制御信号光は、各第1光合分波部20に入力される。各第1光合分波部20は、入力された下り制御信号光を、光伝送路85を介して、接続されている加入者装置10bに出力する。これにより、加入者装置10bは、加入者装置管理制御部83-1から送信された下り制御信号光を受信する。

[0111] 加入者装置10bは、加入者装置管理制御部83-1から送信された下り制御信号光の受信に応じて、下り制御信号光に含まれるポート識別子で特定されるポート11を介して、光振分部40-1に到達する波長の主信号光を光伝送路85に送信する。例えば、ポート識別子で特定されるポート11がポート11-1である場合、加入者装置10bは、ポート11-1を介して、光振分部40-1に到達する波長の主信号光を光伝送路85-1に送信する。ここでは、ポート識別子で特定されるポート11がポート11-1であるものとして説明する。

[0112] 加入者装置10bは、例えば下り制御信号光を受信した直後又は受信して所定の期間経過後に、光振分部40-1に到達する波長の主信号光を、ポート11-1を介して光伝送路85-1に送信する。加入者装置10bから送信された主信号光は、光伝送路85-1を介して第1光合分波部20-1に入力される。

[0113] 第1光合分波部20-1は、入力された主信号光を光振分部40-1に出力する。加入者装置10bが送信する主信号光の波長は、第1光合分波部20-1の入出力ポートのうち加入者装置10側のポートから光振分部40-1側のポートに透過される波長範囲内であるため、第1光合分波部20-1に入力された主信号光は光振分部40-1に出力される。光振分部40-1の光検出部43-1は、第1光合分波部20-1から出力された主信号光を検出する。例えば、光検出部43-1は、第1光合分波部20-1から出力

された主信号光を、ポート4 1 - 1 - 1で検出する。光検出部4 3 - 1は、ポート4 1 - 1 - 1で光を検出した旨の検出結果を制御部8 1 - 1に送信する。

[0114] 制御部8 1 - 1が備える加入者装置管理制御部8 3 - 1は、光検出部4 3 - 1から送信された検出結果を取得する。加入者装置管理制御部8 3 - 1は、取得した検出結果に基づいて、新たに光振分部4 0 - 1に接続された加入者装置1 0 bが接続しているポートを認識する。具体的には、加入者装置管理制御部8 3 - 1は、検出結果に含まれるポート（例えば、ポート4 1 - 1 - 1）と、下り制御信号光の送信先である加入者装置1 0 bのポート1 1 - 1とを対応付ける。これにより、加入者装置管理制御部8 3 - 1は、検出結果に含まれるポート（例えば、ポート4 1 - 1 - 1）に、新たに光振分部4 0 - 1に接続された加入者装置1 0 bのポート1 1 - 1が接続されていると認識する。

[0115] 光振分制御部8 2 - 1, 8 2 - 2は、認識されたポートと、加入者装置1 0 bが通信を行う加入者装置1 5（例えば、加入者装置1 5 - 1）の情報とに基づいて、光振分部4 0 - 1, 4 0 - 2のポート間の接続関係を設定する。具体的には、光振分制御部8 2 - 1は、加入者装置1 0 bのポート1 1 - 1が接続しているポート4 1 - 1 - 1と、加入者装置1 5 - 1が接続している光振分部4 0 - 2に接続されているポート4 2 - 1 - 2とを接続するように、光振分部4 0 - 1の接続関係を設定する。光振分制御部8 2 - 1は、ポート4 1 - 1 - 1と、ポート4 2 - 1 - 2とを接続させるための制御信号を生成する。光振分制御部8 2 - 1は、生成した制御信号を光振分部4 0 - 1に送信する。

[0116] 同様に、制御部8 1 - 2が備える光振分制御部は、加入者装置1 5 - 1が接続しているポートと、加入者装置1 0 bのポート1 1 - 1が接続している光振分部4 0 - 1に接続されているポートとを接続するように、光振分部4 0 - 2の接続関係を設定する。制御部8 1 - 2が備える光振分制御部は、加入者装置1 5 - 1が接続しているポートと、加入者装置1 0 bのポート1 1

− 1 が接続している光振分部 40−1 に接続されているポートとを接続させるための制御信号を生成する。制御部 81−2 が備える光振分制御部は、生成した制御信号を光振分部 40−2 に送信する。

[0117] 光振分部 40−1, 40−2 は、管理制御装置 80 から送信された制御信号に基づいて、ポート間の接続関係を設定する。これにより、加入者装置 10b のポート 11−1 と、加入者装置 15−1 との間で、光パスが開通される。その結果、加入者装置 10b と、加入者装置 15−1 との間で通信が可能になる。

[0118] その後、加入者装置管理制御部 83−1 は、主信号光の出力指示と、ポート 11 のポート識別子を含む制御信号を生成する。加入者装置管理制御部 83−1 は、生成した制御信号を光信号に変換して下り制御信号光として加入者装置 10b に送信する。加入者装置管理制御部 83−1 から送信された下り制御信号光は、第 2 光合分波部 30 に入力される。第 2 光合分波部 30 は、入力された下り制御信号光を分岐して出力する。第 2 光合分波部 30 により分岐された下り制御信号光は、各第 1 光合分波部 20 に入力される。各第 1 光合分波部 20 は、入力された下り制御信号光を、光伝送路 85 を介して、接続されている加入者装置 10b に出力する。これにより、加入者装置 10b は、加入者装置管理制御部 83−1 から送信された下り制御信号光を受信する。

[0119] 加入者装置 10b は、加入者装置管理制御部 83−1 から送信された下り制御信号光の受信に応じて、下り制御信号光に含まれるポート識別子で特定されるポート 11 を介して、光振分部 40−1 に到達する波長の主信号光を光伝送路 85 に送信する。例えば、ポート識別子で特定されるポート 11 がポート 11−2 である場合、加入者装置 10b は、ポート 11−2 を介して、光振分部 40−1 に到達する波長の主信号光を光伝送路 85−2 に送信する。ここでは、ポート識別子で特定されるポート 11 がポート 11−2 であるものとして説明する。

[0120] 加入者装置 10b は、例えば下り制御信号光を受信した直後又は受信して

所定の期間経過後に、光振分部40-1に到達する波長の主信号光を、ポート11-2を介して光伝送路85-2に送信する。加入者装置10bから送信された主信号光は、光伝送路85-2を介して第1光合分波部20-1に入力される。

[0121] 第1光合分波部20-1は、入力された主信号光を光振分部40-1に出力する。加入者装置10bが送信する主信号光の波長は、第1光合分波部20-2の入出力ポートのうち加入者装置10側のポートから光振分部40-1側のポートに透過される波長範囲内であるため、第1光合分波部20-2に入力された主信号光は光振分部40-1に出力される。光振分部40-1の光検出部43-1は、第1光合分波部20-2から出力された主信号光を検出する。例えば、光検出部43-1は、第1光合分波部20-2から出力された主信号光を、ポート41-1-2で検出する。光検出部43-1は、ポート41-1-2で光を検出した旨の検出結果を制御部81-1に送信する。

[0122] 制御部81-1が備える加入者装置管理制御部83-1は、光検出部43-1から送信された検出結果を取得する。加入者装置管理制御部83-1は、取得した検出結果に基づいて、新たに光振分部40-1に接続された加入者装置10bが接続しているポートを認識する。具体的には、加入者装置管理制御部83-1は、検出結果に含まれるポート（例えば、ポート41-1-1）と、下り制御信号光の送信先である加入者装置10bのポート11-2とを対応付ける。これにより、加入者装置管理制御部83-1は、検出結果に含まれるポート（例えば、ポート41-1-1）に、新たに光振分部40-1に接続された加入者装置10bのポート11-2が接続されていると認識する。

[0123] 光振分制御部82-1, 82-2は、認識されたポートと、加入者装置10bが通信を行う加入者装置15（例えば、加入者装置15-2）の情報とに基づいて、光振分部40-1, 40-2のポート間の接続関係を設定する。具体的には、光振分制御部82-1は、加入者装置10bのポート11-

2が接続しているポート41-1-2と、加入者装置15-2が接続している光振分部40-2に接続されているポート42-1-3とを接続するように、光振分部40-1の接続関係を設定する。光振分制御部82-1は、ポート41-1-2と、ポート42-1-3とを接続させるための制御信号を生成する。光振分制御部82-1は、生成した制御信号を光振分部40-1に送信する。

[0124] 同様に、制御部81-2が備える光振分制御部は、加入者装置15-2が接続しているポートと、加入者装置10bのポート11-2が接続している光振分部40-1に接続されているポートとを接続するように、光振分部40-2の接続関係を設定する。制御部81-2が備える光振分制御部は、加入者装置15-2が接続しているポートと、加入者装置10bのポート11-2が接続している光振分部40-1に接続されているポートとを接続させるための制御信号を生成する。制御部81-2が備える光振分制御部は、生成した制御信号を光振分部40-2に送信する。

[0125] 光振分部40-1, 40-2は、管理制御装置80から送信された制御信号に基づいて、ポート間の接続関係を設定する。これにより、加入者装置10bのポート11-2と、加入者装置15-2との間で、光パスが開通される。その結果、加入者装置10bと、加入者装置15-2との間で通信が可能になる。

[0126] 以上のように構成された第2の実施形態によれば、1台の加入者装置10bが複数のポート11を備えている場合であっても第1の実施形態と同様に、新規加入者装置が光伝送路を介して光振分部40のいずれのポートと接続しているかを制御部81が認識することができるようになる。その結果、新規加入者装置から送信される主信号光が通信相手となる加入者装置15へ転送されるように、光振分制御部82-1, 82-2が光振分部40-1, 40-2のポート間接続を設定する。これにより、光振分部又は制御部と加入者装置との間に光合分波部を備えた光通信システムにおいて、新たに接続された加入者装置と、通信相手となる加入者装置とを通信可能に接続する光経

路を開通することが可能になる。

[0127] (第2の実施形態における変形例1)

光通信システム1bにおいて、主信号光の出力を指示する下り制御信号光にさらに、主信号光の送信タイミングを示す情報を含めることで制約を設けることなく、各新規加入者装置の主信号光の送信タイミングを制御するように構成されてもよい。具体的な処理は、図5及び図6と同様であり、異なる点は新規加入者装置が複数台ではなく、1台の新規加入者装置が複数のポート11を有している点である。そのため、複数の新規加入者装置である点を複数のポート11に置き換えればよい。

[0128] (第2の実施形態における変形例2)

光通信システム1bにおいて、第1光合分波部20と、第2光合分波部30と、光振分部40-1と、波長合分波部50-1と、制御部81-1は、光通信装置として構成されてもよい。同様に、第1光合分波部60と、第2光合分波部70と、光振分部40-2と、波長合分波部50-2と、制御部81-2は、光通信装置として構成されてもよい。

[0129] (第2の実施形態における変形例3)

上述した実施形態では、光検出部43が光振分部40の内部に備えられる構成を示したが、光検出部43が、光振分部40の外部に備えられてもよい。具体的な処理は第1の実施形態に示したとおりである。

[0130] (第1の実施形態と第2の実施形態に共有する変形例1)

第1の実施形態と第2の実施形態は組み合わせて構成されてもよい。このように構成される場合、光通信システムは、図1等に示す加入者装置10と、複数のポート11を備える加入者装置10bとを備える。

[0131] (第1の実施形態と第2の実施形態に共有する変形例2)

上述した各実施形態において、新規加入者装置の接続時において、既に光パス開通済みの加入者装置10から主信号光が出力されている場合、加入者装置管理制御部83-1は、主信号光の出力指示に加えて、主信号光の電力増減指示又は波長変更指示を含めた制御信号を生成してもよい。主信号光の

電力増減指示は、新規加入者装置が出力する主信号光の電力を増加又は減少させるための指示である。

[0132] 上述した実施形態における管理制御装置 80 の一部の機能部をコンピュータで実現するようにしてもよい。その場合、この機能を実現するためのプログラムをコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録して、この記録媒体に記録されたプログラムをコンピュータシステムに読み込ませ、実行することによって実現してもよい。なお、ここでいう「コンピュータシステム」とは、OS (Operating System) や周辺機器等のハードウェアを含むものとする。

[0133] また、「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM (Read Only Memory)、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置のことをいう。さらに「コンピュータ読み取り可能な記録媒体」とは、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリのように、一定時間プログラムを保持しているものも含んでもよい。また上記プログラムは、前述した機能の一部を実現するためのものであってもよく、さらに前述した機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み合わせで実現できるものであってもよく、FPGA (Field Programmable Gate Array) 等のプログラマブルロジックデバイスを用いて実現されるものであってもよい。

[0134] 以上、この発明の実施形態について図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

産業上の利用可能性

[0135] 本発明は、光パスを開通するための技術に適用できる。

符号の説明

[0136] 1、1 a、1 b…光通信システム、 1 0、1 0 b、1 5、1 0-1~1 0-3、1 5-1~1 5-3…加入者装置、 2 0、2 0-1~2 0-3、6 0、6 0-1~6 0-3…第1光合分波部、 3 0、7 0…第2光合分波部、 4 0-1、4 0-2…光振分部、 4 3-1…光検出部、 5 0-1、5 0-2…波長合分波部、 8 0…管理制御装置、 8 1-1、8 1-2…制御部、 8 2-1…光振分制御部、 8 3-1…加入者装置管理制御部、 8 5-1~8 5-3、 8 6-1~8 6-3…光伝送路

請求の範囲

- [請求項1] 新たに接続された1台以上の加入者装置から異なる波長で送信される上り制御信号光と主信号光とを分岐して出力する第1光合分波部と、
、
前記第1光合分波部によって分岐された前記上り制御信号光に応じて、前記新たに接続された1台以上の加入者装置に対して、少なくとも主信号光の出力を指示する下り制御信号光を送信する加入者装置管理制御部と、
複数の第1ポートと、複数の第2ポートとを有し、前記下り制御信号光に応じて前記新たに接続された1台以上の加入者装置から送信され、前記第1光合分波部で分岐された主信号光を前記複数の第1ポートのいずれかの第1ポートから入力して、前記複数の第2ポートのいずれかの第2ポートから出力する光振分部と、
前記光振分部が有する前記複数の第1ポートのいずれかの第1ポートに入力された前記主信号光を検出する検出部と、
前記検出部によって前記主信号光が検出された第1ポートと、前記新たに接続された1台以上の加入者装置の通信相手となる加入者装置が接続されている前記複数の第2ポートのいずれかの第2ポートとを接続するように前記光振分部のポート間の接続を制御する光振分制御部と、
を備える光通信システム。
- [請求項2] 前記新たに接続された1台以上の加入者装置が、複数の加入者装置である場合、
前記加入者装置管理制御部は、
複数の加入者装置それぞれから同じタイミングで主信号光が送信されないように送信タイミングを制御する、
請求項1に記載の光通信システム。
- [請求項3] 前記加入者装置管理制御部は、

前記複数の加入者装置に含まれる 1 台の加入者装置と、前記光振分
部が有する前記複数の第 1 ポートのいずれかの第 1 ポートとの対応付
けが終わるまでは前記複数の加入者装置に含まれる他の加入者装置に
対して前記下り制御信号光を送信しないことによって、前記送信タイ
ミングを制御する、

請求項 2 に記載の光通信システム。

[請求項 4]

前記加入者装置管理制御部は、

主信号光の送信タイミングを指示する情報を前記下り制御信号光に
さらに含めて、前記下り制御信号光を前記複数の加入者装置それぞれ
に送信することによって、前記送信タイミングを制御する、

請求項 2 に記載の光通信システム。

[請求項 5]

前記新たに接続された 1 台以上の加入者装置のうち少なくとも 1 台
の加入者装置が複数のポートを備え、

前記加入者装置管理制御部は、

前記 1 台の加入者装置が備えるいずれかのポートを示すポート識別
子を前記下り制御信号光にさらに含めて、前記下り制御信号光を前記
1 台の加入者装置に送信することによって、前記 1 台の加入者装置が
備える各ポートから同じタイミングで主信号光が送信されないように
送信タイミングを制御する、

請求項 1 に記載の光通信システム。

[請求項 6]

前記加入者装置管理制御部は、

前記下り制御信号光の送信後に前記検出部によって前記主信号光が
検出された第 1 ポートと、前記下り制御信号光の送信先となる前記新
たに接続された 1 台以上の加入者装置とを対応付け、対応付けた前記
第 1 ポートと前記新たに接続された 1 台以上の加入者装置の組み合わ
せ情報を前記光振分制御部に通知し、

前記光振分制御部は、

前記加入者装置管理制御部から通知された前記組み合わせ情報に含

まれる前記新たに接続された1台以上の加入者装置の通信相手となる加入者装置が接続されている前記複数の第2ポートのいずれかの第2ポートと、前記組み合わせ情報に含まれる第1ポートとを接続するように前記光振分部のポート間の接続を制御する、

請求項1から5のいずれか一項に記載の光通信システム。

[請求項7]

前記加入者装置管理制御部は、

前記新たに接続された1台以上の加入者装置が主信号光を送信する前に、既に接続されている加入者装置から主信号光が送信されている場合、主信号光の電力の増加又は減少を指示する情報、あるいは、主信号光の波長を変更する指示を前記下り制御信号光にさらに含めて、前記下り制御信号光を前記新たに接続された1台以上の加入者装置に送信する、

請求項1から5のいずれか一項に記載の光通信システム。

[請求項8]

新たに接続された1台以上の加入者装置から異なる波長で送信される上り制御信号光と主信号光とを分岐して出力し、

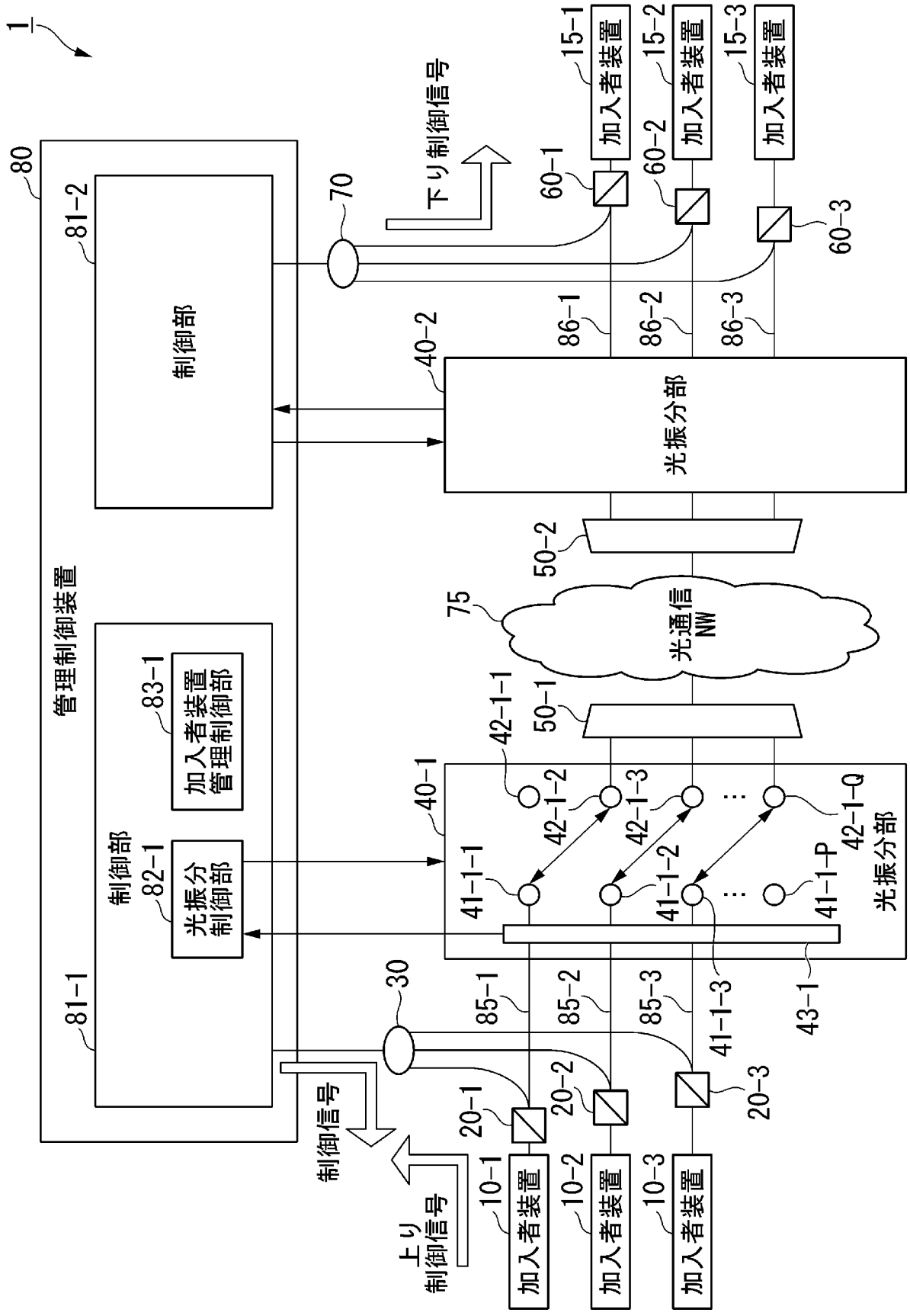
分岐された前記上り制御信号光に応じて、前記新たに接続された1台以上の加入者装置に対して、少なくとも主信号光の出力を指示する下り制御信号光を送信し、

複数の第1ポートと、複数の第2ポートとを有する光振分部が、前記下り制御信号光に応じて前記新たに接続された1台以上の加入者装置から送信され、分岐された主信号光を前記複数の第1ポートのいずれかの第1ポートから入力し、

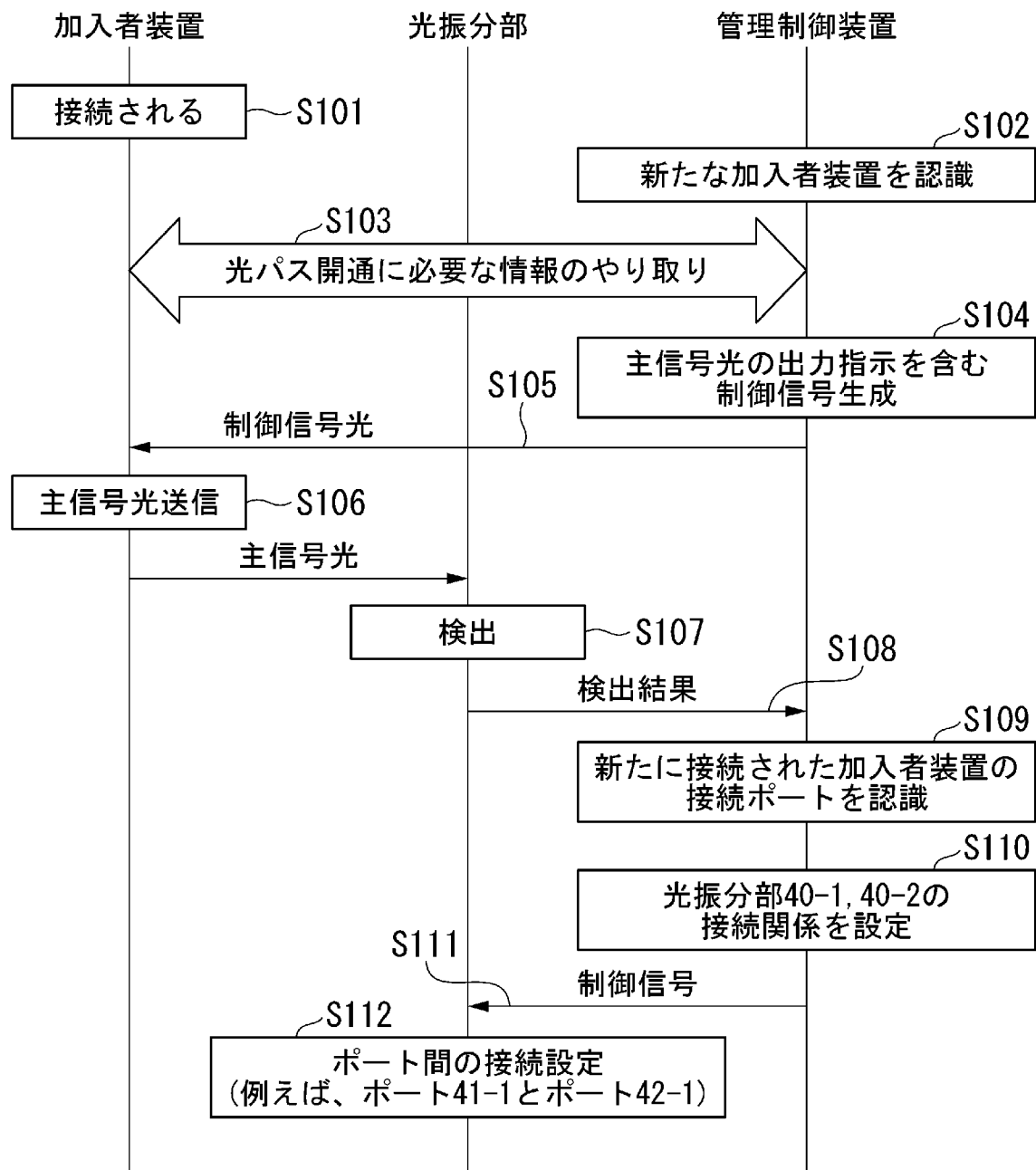
前記光振分部が有する前記複数の第1ポートのいずれかの第1ポートに入力された前記主信号光を検出し、

前記主信号光が検出された第1ポートと、前記新たに接続された1台以上の加入者装置の通信相手となる加入者装置が接続されている前記複数の第2ポートのいずれかの第2ポートとを接続するように前記光振分部のポート間の接続を制御する光通信経路開通方法。

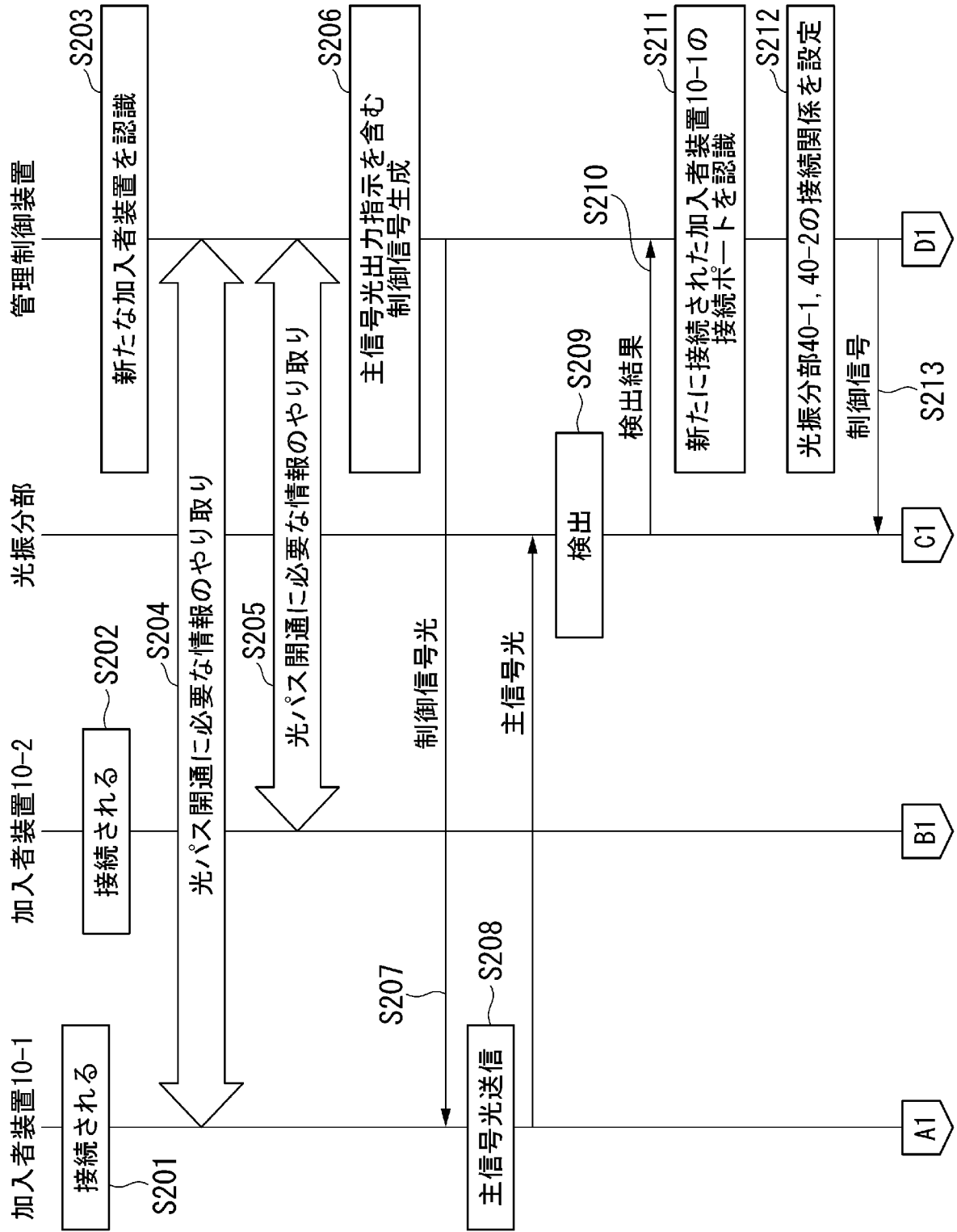
[図1]



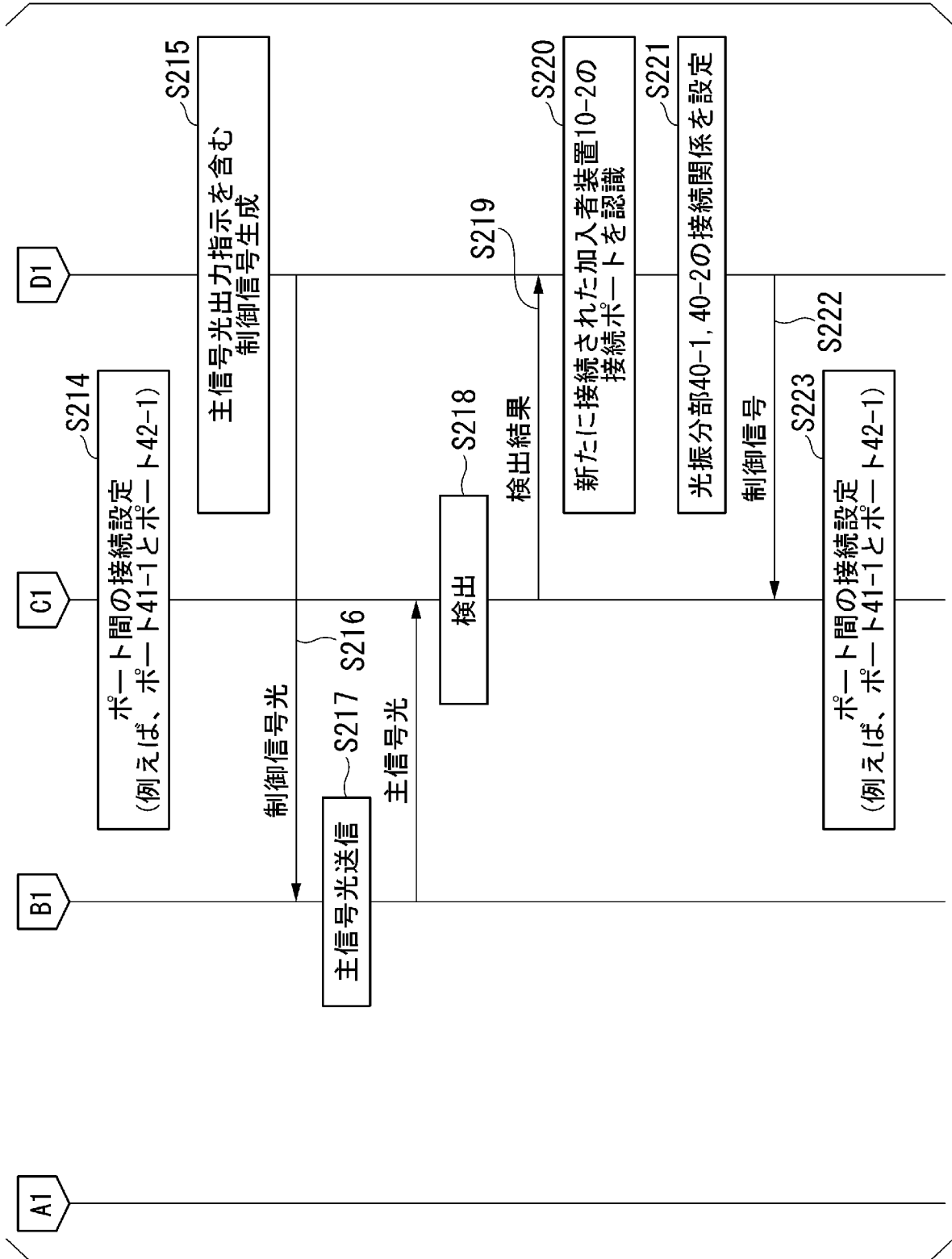
[図2]



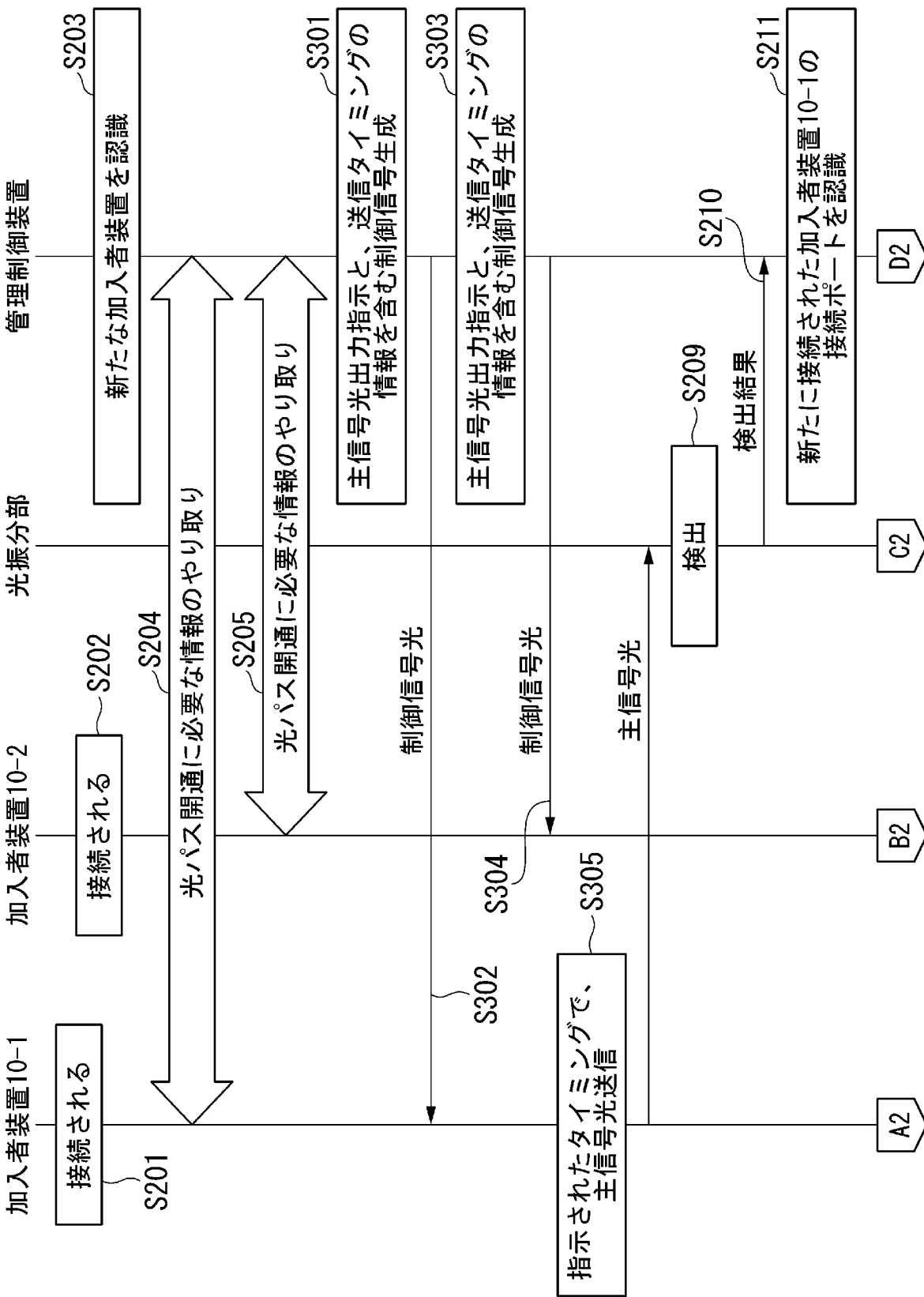
[図3]



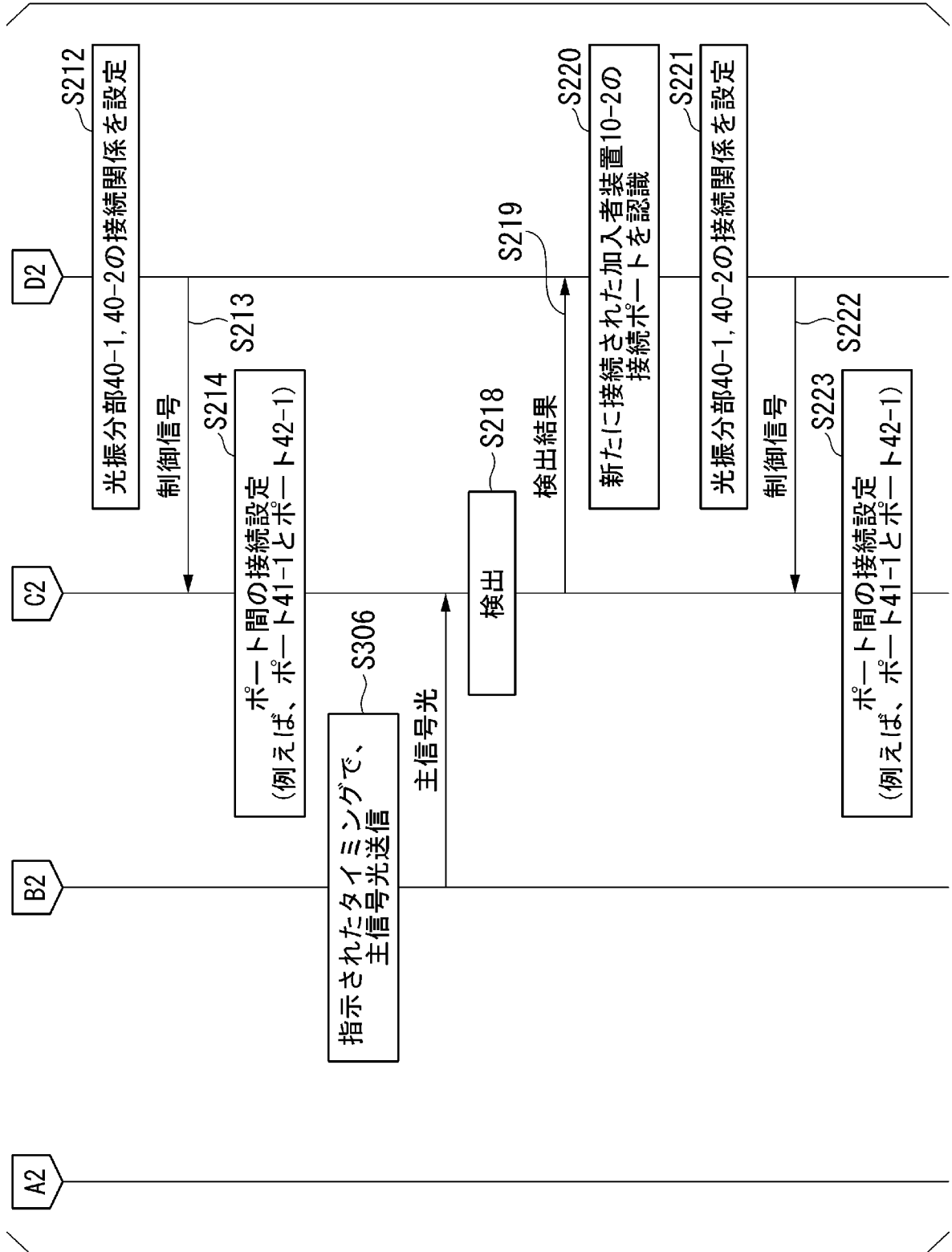
[図4]



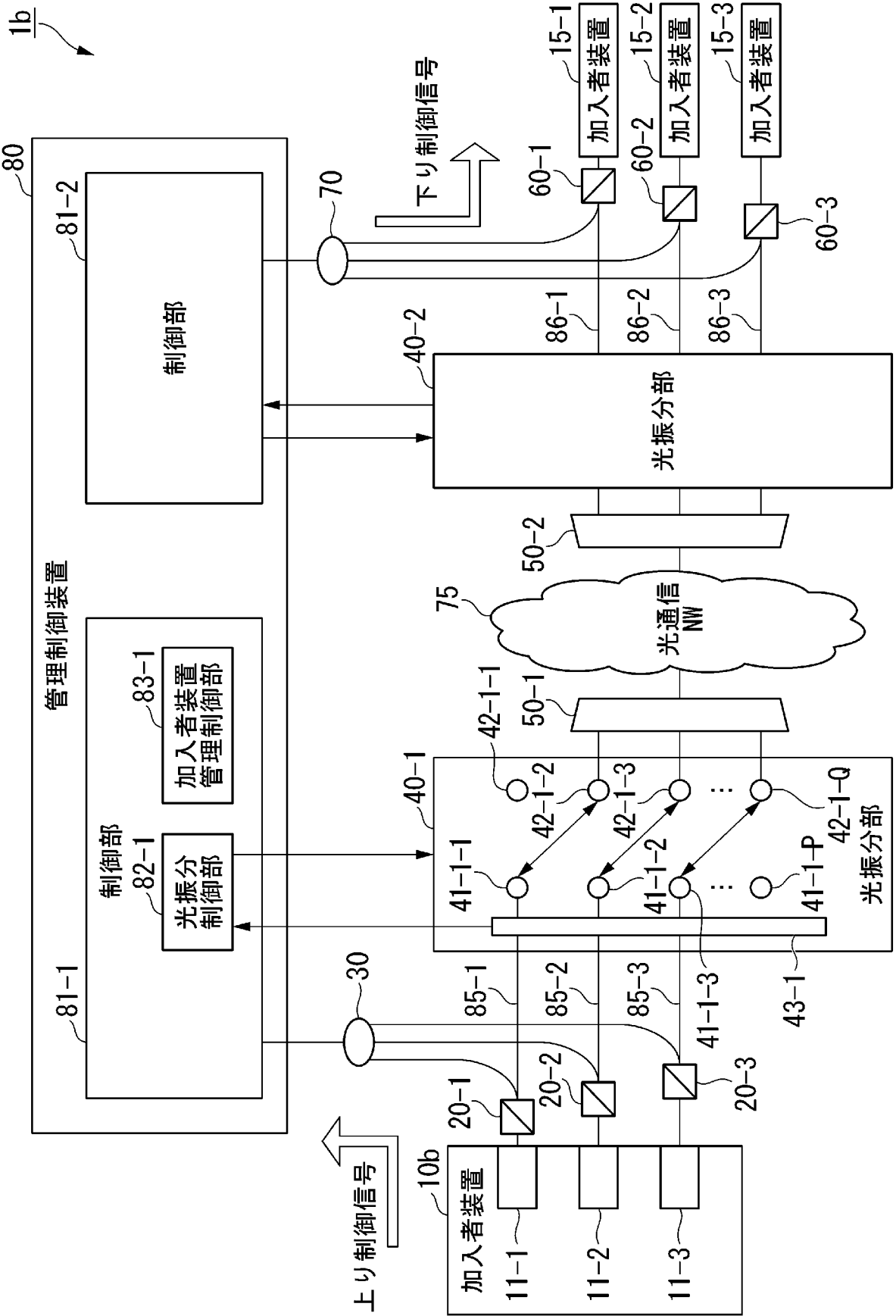
[図5]



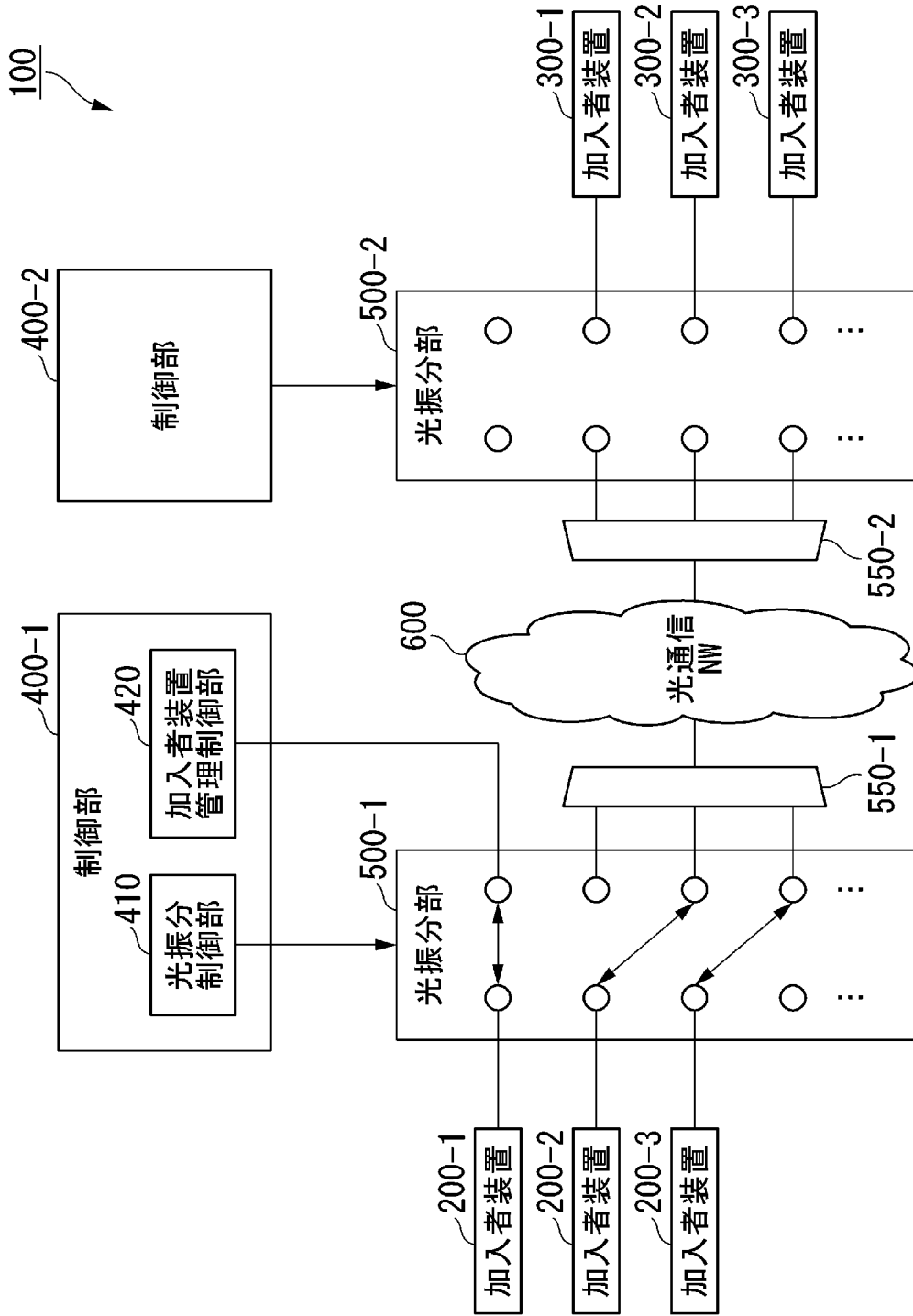
[図6]



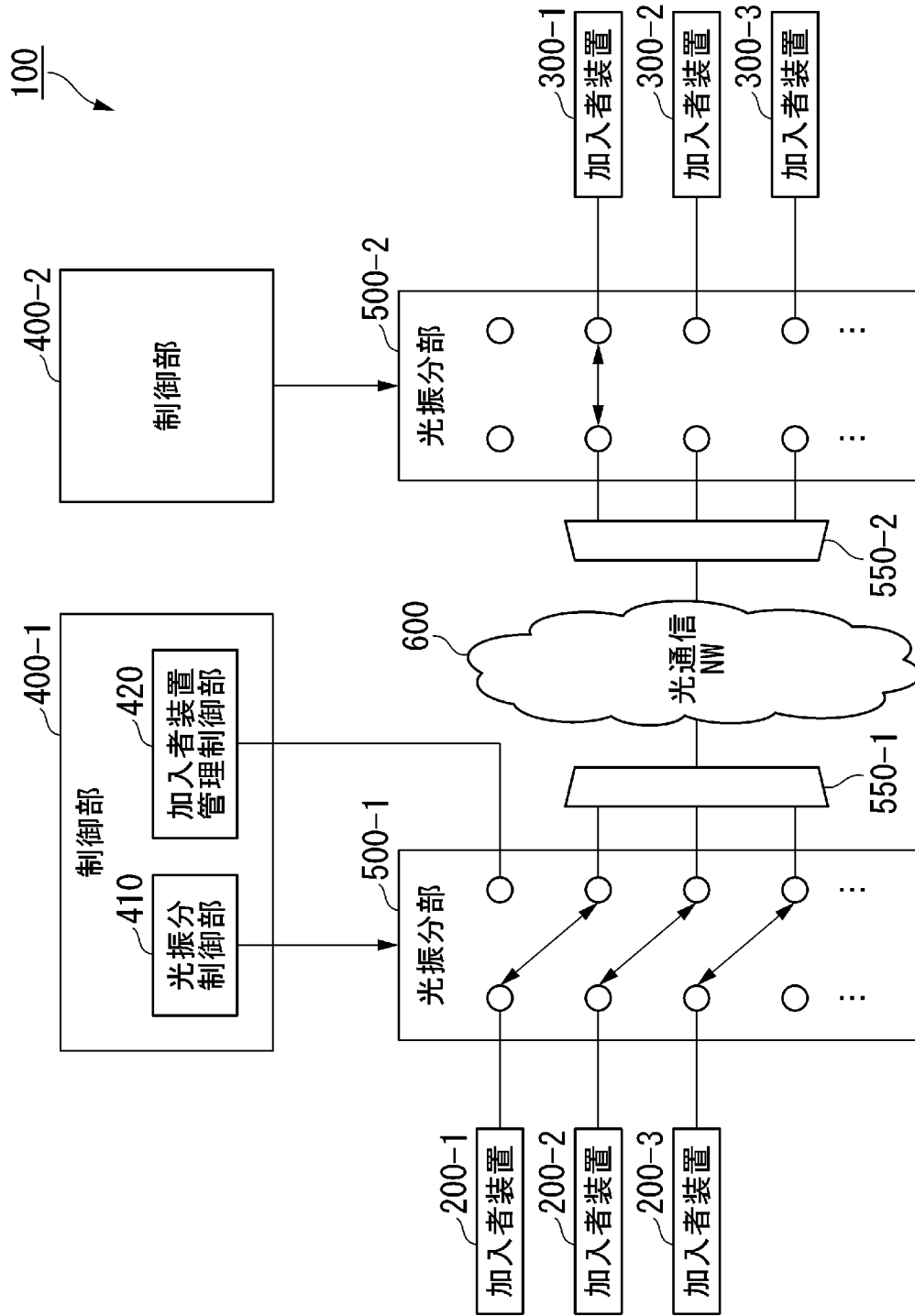
[図8]



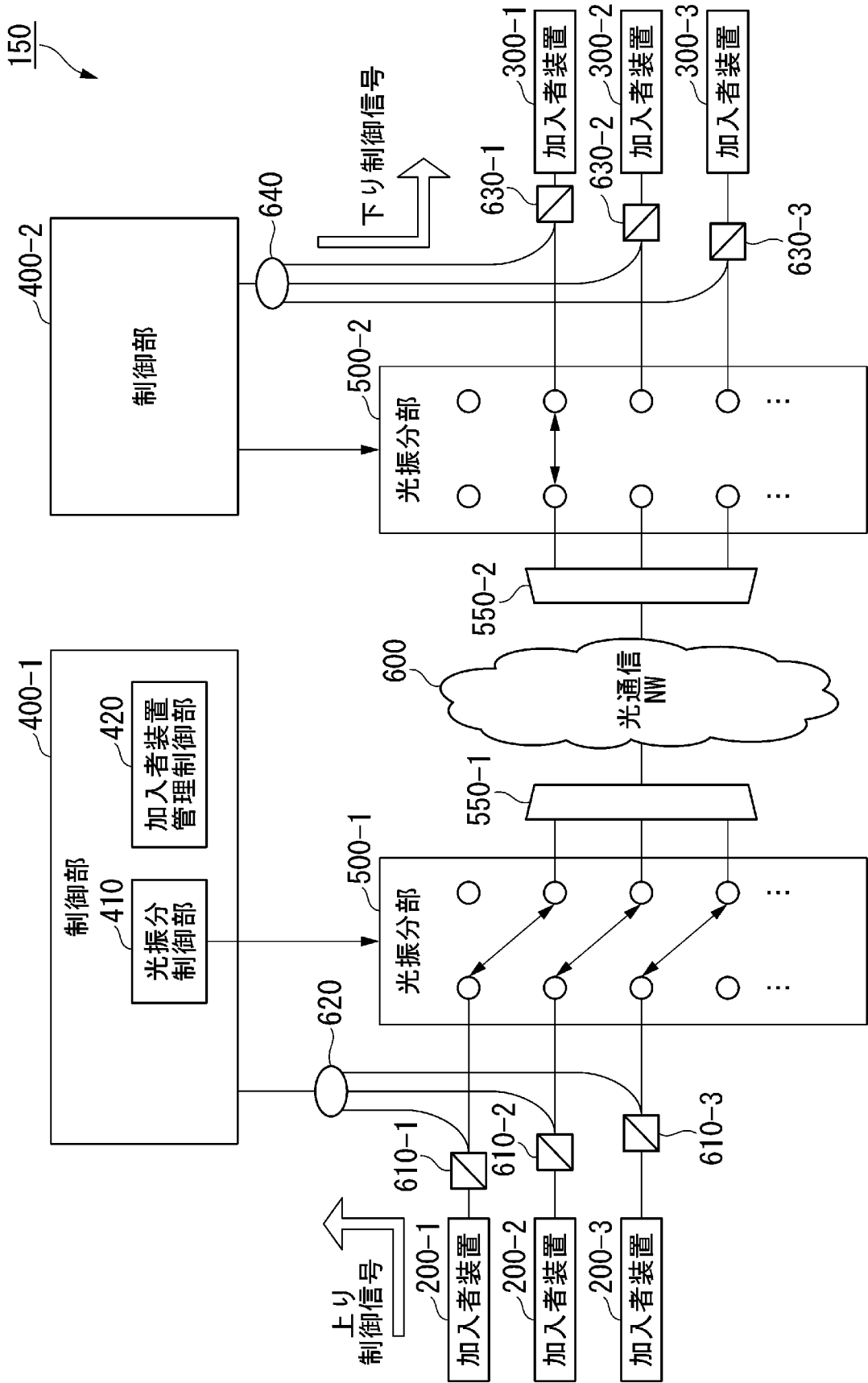
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/029519

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H04B 10/27 (2013.01) FI: 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) 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 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
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 2018-78407 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 17 May 2018 (2018-05-17)	1-8
A	WO 2021/131202 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 01 July 2021 (2021-07-01)	1-8
A	KANAI, Takuya et al., In-Line Protocol-Independent Control and Management Method in End-to-End Optical Connections via Pho, 2021 European Conference on Optical Communication (ECOC), 13 September 2021 entire text, all drawings	1-8
A	HONDA, Kazuaki et al., Photonic Gateway for Direct and Protocol-Independent End-to-End User Connections, 2021 Optical Fiber Communications Conference and Exhibition (OFC), 06 June 2021 entire text, all drawings	1-8
A	JP 2013-207715 A (OKI ELECTRIC IND CO., LTD.) 07 October 2013 (2013-10-07)	1-8
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 19 October 2023		Date of mailing of the international search report 31 October 2023
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 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/JP2023/029519

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2018-78407 A	17 May 2018	(Family: none)	
WO 2021/131202 A1	01 July 2021	US 2023/0030158 A1 CN 114830563 A	
JP 2013-207715 A	07 October 2013	(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 FI: 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 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 - 2023年 日本国実用新案登録公報 1996 - 2023年 日本国登録実用新案公報 1994 - 2023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 2018-78407 A（日本電信電話株式会社）17.05.2018（2018 - 05 - 17）	1-8
A	WO 2021/131202 A1（日本電信電話株式会社）01.07.2021（2021 - 07 - 01）	1-8
A	KANAI, Takuya et al., In-Line Protocol-Independent Control and Management Method in End-to-End Optical Connections via Pho, 2021 European Conference on Optical Communication (ECOC), 2021.09.13 全文全図	1-8
A	HONDA, Kazuaki et al., Photonic Gateway for Direct and Protocol-Independent End-to-End User Connections, 2021 Optical Fiber Communications Conference and Exhibition (OFC), 2021.06.06 全文全図	1-8
A	JP 2013-207715 A（沖電気工業株式会社）07.10.2013（2013 - 10 - 07）	1-8
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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、一般的な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	19.10.2023	国際調査報告の発送日 31.10.2023
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/JP2023/029519

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2018-78407 A	17.05.2018	(ファミリーなし)	
WO 2021/131202 A1	01.07.2021	US 2023/0030158 A1 CN 114830563 A	
JP 2013-207715 A	07.10.2013	(ファミリーなし)	