

(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
2024年2月1日(01.02.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/023909 A1

(51) 国際特許分類:
H04B 10/291 (2013.01) H04B 10/27 (2013.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/028721

(22) 国際出願日: 2022年7月26日(26.07.2022)

(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: 鬼頭 千尋(KITO Chihiro); 〒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). 古敷谷 優介

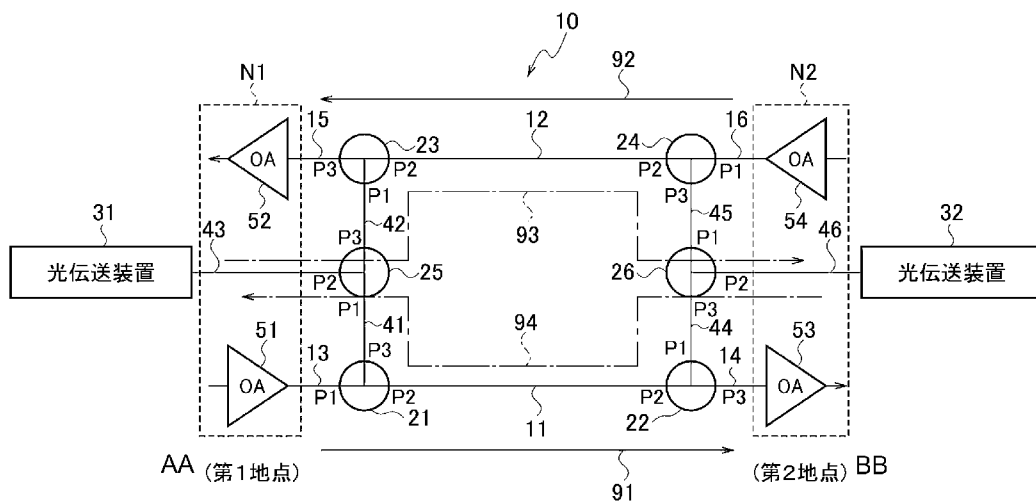
(KOSHIKIYA Yusuke); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 飯田 大輔(HIDA Daisuke); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-11 NTT 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 三好 秀和, 外(MIYOSHI Hidekazu et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門1丁目2番8号 虎ノ門琴平タワー 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, 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,

(54) Title: OPTICAL WIRING SYSTEM AND OPTICAL WIRING METHOD

(54) 発明の名称: 光配線システムおよび光配線方法



31, 32 Optical transmission device

AA First point

BB Second point

(57) Abstract: This optical wiring system (10) comprises: a first optical circulator (21) and a second optical circulator (22) that are connected to each other in a manner that enables a first optical signal to be transmitted from a first point (N1) to a second point (N2) through first optical fibers (13, 11, 14); a third optical circulator (23) and a fourth optical circulator (24) that are connected to each other in a manner that enables a second optical signal to be transmitted from the second point (N2) to the first point (N1) through second optical fibers (15, 12, 16); a fifth optical circulator (25) that

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, 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, 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))

is connected to the first optical circulator (21), the third optical circulator (23), and a third optical fiber (43); and a sixth optical circulator (26) that is connected to the second optical circulator (22), the fourth optical circulator (24), and a fourth optical fiber (46), wherein a third optical signal from the third optical fiber (43) is transmitted to the fourth optical fiber (46), and a fourth optical signal from the fourth optical fiber (46) is transmitted to the third optical fiber (43).

(57) 要約: 光配線システム (10) は、第1光ファイバ (13, 11, 14) を介して第1地点 (N1) からの第1光信号を第2地点 (N2) に伝送可能に互いに接続された第1光サーキュレータ (21) と第2光サーキュレータ (22) と、第2光ファイバ (15, 12, 16) を介して第2地点 (N2) からの第2光信号を第1地点 (N1) に伝送可能に互いに接続された第3光サーキュレータ (23) と第4光サーキュレータ (24) と、第1光サーキュレータ (21) と第3光サーキュレータ (23) と第3光ファイバ (43) に接続された第5光サーキュレータ (25) と、第2光サーキュレータ (22) と第4光サーキュレータ (24) と第4光ファイバ (46) に接続された第6光サーキュレータ (26) とを備え、第3光ファイバ (43) からの第3光信号を第4光ファイバ (46) に伝送し、第4光ファイバ (46) からの第4光信号を第3光ファイバ (43) に伝送する。

明 細 書

発明の名称：光配線システムおよび光配線方法

技術分野

[0001] 本発明は、光配線システムおよび光配線方法に関する。

背景技術

[0002] 光伝送システムには、上りと下りで別々に、一方向にのみ光信号を伝送する光ファイバを使って通信する一心片方向伝送システム（非特許文献 1 参照）と、1 心の光ファイバで双方向の通信を行う一心双方向伝送システム（非特許文献 1、2 参照）が存在する。

先行技術文献

非特許文献

[0003] 非特許文献1：光伝送技術について、APRESIA Systems株式会社、インターネット<URL: <https://www.apresia.jp/technical/transmission/>>
非特許文献2：技術基礎講座 [GE-PON技術]、NTT技術ジャーナル、2005年8月
非特許文献3：小型WDM形光伝送装置の機能拡充による光ファイバ枯渇問題対応、ドコモR&Dテクニカルジャーナル、VOL.19 NO.4

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 主として中継区間等の大容量伝送が求められる光伝送システムには、WDM（Wavelength Division Multiplexing：波長分割多重）技術を用いた一心片方向伝送システムを用いる。しかし、一心片方向伝送システムでは、「上り」と「下り」で別々の光ファイバを用いるため、2 心分の光ファイバとMux/Demux（波長合分波モジュール）のコストがかかるという、光伝送方式上の避けられない課題があった。

[0005] 一方、経済性を重視する光アクセス区間では、一心双方向伝送システムが用いられてきた。近年、モバイルフロントホール等への適用を想定したCWDM（Coarse Wavelength Division Multiplexing）技術の進展や、IEEE P802.3c

aにおいて50Gbit/s PON (Passive Optical Network)の方式規格化が完了するなど、一心双方向伝送システムによる大容量光伝送システム化への期待が高まっている。また、ダークファイバの枯渇エリアでは、モバイルフロントホールを構築するための光ファイバの調達が困難な状況もある（非特許文献3参照）。

[0006] 本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、その目的は、コストを抑制しつつ、一心片方向伝送システムと一心双方向伝送システムとが統合された光伝送システムを構築することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る光配線システムは、第1地点と第2地点との間の第1光ファイバを介して、前記第1地点からの第1光信号を前記第2地点に伝送可能に互いに接続された、第1光サーキュレータおよび前記第1光サーキュレータより前記第2地点側の第2光サーキュレータと、前記第1地点と前記第2地点との間の第2光ファイバを介して、前記第2地点からの第2光信号を前記第1地点に伝送可能に互いに接続された、第3光サーキュレータおよび前記第3光サーキュレータより前記第2地点側の第4光サーキュレータと、前記第1光サーキュレータ、前記第3光サーキュレータ、および第3光ファイバに接続された第5光サーキュレータと、前記第2光サーキュレータ、前記第4光サーキュレータ、および第4光ファイバに接続された第6光サーキュレータとを備え、前記第3光ファイバからの第3光信号を前記第4光ファイバに伝送し、前記第4光ファイバからの第4光信号を前記第3光ファイバに伝送する。

[0008] 本発明に係る光配線方法は、第1地点と第2地点との間の第1光ファイバを介して、第1光サーキュレータおよび前記第1光サーキュレータより前記第2地点側の第2光サーキュレータを、前記第1地点からの第1光信号を前記第2地点に伝送可能に接続し、前記第1地点と前記第2地点との間の第2光ファイバを介して、第3光サーキュレータおよび前記第3光サーキュレータより前記第2地点側の第4光サーキュレータを、前記第2地点からの第2

光信号を前記第 1 地点に伝送可能に接続し、第 5 光サーキュレータに、前記第 1 光サーキュレータ、前記第 3 光サーキュレータ、および第 3 光ファイバを接続し、第 6 光サーキュレータに、前記第 2 光サーキュレータ、前記第 4 光サーキュレータ、および第 4 光ファイバを接続し、前記第 3 光ファイバからの第 3 光信号を前記第 4 光ファイバに伝送し、前記第 4 光ファイバからの第 4 光信号を前記第 3 光ファイバに伝送する。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、コストを抑制しつつ、一心片方向伝送システムと一心双方向伝送システムとが統合された光伝送システムを構築することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]図 1 は、一心片方向伝送システムの一例を示す概略図である。

[図2]図 2 は、図 1 に示す一心片方向伝送システムの光ノードの構成図である。

[図3]図 3 は、光ファイバに接続された 2 つの光ノードを示す構成図である。

[図4]図 4 は、第 1 実施形態に係る光配線システムの構成図である。

[図5]図 5 は、光配線方法の一例を示すフローチャートである。

[図6]図 6 は、第 2 実施形態に係る光配線システムの構成図である。

発明を実施するための形態

[0011] 図面を参照して、本発明の実施形態を説明する。図面の記載において同一部分には同一符号を付して説明を省略する。

[0012] (一心片方向伝送システムの例)

図 1 は、一心片方向伝送システムの一例を示す構成図である。図示する一心片方向伝送システムは、複数の光ノード N 1, N 2, N 3 を有する。光ノード N 1, N 2, N 3 は、上り用と下り用の光ファイバで互いに連結され、リングを形成する。

[0013] 一般的に、光ノード N 1, N 2, N 3 には、片方向のみの光伝送を許容する光デバイス（例えば、光増幅器、光アイソレータ）が搭載される。このため、一心片方向伝送システムにそのまま一心双方向伝送システムを統合する

ことはできない。

[0014] 図2は、図1に示す光ノードN1の構成を示す構成図である。図示する光ノードN1は、光増幅器(0A)50と、波長選択スイッチ(WSS)60と、受信機(R)70と、送信機(T)80とを有する。

[0015] 光ノードN1は、上り用または下り用の光ファイバから伝送された光信号を、受信用の光増幅器50で増幅し、受信用の波長選択スイッチ60を経て、受信機70で受信する。また、光ノードN1は、送信機80から出力される光信号を波長選択スイッチ60により重畳し、重畳した光信号を送信用の光増幅器50により増幅して上り用または下り用の光ファイバで伝送する。すなわち、図示する光ノードN1は、上り用と下り用とで2組の送受信用デバイスを備えている。

[0016] 光ノードN2、N3も、光ノードN1と同様の構成を有し、光ノードN1と光ノードN2、光ノードN2と光ノードN3、および光ノードN3と光ノードN1が、それぞれ上り用と下り用の光ファイバにより接続されている。

[0017] 図3は、図1に示した一心片方向伝送システムの光ノードN1と、光ノードN2と、それらの間を接続する光ファイバ11、12とを示す。光ファイバ11は、光ノードN1から第2光ノードN2に向かう光信号を伝送する。光ファイバ12は、光ノードN2から光ノードN1に向かう光信号を伝送する。

[0018] 光ノードN1の光増幅器50-1は、波長選択スイッチ60-1から出力される光信号を増幅して、光ファイバ11に伝送する。光ノードN2の光増幅器50-3は、光ファイバ11で伝送された光信号を受信して増幅した後に、波長選択スイッチ60-3に伝送する。

[0019] 光ノードN2の光増幅器50-4は、波長選択スイッチ60-4から出力される光信号を増幅して、光ファイバ12に伝送する。光ノードN1の光増幅器50-2は、光ファイバ12で伝送された光信号を受信して増幅した後に、受信用の波長選択スイッチ60-2に伝送する。

[0020] 各々の光増幅器50は、光信号の光伝送線路での損失を補償するために設

置されている。また、各々の光増幅器 50 は、光信号を片方向伝送に制限するための光アイソレーション機能を有する。

[0021] (第 1 実施形態)

図 4 は、本発明の第 1 実施形態に係る光配線システム 10 の構成図を示す。本実施形態の光配線システム 10 は、6 個の光サーキュレータ 21～26 を備える。これにより、本実施形態では、図 1～3 で説明した一心片方向伝送システムで用いられている光ファイバに一心双方向伝送システムの光信号を重畳する。

[0022] 光ノード N1, N2 は、一心片方向伝送システムの一部を構成する。図 4 では、便宜上、光ノード N1, N2 として光増幅器 51～54 のみを示しているが、光ノード N1, N2 は、それぞれ図 3 の光ノード N1, N2 と同様の構成を有する。光伝送装置 31, 32 は一心双方向伝送システムの一部を構成する。光伝送装置 31, 32 には、例えば、モバイルフロントホール等、point to point 通信への適用が想定される CWDM 伝送装置を用いることができる。

[0023] 図示する例では、光ノード N1 は、第 1 地点に配置され、光ノード N2 は第 2 地点に配置されている。光伝送装置 31 は、第 1 光ノード N1 (第 1 地点) 側に配置され、光伝送装置 32 は、第 2 光ノード N2 (第 2 地点) 側に配置されている。

[0024] 光サーキュレータ 21～26 は、それぞれ、ポート 1 (P1)、ポート 2 (P2)、およびポート 3 (P3) の 3 つのポートを有する 3 端子非完全循環形光サーキュレータである。光サーキュレータ 21～26 は、光アイソレーション機能を有する光デバイスであり、ポート 1 からポート 2 と、ポート 2 からポート 3 のみの光伝送が可能であり、ポート 3 からポート 1 と、ポート 1 からポート 3 と、ポート 3 からポート 2 の各方向には光伝送できない。光サーキュレータ 21～26 は、波長依存性もほとんどない。なお、光サーキュレータ 21～26 としては、3 端子完全循環形光サーキュレータ、4 端子非完全循環形光サーキュレータ、4 端子完全循環形光サーキュレータでも

、本実施形態と同様のポート 1、ポート 2、ポート 3 の接続にすることにより使用可能である。

[0025] 光ノード N 1 と、光ノード N 2 との間には、2 本の光ファイバ 1 1、1 2 が敷設されている。光ファイバ 1 1 は、光ノード N 1 の光増幅器 5 1 と光ノード N 2 の光増幅器 5 3 とに接続され、第 1 地点から第 2 地点に向かう光信号を伝送する。光ファイバ 1 2 は、光ノード N 1 の光増幅器 5 2 と光ノード N 2 の光増幅器 5 4 とに接続され、第 2 地点から第 1 地点に向かう光信号を伝送する。

[0026] 光ファイバ 1 1 の光増幅器 5 1 側（第 1 地点側）に光サーキュレータ 2 1 が接続され、光増幅器 5 3 側（第 2 地点側）に光サーキュレータ 2 2 が接続される。光サーキュレータ 2 1 は、ポート 1 が光ファイバ 1 3 を介して光増幅器 5 1 に接続され、ポート 2 が光ファイバ 1 1 の一端に接続される。光サーキュレータ 2 2 は、ポート 2 が光ファイバ 1 1 の他端に接続され、ポート 3 が光ファイバ 1 4 を介して光増幅器 5 3 に接続される。

[0027] 光ファイバ 1 2 の光増幅器 5 2 側（第 1 地点側）に光サーキュレータ 2 3 が接続され、光増幅器 5 4 側（第 2 地点側）に光サーキュレータ 2 4 が接続される。光サーキュレータ 2 3 は、ポート 3 が光ファイバ 1 5 を介して光増幅器 5 2 に接続され、ポート 2 が光ファイバ 1 2 の一端に接続される。光サーキュレータ 2 4 は、ポート 2 が光ファイバ 1 2 の他端に接続され、ポート 1 が光ファイバ 1 6 を介して光増幅器 5 4 に接続される。

[0028] このように 4 つの光サーキュレータ 2 1～2 4 を一心片方向伝送システム（光ノード N 1，N 2）に接続することにより、光ファイバ 1 1～1 6 を介した既存の一心片方向伝送システムによる光信号の伝送経路 9 1，9 2 が維持される。

[0029] 光サーキュレータ 2 5 は、第 1 地点側に配置された光伝送装置 3 1 と、光サーキュレータ 2 1 と、光サーキュレータ 2 3 とに接続される。具体的には、光サーキュレータ 2 5 のポート 1 が光サーキュレータ 2 1 のポート 3 に光ファイバ 4 1 を介して接続され、光サーキュレータ 2 5 のポート 3 が光サー

キュレータ 23 のポート 1 と光ファイバ 42 を介して接続されている。光サーキュレータ 25 のポート 2 は、第 1 地点側に配置された光伝送装置 31 の入出力端に光ファイバ 43 を介して接続されている。

[0030] 光サーキュレータ 26 は、第 2 地点側に配置された光伝送装置 32 と、光サーキュレータ 22 と、光サーキュレータ 24 とに接続される。具体的には、光サーキュレータ 26 のポート 3 が光サーキュレータ 22 のポート 1 に光ファイバ 44 を介して接続され、光サーキュレータ 26 のポート 1 が光サーキュレータ 24 のポート 3 と光ファイバ 45 を介して接続されている。光サーキュレータ 26 のポート 2 は、第 2 地点側に配置された光伝送装置 32 の入出力端に光ファイバ 46 を介して接続されている。

[0031] このような光サーキュレータ 21～26 を備えることで、本実施形態の光配線システム 10 は、光伝送装置 31 から出力された光信号を、光ファイバ 43、光サーキュレータ 25、光ファイバ 42、光サーキュレータ 23、光ファイバ 12、光サーキュレータ 24、光ファイバ 45、光サーキュレータ 26、光ファイバ 46 の順番の伝送経路 93 で光伝送装置 32 に伝送する。つまり、一心双方向伝送システムの光伝送装置 31 から出力された光信号は、一心片方向伝送システムの光ノード N1、N2 で伝送される光信号の伝送方向と逆方向に第 2 光ファイバ 12 で伝送される。

[0032] また、光配線システム 10 は、光伝送装置 32 から出力された光信号を、光ファイバ 46、光サーキュレータ 26、光ファイバ 44、光サーキュレータ 22、光ファイバ 11、光サーキュレータ 21、光ファイバ 41、光サーキュレータ 25、光ファイバ 43 の順番の伝送経路 94 で光伝送装置 31 に伝送する。つまり、一心双方向伝送システムの光伝送装置 32 から出力された光信号は、一心片方向伝送システムの光ノード N1、N2 で伝送される光信号の伝送方向と逆方向に光ファイバ 11 で伝送される。

[0033] このように、本実施形態では、一心片方向伝送システムの光信号と、一心双方向伝送システムの光信号とが、光ファイバ 11、12 で互いに対向伝搬するように光サーキュレータ 21～26 を配置する。

- [0034] 従って、本実施形態の光配線システム 10 によれば、図 3 に示したような既存の一心片方向伝送システムに、図 4 に示す光サーキュレータ 21～26 を追加することにより、一心片方向伝送システムと一心双方向伝送システムとが共存する光伝送システムを容易に構築することができる。
- [0035] 伝送遅延時間は、光信号が伝送経路内を通過するのに要する時間である。光伝送装置 31 から光伝送装置 32 までの伝送経路 93 における光信号の伝送遅延時間と光伝送装置 32 から光伝送装置 31 までの伝送経路 94 における光信号の伝送遅延時間の間の差を調整するために、光配線システム 10 は光遅延制御器（不図示）を備えてもよい。例えば、伝送経路 93 と伝送経路 94 のうち、光信号の伝送遅延時間の小さい伝送経路の任意地点に光遅延制御器（不図示）を接続してもよい。
- [0036] なお、光サーキュレータ 21～26 の設置位置は任意であり、光ノード N1 または光ノード N2 の設置地点の近傍である必要はないが、光伝送装置 31 と光伝送装置 32 の仕様が許容する光損失バジェット以下となる位置とされる。
- [0037] 光増幅器 51 と光増幅器 53 の間、および光増幅器 52 と光増幅器 54 の間の一心片方向伝送システムの伝送経路 91, 92 の損失の増加は、光サーキュレータ 2 つ分の挿入損失によるもののみ（1～2 dB 程度）である。したがって、既存の一心片方向伝送システムへの影響を極力抑えることができる。
- [0038] また、光サーキュレータ 21～26 は、波長依存性がない。このため、光サーキュレータ 21～26 が一心片方向伝送システムの波長設計に影響を与えることはなく、追加する一心双方向伝送システムに対する波長設計の自由度も担保することができる。
- [0039] また、光サーキュレータ 21～26 および光増幅器 51～54 の光アイソレーション機能により、一心双方向伝送システムの光信号が、一心片方向伝送システムに影響を与える光クロストークとなることは極めて軽微である。したがって、既存の一心片方向伝送システムへの影響を極力抑えることができる。

きる。同様に、光サーキュレータ 21～26 の光アイソレーション機能により、一心片方向伝送システムの光信号が、一心双方向伝送システムに影響を与える光クロストークとなることも極めて軽微である。

[0040] したがって、光配線システム 10 によれば、安価な汎用光デバイスである光サーキュレータ 21～26 を既存の一心片方向伝送システムに追加することで、光損失増加を最小限に抑えつつ、様々な波長設計規格に対応することができる。また、光配線システム 10 によれば、一心片方向伝送システムと一心双方向伝送システムの光クロストークによる光信号対雑音比等の相互影響を極めて軽微に抑えつつ、一心片方向伝送システムの伝送経路を活用しながら、既存の一心片方向伝送システムに一心双方向伝送システムを共存させることができる。

[0041] 図 5 は、光配線システム 10 の光配線方法を示すフローチャートの一例である。

第 1 地点から第 2 地点に向かう光信号を伝送する光ファイバ 11 の第 1 地点側および第 2 地点側に、第 1 光サーキュレータ 21 および第 2 光サーキュレータ 22 をそれぞれ接続する（ステップ S1）。

[0042] 次に、第 2 地点から第 1 地点に向かう光信号を伝送する第 2 光ファイバ 12 の第 1 地点側および第 2 地点側に、第 3 光サーキュレータ 23 および第 4 光サーキュレータ 24 をそれぞれ接続する（ステップ S2）。

[0043] そして、第 5 光サーキュレータ 25 に、第 1 光サーキュレータ 21 と、第 3 光サーキュレータ 23 と、第 1 地点側に配置された第 1 光伝送装置 31 とを接続する（ステップ S3）。そして、第 6 光サーキュレータ 26 に、第 2 光サーキュレータ 22 と、第 4 光サーキュレータ 24 と、第 2 地点側に配置された第 2 光伝送装置 32 とを接続する（ステップ S4）。なお、ステップ S1～S4 の実施の順番は任意でよい。

[0044] 以上説明した本実施形態の光配線システム 10 は、第 1 地点 N1 と第 2 地点 N2 との間の第 1 光ファイバ 13, 11, 14 を介して、第 1 地点 N1 からの第 1 光信号を第 2 地点 N2 に伝送可能に互いに接続された、第 1 光サー

キュレータ 2 1 および第 1 光サーキュレータ 2 1 より第 2 地点 N 2 側の第 2 光サーキュレータ 2 2 と、第 1 地点 N 1 と第 2 地点 N 2 との間の第 2 光ファイバ 1 5, 1 2, 1 6 を介して、第 2 地点 N 2 からの第 2 光信号を第 1 地点 N 1 に伝送可能に互いに接続された、第 3 光サーキュレータ 2 3 および第 3 光サーキュレータ 2 3 より第 2 地点 N 2 側の第 4 光サーキュレータ 2 4 と、第 1 光サーキュレータ 2 1、第 3 光サーキュレータ 2 3、および第 3 光ファイバ 4 3 に接続された第 5 光サーキュレータ 2 5 と、第 2 光サーキュレータ 2 2、第 4 光サーキュレータ 2 4、および第 4 光ファイバ 4 6 に接続された第 6 光サーキュレータ 2 6 とを備え、第 3 光ファイバ 4 3 からの第 3 光信号を第 4 光ファイバ 4 6 に伝送し、第 4 光ファイバ 4 6 からの第 4 光信号を第 3 光ファイバ 4 3 に伝送する。第 3 光ファイバ 4 3 からの第 3 光信号を、第 5 光サーキュレータ 2 5、第 3 光サーキュレータ 2 3、第 2 光ファイバ 1 2、第 4 光サーキュレータ 2 4、第 6 光サーキュレータ 2 6、第 4 光ファイバ 4 6 の順番の第 1 伝送経路 9 3 で伝送する。第 4 光ファイバ 4 6 からの第 4 光信号を、第 6 光サーキュレータ 2 6、第 2 光サーキュレータ 2 2、第 1 光ファイバ 1 1、第 1 光サーキュレータ 2 1、第 5 光サーキュレータ 2 5、第 3 光ファイバ 4 3 の順番の第 2 伝送経路 9 4 で伝送する。

[0045] これにより、本実施形態では、一心片方向伝送システムと一心双方向伝送システムとが共存する光伝送システムを容易に構築することができる。例えば、本実施形態の光配線システムでは、既存の一心片方向伝送システムへの影響を極力抑えつつ、一心片方向伝送システムに用いられている光ファイバに、一心双方向伝送システムの光信号を、容易に重畳させることができる。したがって、新たに追加する一心双方向伝送システムの導入コストを抑制し、経済的な光伝送システムを構築することができる。

[0046] また、光ファイバのリソースが枯渇している区間においても既存の一心片方向伝送システムを活用して新たな一心双方向伝送システムの導入が可能となる。

[0047] (第 2 実施形態)

図6に、第2実施形態に係る光配線システム10Aの構成図を示す。第2実施形態に係る光配線システム10Aは、光分岐デバイス35を備える点において、図4に示す第1実施形態と相違する。光配線システム10Aのその他の構成は、第1実施形態の光配線システム10と同一のため、説明を省略する。

[0048] 本実施形態は、一心片方向伝送システムに、光分岐デバイスを用いるPONシステム（一心双方向伝送システム）を統合する場合を想定する。PON（Passive Optical Network）は、アクセス形態の1つで、光－電気変換を行わず、低コストな受動素子であるスプリッタを用いて光信号を複数の光ファイバに分岐して、複数ユーザに分配する。

[0049] 図示する光分岐デバイス35は、光サーキュレータ26と複数の光伝送装置32-1～32-nの間に配置され、伝送経路93において光サーキュレータ26から出力される光信号を複数の光ファイバに分岐する。具体的には、光サーキュレータ26のポート2が光ノードN2側に配置された光分岐デバイス35と光ファイバ46で接続される。光分岐デバイス35は、伝送経路93で伝送される光信号を複数に分岐する。分岐された複数の光信号は、複数の光ファイバを介して複数の光伝送装置32-1～32-nに伝送される。

[0050] 光分岐デバイス35には、波長分割多重（WDM）スプリッタ、光パワースプリッタ等を適用することができる。また、光分岐デバイス35に、WDMスプリッタまたは光パワースプリッタを適用した場合、それぞれ、WDM-PON、TDM-PON（Time Division Multiplexing - PON：時分割多重PON）に対応する光伝送装置を光伝送装置32-1～32-nとして配備すればよい。

[0051] 光伝送装置31から光分岐デバイス35までの伝送経路93における光信号の伝送遅延時間と、光伝送装置32から光分岐デバイス35までの伝送経路94における光信号の伝送遅延時間の間の差を調整するために、光配線システム10Aは光遅延制御器（不図示）を備えてもよい。例えば、伝送経路93と伝送経路94のうち、光信号の伝送遅延時間の小さい伝送経路の任意

地点に光遅延制御器を接続してもよい。

[0052] また、図 6 では、光分岐デバイス 35 は第 2 地点側に設置されているが、光分岐デバイス 35 は、第 1 地点側に設置されていてもよい。この場合、光分岐デバイス 35 は、光サーキュレータ 25 と複数の光伝送装置 31 の間に配置され、伝送経路 94 において光サーキュレータ 25 から出力される光信号を複数の光ファイバに分岐する。また、光分岐デバイス 35 は、第 1 地点側および第 2 地点側の両方にそれぞれ設置されていてもよい。

[0053] 以上説明した第 2 実施形態に係る光配線システム 10A は、光分岐デバイス 35 を備えることで、一心片方向伝送システムの光信号に、PON システム（一心双方向伝送システム）の光信号を重畳することができる。

[0054] （他の実施形態）

上記実施形態は、既存の一心片方向伝送システムに光サーキュレータ 21 ～ 26 を追加して、一心双方向伝送システムを一心片方向伝送システムに統合させた例である。しかし、既存の一心双方向伝送システムに光サーキュレータ 21 ～ 26 を追加して、一心片方向伝送システムを一心双方向伝送システムに統合させてもよい。

[0055] 上記のように、本発明のいくつかの実施形態を記載したが、この開示の一部をなす論述および図面はこの発明を限定するものであると理解すべきではない。この開示から、当業者には様々な代替の実施形態、実施例および運用技術が明らかとなろう。

符号の説明

[0056] 10、10A 光配線システム
11～16 光ファイバ
21～26 光サーキュレータ
31, 32 光伝送装置
35 光分岐デバイス
41～46 光ファイバ
50～54 光増幅器

9 1 ～ 9 4 伝送経路

N 1 ～ N 3 光ノード

請求の範囲

- [請求項1] 第1地点と第2地点との間の第1光ファイバを介して、前記第1地点からの第1光信号を前記第2地点に伝送可能に互いに接続された、第1光サーキュレータおよび前記第1光サーキュレータより前記第2地点側の第2光サーキュレータと、
- 前記第1地点と前記第2地点との間の第2光ファイバを介して、前記第2地点からの第2光信号を前記第1地点に伝送可能に互いに接続された、第3光サーキュレータおよび前記第3光サーキュレータより前記第2地点側の第4光サーキュレータと、
- 前記第1光サーキュレータ、前記第3光サーキュレータ、および第3光ファイバに接続された第5光サーキュレータと、
- 前記第2光サーキュレータ、前記第4光サーキュレータ、および第4光ファイバに接続された第6光サーキュレータと、を備え、
- 前記第3光ファイバからの第3光信号を前記第4光ファイバに伝送し、前記第4光ファイバからの第4光信号を前記第3光ファイバに伝送する光配線システム。
- [請求項2] 前記第3光ファイバからの前記第3光信号を、前記第5光サーキュレータ、前記第3光サーキュレータ、前記第2光ファイバ、前記第4光サーキュレータ、前記第6光サーキュレータ、前記第4光ファイバの順番の第1伝送経路で伝送し、
- 前記第4光ファイバからの前記第4光信号を、前記第6光サーキュレータ、前記第2光サーキュレータ、前記第1光ファイバ、前記第1光サーキュレータ、前記第5光サーキュレータ、前記第3光ファイバの順番の第2伝送経路で伝送する
- 請求項1に記載の光配線システム。
- [請求項3] 前記第1伝送経路と前記第2伝送経路とのうち光信号の伝送遅延時間の小さい伝送経路に設置され、前記第1伝送経路の伝送遅延時間と前記第2伝送経路の伝送遅延時間の間の差を調整する光遅延制御器を

備える請求項2に記載の光配線システム。

[請求項4] 前記第6光サーキュレータと複数の前記第4光ファイバの間に配置され、前記第6光サーキュレータから出力される前記第3光信号を複数に分岐する光分岐デバイスを備える請求項1～3のいずれか一項に記載の光配線システム。

[請求項5] 前記第5光サーキュレータと複数の前記第3光ファイバの間に配置され、前記第5光サーキュレータから出力される前記第4光信号を複数に分岐する光分岐デバイスを備える請求項1～3のいずれか一項に記載の光配線システム。

[請求項6] 第1地点と第2地点との間の第1光ファイバを介して、第1光サーキュレータおよび前記第1光サーキュレータより前記第2地点側の第2光サーキュレータを、前記第1地点からの第1光信号を前記第2地点に伝送可能に接続し、

前記第1地点と前記第2地点との間の第2光ファイバを介して、第3光サーキュレータおよび前記第3光サーキュレータより前記第2地点側の第4光サーキュレータを、前記第2地点からの第2光信号を前記第1地点に伝送可能に接続し、

第5光サーキュレータに、前記第1光サーキュレータ、前記第3光サーキュレータ、および第3光ファイバを接続し、

第6光サーキュレータに、前記第2光サーキュレータ、前記第4光サーキュレータ、および第4光ファイバを接続し、

前記第3光ファイバからの第3光信号を前記第4光ファイバに伝送し、

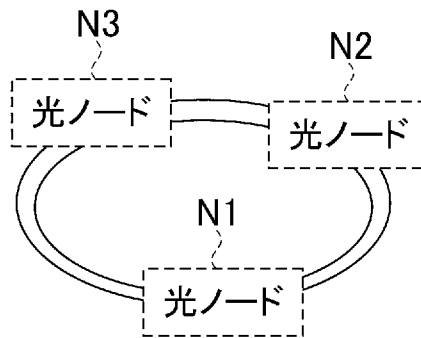
前記第4光ファイバからの第4光信号を前記第3光ファイバに伝送する
光配線方法。

[請求項7] 前記第3光ファイバからの前記第3光信号を、前記第5光サーキュレータ、前記第3光サーキュレータ、前記第2光ファイバ、前記第4

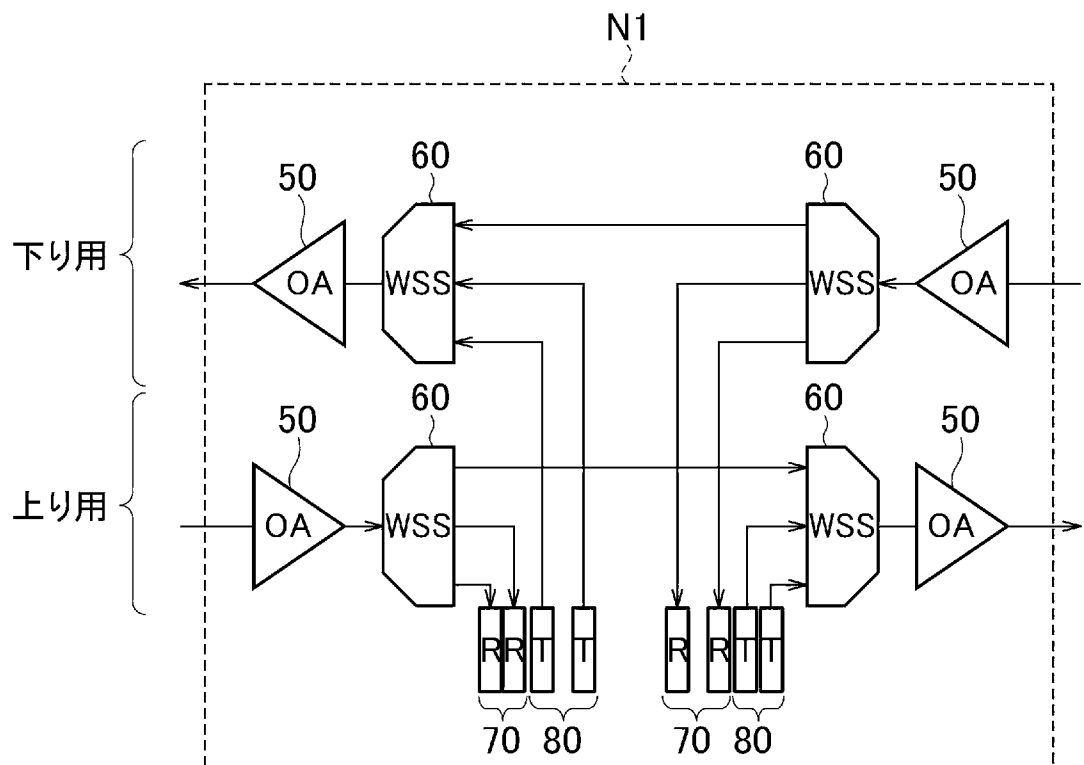
光サーキュレータ、前記第 6 光サーキュレータ、前記第 4 光ファイバの順番の第 1 伝送経路で伝送し、

前記第 4 光ファイバからの前記第 4 光信号を、前記第 6 光サーキュレータ、前記第 2 光サーキュレータ、前記第 1 光ファイバ、前記第 1 光サーキュレータ、前記第 5 光サーキュレータ、前記第 3 光ファイバの順番の第 2 伝送経路で伝送する
請求項 6 に記載の光配線方法。

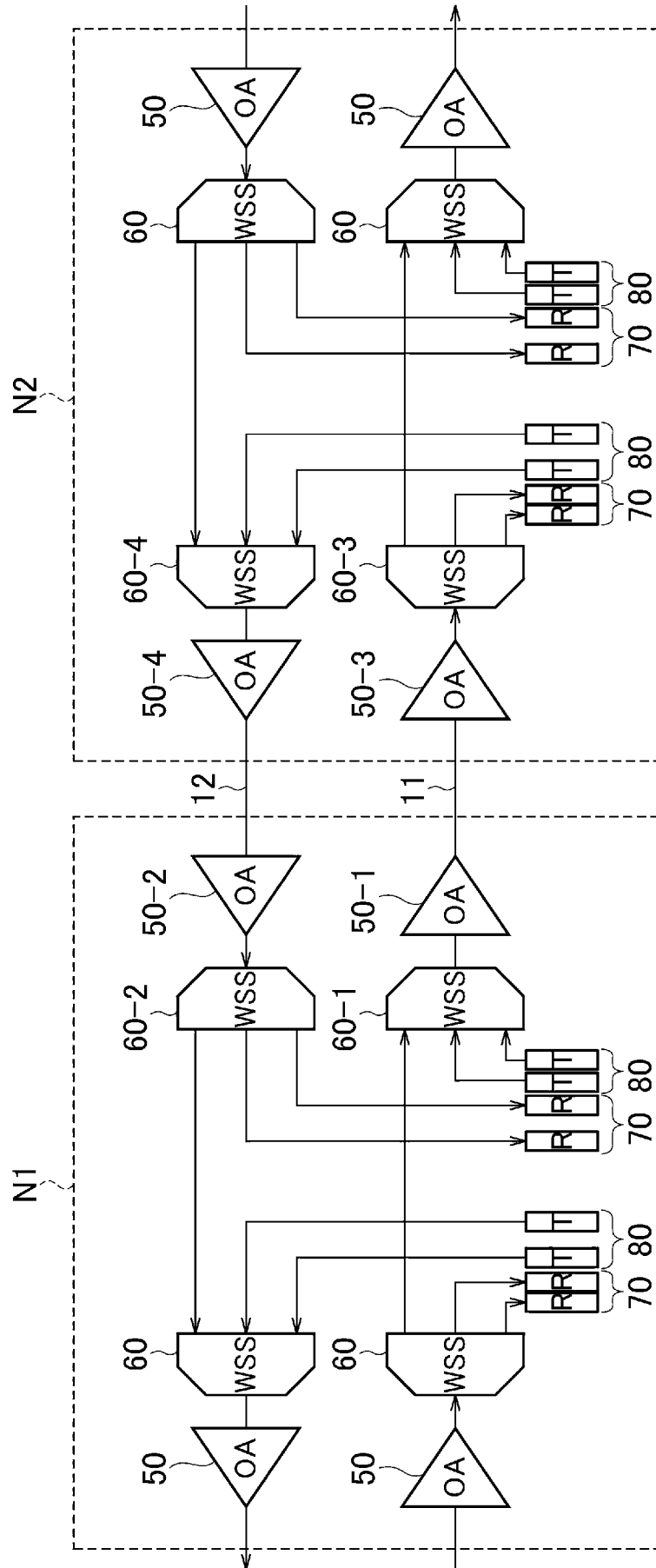
[図1]



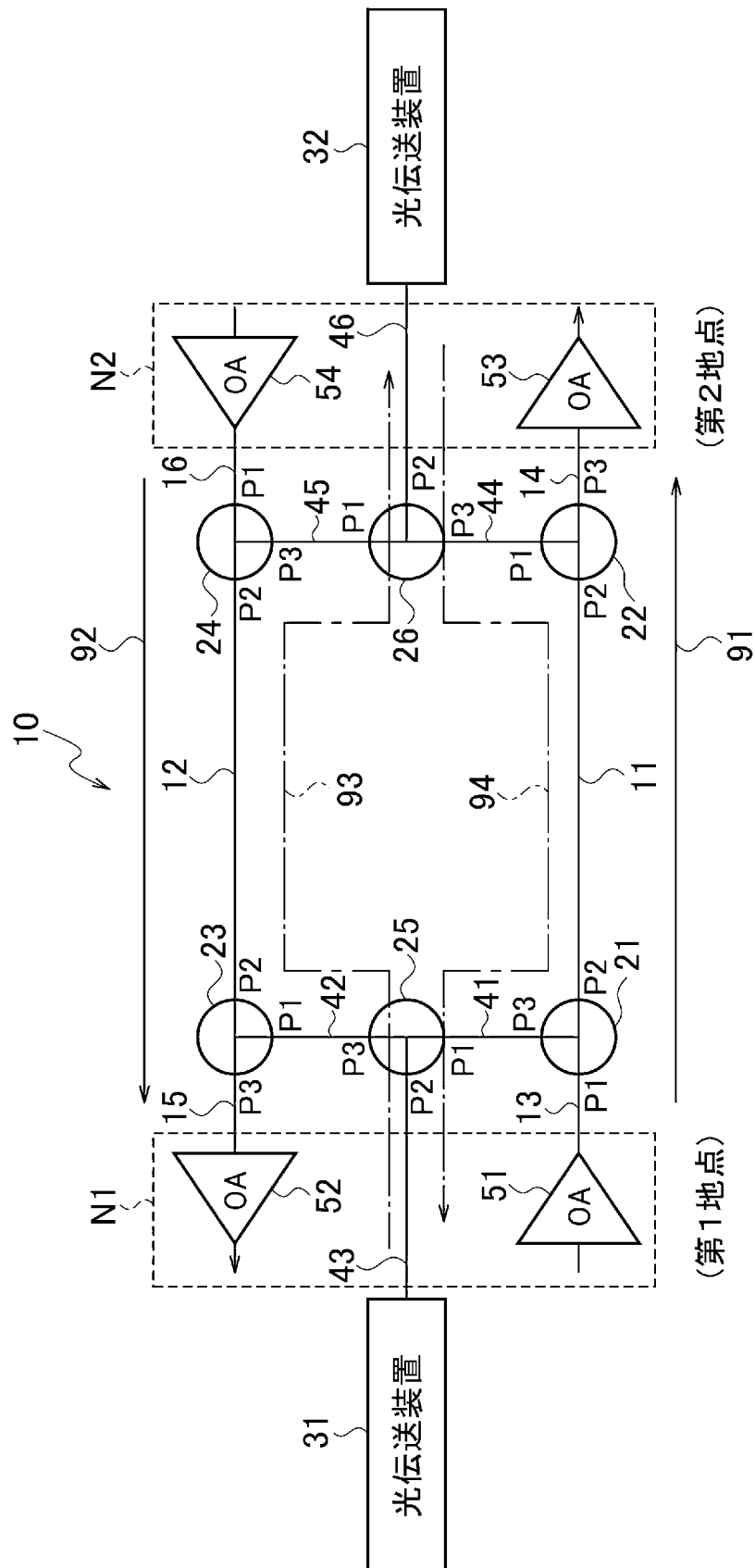
[図2]



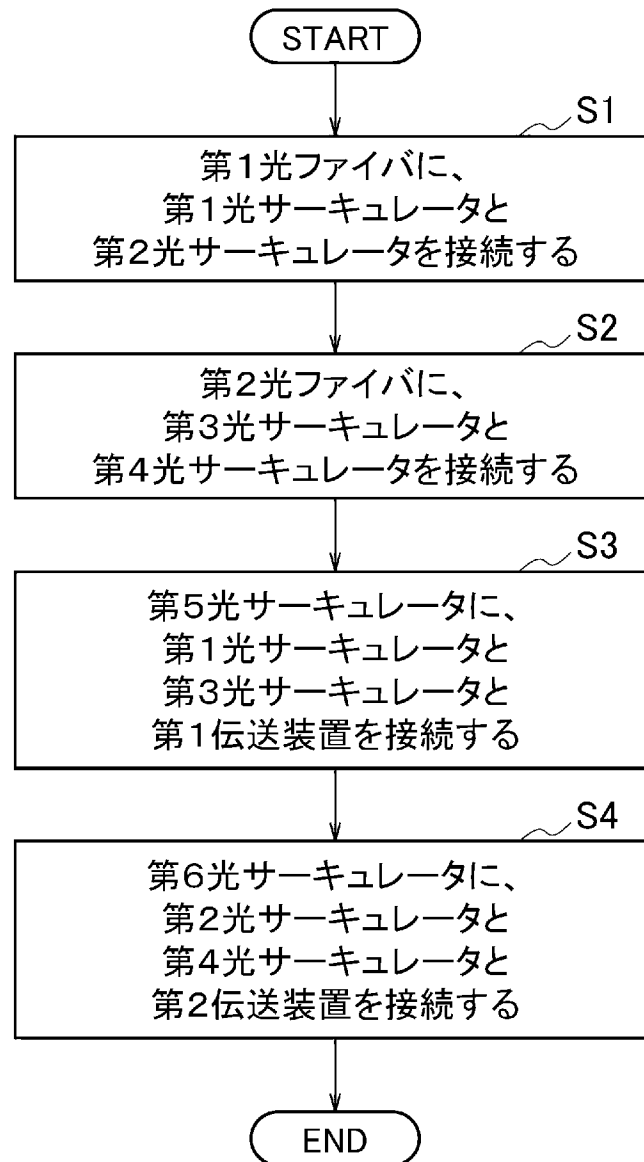
[図3]



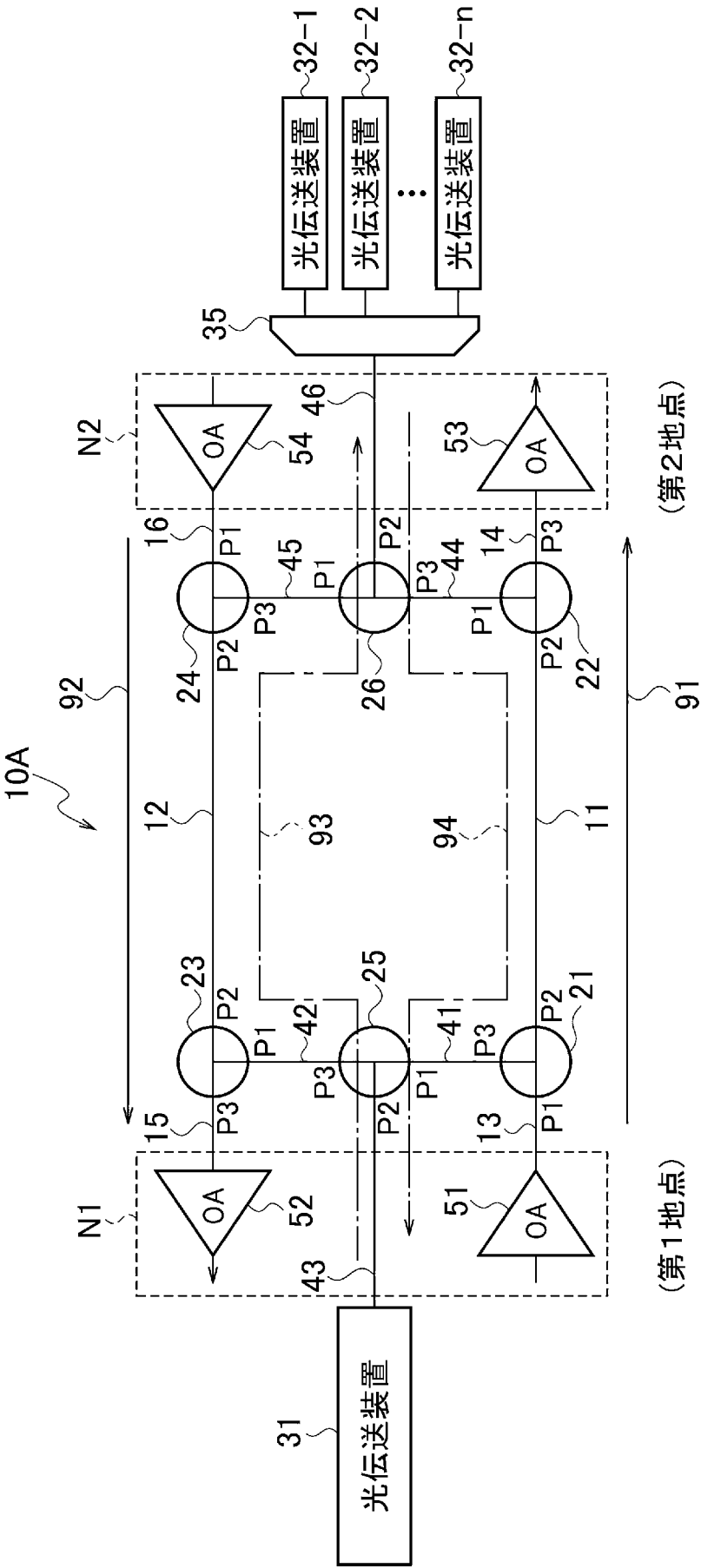
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/028721

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04B 10/291**(2013.01)i; **H04B 10/27**(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)

H04B10/291; 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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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 2009-284304 A (FUJITSU LTD.) 03 December 2009 (2009-12-03) paragraphs [0237]-[0241], fig. 30	1-7
A	US 2007/0286605 A1 (FEUER, Mark D.) 13 December 2007 (2007-12-13) entire text, all drawings	1-7
A	JP 10-22919 A (KOKUSAI DENSHIN DENWA CO., LTD.) 23 January 1998 (1998-01-23) entire text, all drawings	1-7
A	WO 2018/193835 A1 (NEC CORP.) 25 October 2018 (2018-10-25) entire text, all drawings	1-7

☐ 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

11 October 2022

Date of mailing of the international search report

25 October 2022

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/JP2022/028721

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2009-284304	A	03 December 2009	US 2009/0290873 A1 paragraphs [0271]-[0275], fig. 30	
US	2007/0286605	A1	13 December 2007	WO 2007/146109 A1 entire text, all drawings	
				CA 2648478 A1	
JP	10-22919	A	23 January 1998	(Family: none)	
WO	2018/193835	A1	25 October 2018	US 2020/0119812 A1 entire text, all drawings	
				EP 3614581 A1	
				CN 110521142 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H04B 10/291(2013.01)i; H04B 10/27(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）） H04B10/291; 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 <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 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022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 - 2022年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022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 2009-284304 A（富士通株式会社）03.12.2009（2009 - 12 - 03） 段落0237 - 0241、図30	1-7								
A	US 2007/0286605 A1（FEUER MARK D）13.12.2007（2007 - 12 - 13） 全文,全図	1-7								
A	JP 10-22919 A（国際電信電話株式会社）23.01.1998（1998 - 01 - 23） 全文,全図	1-7								
A	WO 2018/193835 A1（日本電気株式会社）25.10.2018（2018 - 10 - 25） 全文,全図	1-7								
☐ 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 “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </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 “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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 11.10.2022	国際調査報告の発送日 25.10.2022									
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									

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/JP2022/028721

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2009-284304	A	03.12.2009	US 2009/0290873 A1 段落 0 2 7 1 - 0 2 7 5、 図 3 0	
US	2007/0286605	A1	13.12.2007	WO 2007/146109 A1 全文, 全図 CA 2648478 A1	
JP	10-22919	A	23.01.1998	(ファミリーなし)	
WO	2018/193835	A1	25.10.2018	US 2020/0119812 A1 全文, 全図 EP 3614581 A1 CN 110521142 A	