(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
2017 年 6 月 29 日(29.06.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/110286 A1

(51) 国際特許分類:
H04B 10/077 (2013.01) *H04Q 3/52* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/083328

(22) 国際出願日: 2016 年 11 月 10 日(10.11.2016)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2015-248701 2015 年 12 月 21 日(21.12.2015) JP
特願 2016-025914 2016 年 2 月 15 日(15.02.2016) JP

(71) 出願人: 国立研究開発法人産業技術総合研究所 **(NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY)** [JP/JP]; 〒1008921 東京都千代田区霞が関１丁目３番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 黒須　隆行 **(KUROSU Takayuki)**; 〒3058568 茨城県つくば市梅園１－１－１　中央第２　国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 石井　紀代 **(ISHII Kiyo)**; 〒3058568 茨城県つくば市梅園１－１－１　中央第２　国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 須田　悟史 **(SUDA Satoshi)**; 〒3058568 茨城県つくば市梅園１－１－１　中央第２　国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP). 並木　周 **(NAMIKI Shu)**; 〒3058568 茨城県つくば市梅園１－１－１　中央第２　国立研究開発法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (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, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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).

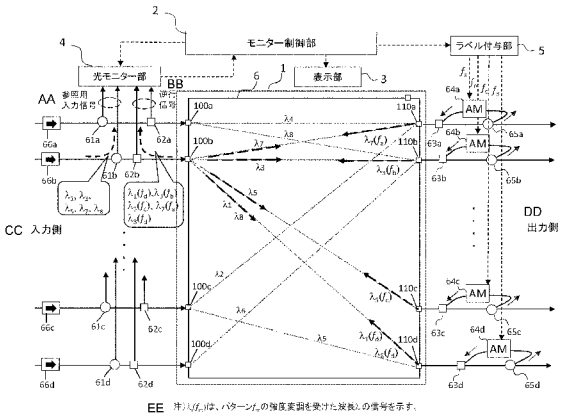
添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

(54) **Title**: OPTICAL SWITCH, AND OPTICAL NODE MONITORING SYSTEM AND MONITORING METHOD

(54) 発明の名称 : 光スイッチ、光ノードの監視システムおよび監視方法

[図8]



EE 注) $\lambda_i(f_m)$は、パターンf_mの強度変調を受けた波長λ_iの信号を示す。

2 Monitor control unit
3 Display unit
4 Optical monitor unit
5 Labeling unit
AA Reference input signal
BB Backward movement signal
CC Input side
DD Output side
EE (Note) $\lambda_i(f_m)$ indicates signal of wavelength λ_i subjected to intensity modulation of pattern f_m

(57) **Abstract**: The present invention addresses the problem of monitoring the flows of signals in an optical node (optical switch states) without using monitoring light. In each of output ports of an optical node, part of an output signal is turned back, given port identification information by subjecting output signal light thereof to intensity modulation or phase modulation, and caused to move backward in the optical node. The plurality of turned-back signals are outputted from an input port corresponding to the output signals moving backward. The plurality of signals are separated by a device having a spectroscopic function while phase modulation is converted into intensity modulation on an as-needed basis, the identification information is read out on the basis of the intensity of signal light on a signal-by-signal basis, and optical switch states for the output ports corresponding to the input port are determined.

(57) 要約: 監視光を使わずに、光ノード内の信号の流れ(光スイッチ状態)を監視することを課題とする。　光ノードの各出力ポートにおいて出力信号の一部を折り返してその出力信号光に強度変調または位相変調を施してポート識別情報を付与し、光ノード内を逆行させる。　当該逆行する出力信号に対応する入力ポートからは、当該折り返された複数の信号が出力される。　それらの複数の信号を、位相変調は適宜強度変調に変換して、分光機能を有した装置で分離し、信号毎に信号光の強度に基づいて識別情報を読み出し当該入力ポートに対応する出力ポートへの光スイッチ状態の判断を行う。

WO 2017/110286 A1

明　細　書

発明の名称 ：

光スイッチ、光ノードの監視システムおよび監視方法

技術分野

[0001] 本発明は、光スイッチ及び複数の光スイッチで構成される光ノードにおいて入出力ポート間の信号の流れをモニターするシステムと方法に関する。

背景技術

[0002] 近年の光通信では、波長多重(ＷＤＭ)の導入によりネットワークの大容量化が図られてきたが、さらなる大容量化、低コスト化、低消費電力化に向けて、光/電気/光の変換を行わずに光信号を伝送する技術開発が進められている。

[0003] 特に、パケット交換にかわり光回線交換でルーティングを行う光パスネットワーク(非特許文献１)は、低遅延かつ数桁の消費電力低減が可能であり、データセンターへの導入も検討されている。

この様な光パスネットワークでは、ネットワーク管理システムが配置された複数の光ノードを一元的に管理して、任意のエンドユーザー間に帯域の補償された光パスが張られる。

[0004] 光ノードは、隣接の光ノードと光ファイバーでリンクされて任意の入力ポートに入力された任意波長信号を任意の出力ポートに出力する機能を持つ。

光ノードには様々な構成が考えられるが、いずれの場合も図１の様に複数の入出力ポートを有するスイッチとして表現できる。

[0005] 入力ポートには、隣接光ノードからの送信信号と挿入するクライアント信号が入力される。

出力ポートからは、隣接光ノードへの送信信号と分岐されたクライアント信号が出力される。

小ポート数の光ノードであれば、光スイッチや波長選択スイッチ(ＷＳＳ)を組み合わせて構成できる。

[0006] 図２は、ＡＷＧ(Arrayed Waveguide Grating)と光スイッチを組み合わせた構成例を示している。

ここで、出力側のＷＳＳは光合波器で代用される場合もある。

[0007] 図３は、(１入力、Ｎ出力)ＷＳＳを使用した構成例を示している。

ここでは、(１×Ｎ)ＷＳＳは入出力両側で使われているが、どちらか一方は光スプリッタ(分波器)で代用することができ、ポート数Nは全てのＷＳＳで共通でなくても良い。

[0008] 例えば、図３の変形として図４の様な非対称な構成も取られる。

図４の構成では、入出力ポート＃４～＃６において内部の光スプリッタやＷＳＳが省略されているが、これらの入出力ポートにＡＷＧやトランスポンダーアグリゲーター(ＴＰＡ)等を接続することで光ノードの構成にバリエーションを持たせる事ができる。

[0009] ＴＰＡはマルチキャストスイッチとも呼ばれ、複数のクライアント信号を波長多重/分離する際に利用される。

ＴＰＡとしては、光スプリッタ(光分波器)に光スイッチを組み合わせたものが代表的であり、図５にその構成例を示す。

図２～図４に示す様な小規模光ノードを、ここでは波長クロスコネクト(ＷＸＣ：Wavelength Cross Connect)と呼ぶことにする。

[0010] 数10～数100のポート数を持つ大規模光ノードは、切替え粒度の異なるスイッチを多階層構造にして実現される(非特許文献１)。

[0011] 図６は、ファイバー単位で信号を切替える光スイッチ(ＦＸＣ：Fiber Cross Connect)に上で述べた波長単位で信号を切替えるＷＸＣと時間単位で電気パスを切り替えるＯＤＵ(Optical Data Unit)スイッチを３段に組み合わせた３階層構造の光ノードを示している。

[0012] 一方、光パスネットワークの運用状況を把握しトラブルを検出するためには、ネットワーク上の信号の流れを知る必要がある。

その方法として、非特許文献２には送信の際に光信号に送信機に関する識別情報を付与する方式が示されている。

この方法では、光ノードは信号に付与された識別情報を認識できなければならない。したがって、この光ノードはそのネットワークで使用される送信機に特性が特化したものとなる。

[0013] ネットワークの拡張性や柔軟な運用を考えた場合、光ノードはそのネットワークで使用される送信機種や送信方式に依存しないこと、言い換えると任意の信号に対して使用できることが望ましい。

そのためには、光ノードはそれ自身で内部の信号の流れをモニターする機能を持てば良い。

[0014] 図７に、光ノードにおけるパスモニターの表示例を示す。簡単の為、光信号はＤＷＤＭ(高密度光多重化)グリッドに準拠しており、第ｎグリッドの中心波長をλnと表示した。

また、スペースの関係上、８個のＤＷＤＭグリッド(λ1～λ8)に対応する信号だけが表示されている。

[0015] このパスモニターは、光ノードの各出力ポートに対してそこから出力される光信号の波長とそれらが入力されたポート番号を表示している。

光ノードがこの様なモニター機能を有していればネットワーク上の信号の流れを常時監視でき、拡張性の高い光パスネットワークを構築できる。

先行技術文献

特許文献

[0016] 特許文献1：国際公開ＷＯ２０１３／１４０４９３号公報

特許文献2：特開２０００－３５８２６１号公報

非特許文献

[0017] 非特許文献1：石井紀代、来見田淳也、並木周、「持続発展可能な大容量・低消費電力の通信ネットワーク実現に向けて」、センセシオロジー７巻１号、産総研、pp43-56。

非特許文献2：Goji Nakagawa 他、“Demonstration of Real-time FSK Light Labeling using DAC-Based Transmitter for 400G Superchannel”、41th European Conference of Optical Communication (ECOC2015) プロシーディン

グス、Tu.3.5.6、Valencia, Spain (2015)。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0018] 特許文献１には、監視光を用いて波長選択スイッチ(ＷＳＳ)の動作状況をモニターする方法が示されている。

この方法を光ノードに応用すれば、監視光の流れを通して信号光の流れを推定することができる。

ただし、波長可変光源又は広帯域光源を別途用意する必要があり、光ノードの構成が複雑化しコスト高になる。

[0019] 光ノード内の信号の流れを知る最も簡単な方法として、各入力ポートにおいて信号にポート識別情報を付与することが考えられる。

識別情報は、強度変調や周波数変調を用いて付与することができる。

ただし、他の光ノードへの影響を避ける為、識別情報は送信前に確実に信号から消去せねばならず、これを実行するのは極めて困難である。

[0020] 入力ポートと出力ポートが１：１に対応する特別な状況であれば、特許文献２に示された方法で上記の問題は避けることができる。

すなわち、出力信号の一部を反射させ逆行する信号にポート識別情報を付与し、入力ポート側でそれを読み出せば良い。

しかし、ＷＤＭ信号を取り扱う一般的な光ノードでは、1つの入力ポートに複数の信号が入力され、それらが波長に応じて異なる出力ポートから出力される。

[0021] この様な状況では、各出力ポートで反射信号に識別情報を付与しても、入力ポートには複数の識別信号が錯綜し信号の流れを把握する事が出来ない。

本発明は上記の問題に鑑みなされたもので、監視光を使わずに、他の光ノードにも影響を与えることなく光ノード内の信号の流れを監視する方法を提供する。

課題を解決するための手段

[0022] 本発明にかかる光ノードでは、各出力ポートにおいて出力信号の一部を折

り返してポート識別情報を付与し、光ノード内を逆行させる。

[0023] 入力ポートからは、異なる出力ポートから折り返された複数の信号が出力される。

それらを分光機能を有した装置で分離し、信号毎に識別情報を読み出し出力ポートの判別を行う。

[0024] この方式では、ポート識別信号は逆行する信号光(以下逆行信号光または逆行光と呼ぶ)に付与されるので、それを消去しなくても光ファイバーで連結されたネットワーク上の他の光ノードが影響を受けることはない。

また、監視用光源を必要としないので、装置の複雑化と高コスト化を避けられる。

[0025] ここで言う光ノードは、図１に示す様な複数のＷＤＭ光信号を切替える装置全般を指しており、多階層光ノードやＷＸＣの他、ＷＳＳ単体も含む。

[0026] 本発明を利用した光ノードの基本構成を図８に示す。

ここでは、光スイッチ装置６の入力ポート１００ｂに入力される信号の流れを通して動作を説明する。

[0027] まず、入力信号の一部が参照用信号として光分波器６１ｂによって光モニター部に導かれる。

そこでは簡単なスペクトル計測がなされ、５つの信号の存在とそれらの中心波長(λ1、λ3、λ5、λ7、λ8)が確認される。

[0028] これら５つの信号は、それぞれ光スイッチ装置６の出力ポート１１０ｄ(波長：λ_1)、１１０ｂ(波長：λ_3)、１１０ｃ(波長：λ_5)、１１０ａ(波長：λ_7)、１１０ｄ(波長：λ_8)から出力される様にスイッチが設定されている。

[0029] 出力ポート１１０ｄから出力される２信号(波長：λ_1、λ_8)は、その一部が光分波器６５ｄで分波され、変調器６４ｄを用いて識別情報を付加された後、光サーキュレーター６３ｄを介して出力ポート１１０ｄに逆行させられる。

他の３信号(波長：λ_3、λ_5、λ_7)も同様に、ポート識別情報を付加された後、それぞれ出力ポート１１０ｂ、１１０ｃ、１１０ａに逆行させられる。

[0030] 変調器(６４ａ～６４ｄ)は、ラベル付与部５からの電気信号によって駆動され、出力ポート毎に異なるパターン(図８ではf_mと表示、ｍ：ａ、ｂ、ｃ、ｄ)で、たとえば強度変調を施すことで逆行信号光に識別情報を付与する。

ここでは、単純にあらかじめ決められたポート毎に異なる変調周波数で逆行信号光に強度変調を施しても良い。

[0031] 入力ポート１００ｂより出力される５つの逆行信号光にはそれぞれ異なるパターンの強度変調が加えられており、光サーキュレーター６２ｂを介して光モニター部４に送られる。

[0032] 光モニター部４では、５つの信号は波長毎に分離された後、強度変調パターンの計測がなされ出力ポートが判別される。

他の入力ポートにおいても同様の動作が行われる。

[0033] 図８の構成では、光サーキュレーターの性能が不十分で漏洩光が隣接ノードに影響を与える可能性を想定して、光アイソレーター(６６ａ～６６ｄ)を入力ポート側に設置している。

しかし、特に問題が生じない場合には、この光アイソレーターは省略しても良い。

また、各光サーキュレーターは光分波器で代用しても良い。

例えば、光サーキュレーター(６２ａ～６２ｄ)を省略し、光分波器(６１ａ～６１ｄ)の代わりに(２×２)光分波器を用いて入力光と逆行光の一部を光モニター部４に集める構成も可能である。

[0034] 強度変調器の代わりに反射型半導体増幅器(ＲＳＯＡ)を用いて、逆行光に識別情報を付与することもできる。

図９は、ＲＳＯＡを利用した場合の本発明に基づく光ノードの基本構成を示したものである。

光スイッチ装置６の各出力ポートにおいて、出力光の一部を光分波器(６８ａ～６８ｄ)を介してＲＳＯＡ(６９ａ～６９ｄ)に導き、増幅された反射光を光分波器(６８ａ～６８ｄ)を介して出力ポート(１１０ａ～１１０ｄ)に逆行させる。

[0035] ここでは、ＲＳＯＡの利得に変調をかけることで逆行信号に強度変調を与えている。

光ノード１の入力側では、(２×２)光分波器(６７ａ～６７ｄ)を用いて、入射光の一部と逆行光を光モニターに導く。

また、入力側に光アイソレーター(６６ａ～６６ｄ)を配置し、逆行光が隣接光ノードに悪影響を及ぼすことを防いでいる。

[0036] 以上の説明では、逆行光に識別情報を付与する方法として強度変調器とＲＳＯＡの使用を挙げているが、これらの使用に方法が限定されるわけではない。

例えば、逆行光と出力ポートの結合効率を操作して入力ポートから出射される逆行光に強度変調を与えても良い。

[0037] 識別情報の付与の手段として位相変調を用いる場合、光モニター部において強度変調された信号光と同じ処理、強度変調パターンで出力ポートを識別できるようにするためには、位相変調された信号光を強度変調に変換する過程が必要となる。

[0038] これは、位相変調を受けた信号と位相変調を受ける前の信号とを干渉させることにより達成できる。

[0039] 一般に、干渉光の強度は図１７に示す様に２つの光波の位相差に応じて変化する。

したがって、この干渉縞の中腹（Ｂ点、Ｄ点）に相当する位相差、１／４波長差で２つの光波が干渉した場合、光の位相変調は強度変調に変換されて出力される。

光の位相変調器には空間光位相変調器やファイバー位相変調器などの公知の技術が使用できる。

[0040] 図１８に本発明でポート識別の手段として位相変調を用いた場合の光ノードの基本構成を示す。

[0041] 入力信号は、各入力ポート(１００ａ～１００ｄ)の手前でその一部が光分波器(７ａ～７ｄ)により分波された後、反射器(８ａ～８ｄ)によって折り返

される。

この信号を入力逆行光と呼ぶことにする。

[0042] 一方、各出力ポート(１１０ａ～１１０ｄ)より出力される信号は、その一部が光分波器(６５ａ～６５ｄ)で分波され、位相変調器(９ａ～９ｄ)によって位相変調が施された後、光サーキュレーター(６３ａ～６３ｄ)を介して出力ポート(１１０ａ～１１０ｄ)に逆行させられる。

この信号を出力逆行光と呼ぶことにする。

出力逆行光には出力ポート毎に異なる周波数(=f_m)で位相変調が施されている。

[0043] 出力逆行光は入力ポート(１００ａ～１００ｄ)から出射された後、入力逆行光と合波され、光サーキュレーター(６２ａ～６２ｄ)を介して光モニター部４に導かれる。

[0044] 合波された逆行光は周波数f_mの強度変調成分を有しており、それを計測することにより出力ポートの識別がなされる。

[0045] ここで、入力逆行光と出力逆行光の強度は必ずしも同レベルで有る必要はない。

例えば、それらの強度比が２桁あったとしても、干渉光には最大約２０％の強度変調成分が含まれ、容易に識別する事が出来る。

[0046] 実際の装置では、多少なりとも入力ポートからの反射漏洩光があり、これを入力逆行光として利用する事が出来る。

したがって、多くの場合、入力逆行光を得る為の光分波器(７ａ～７ｄ)と反射器(８ａ～８ｄ)は省略する事が許される。

[0047] 光モニター部４は分光機能を有しており、モニター制御部２と連携して、各参照用入力光に含まれている信号の波長と強度を測定する。

[0048] 図１０は、参照用入力光の測定結果の例を示している。

例えば、この表から入力ポート＃２には波長がλ_1、λ_3、λ_5、λ_7、λ_8、の５種類の信号が入力されていることが分かる。

[0049] また、光モニター部４はモニター制御部２と連携して、各逆行光に対して

含まれている信号の波長と強度を測定する他、それらが通過した出力ポートの識別を行う。

[0050] 図１１は、逆行光の測定結果の例を示している。ここでは、入力ポート＃２には５つの逆行信号が存在し、それらの波長と出力ポートの組み合わせはそれぞれ(λ_1、４)、(λ_3、２)、(λ_5、３)、(λ_7、１)、(λ_8、４)であることが分かる。

[0051] ２つの測定結果、ここでは図１０と図１１を比較した時に、もし信号の有無が一致しなければ、光ノード内部で信号の欠損が発生していると判断できる。

図１１の表を縦軸と横軸を反対にして書き直すと図７と同じような表が得られるのでこれらを比較して光ノード内部で信号が欠損していると判断してもよい。

[0052] また、装置を使用する前に参照用入力光と逆行光の信号強度比を測定しデータとして保存しておくと運用の際に有効利用できる。

すなわち、装置を運用する際に信号強度比をモニターし保存データと比較すれば経年劣化やトラブルの発生を把握できる。

[0053] 一般に、光ノードではネットワーク管理システム(図示せず)の命令に従ってパスの切り替えがなされる。

図１２は、要求されたパス設定とパスモニターによる測定結果を並べた表示例であり、光ノードが正常に動作していない場合に異常箇所を簡単に知ることができる。

例えば、入力ポート１００ａと、入力ポート１００ｃに入力された波長λ_4の信号は共に指定ポートとは違うポートから出力されており異常である。

また、入力ポート１００ｄに入力された波長λ_1の信号はどのポートからも出力されておらず異常である。

発明の効果

[0054] 本発明により、別途に光源を用意することなく、光ノード内の信号の流れを知ることが可能になる。

その結果、光ネットワーク上の全信号の流れを把握する事ができ、要求されたネットワーク構成が正しく実現されているか判断することが可能になる。

図面の簡単な説明

[0055] [図1]光ノードを説明する図である。

[図2]ＡＷＧを用いた波長クロスコネクト(ＷＸＣ)を説明する図である。

[図3]ＷＳＳを用いた波長クロスコネクト(ＷＸＣ)を説明する図である。

[図4]図３の変形である波長クロスコネクト(ＷＸＣ)を説明する図である。

[図5]ＴＰＡの構成を説明する図である。

[図6]３階層型光ノードの構成を説明する図である。

[図7]パスモニターの表示部の例である。

[図8]本発明の原理を説明する図である。

[図9]ＲＯＳＡを用いた本発明の原理を説明する図である。

[図10]光ノードの各入力ポートに入力されるＷＤＭ信号の波長構成を示す例である。

[図11]光ノードの各入力ポートから出射される逆行信号光の構成を示す例である。

[図12]光ノードの動作状況の表示例である。

[図13]本発明を３階層型光ノードに適用した第１の実施例を説明する図である。

[図14]本発明を２階層型光ノードに適用した第２の実施例を説明する図である。

[図15]本発明を２階層型光ノードに適用した第３の実施例を説明する図である。

[図16]光モニター部とモニター制御部の構成を説明する図である。

[図17]干渉光強度の位相依存性を説明する例である。

[図18]位相変調を用いた本発明の原理を示す例である。

[図19]（２×２）波長クロスコネクトに適用した場合の実証実験の構成を示

す。

[図20]入力ポートへの２つの逆行信号光の光スペクトルの測定結果である。

発明を実施するための形態

[0056] 以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

ただし、以下に示す実施の形態はあくまでも例示に過ぎず、種々の変形や技術の適用を排除する意図はない。

すなわち、いかに示す実施形態を本発明の趣旨を逸脱しない範囲で変形して実施できることは言うまでもない。

実施例 1

[0057] 図１３に本発明を３階層型光ノードに適用した第１の構成例を示す。

ＦＸＣ１０の出力ポート(１１ａ～１１ｃ)からの出力光は光増幅器(７３ａ～７３ｃ)で増幅され隣接ノードへ送信されるが、その一部を光分波器(７１ａ～７１ｃ)を介して強度変調器(７２ａ～７２ｃ)に導き、識別情報を付与したのち光サーキュレーター(７４ａ～７４ｃ)を介して出力ポートに逆行させる。

[0058] 同様にＷＸＣ２０の出力ポート(２２ｃ、２２ｄ)からの出力光は光増幅器(７３ｄ、７３ｅ)で増幅されＯ／Ｅ変換装置(３４ａ、３４ｂ)へ送信されるが、その一部を光分波器(７１ｄ、７１ｅ)を介して強度変調器(７２ｄ、７２ｅ)に導き、識別情報を付与したのち光サーキュレーター(７４ｄ、７４ｅ)を介して出力ポート(２２ｃ、２２ｄ)に逆行させる。

[0059] 光ノード内を逆行する信号光は、ＦＸＣの入力ポート(１２ａ～１２ｃ)あるいはＷＸＣの入力ポート(２１ｃ、２１ｄ)から出射され、光サーキュレーター(７５ａ～７５ｅ)を介して光モニター部に導かれる。

[0060] また、参照用信号として隣接ノードからＦＸＣへの入力光とＥ／Ｏ変換装置(３３ａ、３３ｂ)からＷＸＣへの入力光の一部が光分波器(７６ａ～７６ｅ)を介して光モニター部に導かれる。

光モニター部はモニター制御部と連携して、モニターする光に含まれている信号の波長と強度の測定及び出力ポート識別を行う。

[0061] 図１３では、光サーキュレーター(７５ａ～７５ｅ)の性能が十分でない場合を想定して、入力ポート側に光アイソレーター(７７ａ～７７ｅ)が設置されているが、問題が生じなければこれらは省略しても良い。

また、光信号強度を適切なレベルに保つために、数か所で光増幅器(７３ａ～７３ｇ)の使用を想定しているが、必要なければこれらも省略して良い。

実施例 2

[0062] 図１４に本発明を２階層型光ノードに適用した第２の構成例を示す。ＷＸＣ２０の出力ポート(２２ａ～２２ｅ)からの出力光は光増幅器(５３ａ～５３ｅ)で増幅され隣接ノード又はＯ／Ｅ変換装置(３４ａ、３４ｂ)へ送信されるが、その一部を光分波器(５１ａ～５１ｅ)を介して強度変調器(５２ａ～５２ｅ)に導き、識別情報を付与したのち光サーキュレーター(５４ａ～５４ｅ)を介して出力ポートに逆行させる。

[0063] ＷＸＣの入力ポート(２１ａ～２１ｅ)から出射された逆行信号光は、光サーキュレーター(５５ａ～５５ｅ)を介して光モニター部に導かれる。

[0064] また、参照用信号として隣接ノードからの入力光とＥ／Ｏ変換装置(３３ａ、３３ｂ)からの入力光の一部が光分波器(５６ａ～５６ｅ)を介して光モニター部に導かれる。

[0065] 光モニター部はモニター制御部と連携して、モニターする光に含まれている信号の波長と強度の測定及び出力ポート識別を行う。

図中に示された光増幅器と光アイソレーターは、特に必要がなければ省略しても良い。

実施例 3

[0066] 図１５に本発明を２階層型光ノードに適用した第３の構成例を示す。

ここで使われる２階層型光ノードは図４に示す非対称型のＷＸＣを利用しており、内部のスプリッタやＷＳＳが省略されたポート(ここでは、２１ｃ～２１ｄ、２２ｃ～２２ｄ)にＴＰＡを介してクライアント信号を送受信するトランスポンダ(入力側ではＥ／Ｏ変換装置、出力側ではＯ／Ｅ変換装置と表現)が接続されている。

[0067] また、ＴＰＡとトランスポンダの間にはバンドパスフィルター(８７ａ、８７ｂ、８８ａ、８８ｂ)が挿入され、各トランスポンダが送受信する信号とは異なる波長の信号を遮断している。

[0068] ＦＸＣ１０の出力ポート(１１ａ～１１ｃ)からの出力光は光増幅器(７３ａ～７３ｃ)で増幅され隣接ノードへ送信されるが、その一部を光分波器(７１ａ～７１ｃ)を介して強度変調器(７２ａ～７２ｃ)に導き、出力ポート情報を付与したのち光サーキュレーター(７４ａ～７４ｃ)を介して出力ポートに逆行させる。

[0069] ＷＸＣ２０の入出力ポートの一部(２１ｃ、２１ｄ、２２ｃ、２２ｄ)は、ＴＰＡ(４０ａ、４０ｂ)に接続され、クライアント信号が挿入/分岐される。

[0070] ＴＰＡ４０ｂの出力は、バンドパスフィルター(８７ａ、８７ｂ)を経て光増幅器(８３ａ、８３ｂ)で増幅された後Ｏ／Ｅ変換装置(９１ａ、９１ｂ)に送られるが、その一部を光分波器(８１ａ、８１ｂ)を介して強度変調器(８２ａ、８２ｂ)に導き、出力ポート情報を付与したのち光サーキュレーター(８４ａ、８４ｂ)を介して出力ポート(４１ａ、４１ｂ)に逆行させる。

[0071] 光ノード内を逆行する信号光は、ＦＸＣの入力ポート(１２ａ～１２ｃ)あるいはＴＰＡ４０ａの入力ポート(４２ａ、４２ｂ)から出射される。

これら逆行光は光サーキュレーター(７５ａ～７５ｃ、８５ａ～８５ｂ)を介して光モニター部に導かれる。

[0072] また、参照用信号として隣接光ノードからの入力光と挿入クライアント信号光の一部が光分波器(７６ａ～７６ｃ、８６ａ、８６ｂ)を介して光モニター部に導かれる。

図中に示された光増幅器(７３ａ～７３ｇ、８３ａ、８３ｂ)と光アイソレーター(９３ａ～９３ｅ)は、特に必要がなければ省略しても良い。

実施例 4

[0073] 上記実施例１～３では、ポート識別情報の付与手段として強度変調器を使用しているが、これらは課題を解決する手段に述べたように光モニター部のために適宜補助手段を追加してまたは追加しないで全て位相変調器に置き換

える事が出来、また、光モニター部においては強度変調器を用いた場合の処理と同様の処理ができる。

図１８に本発明でポート識別付与の手段として位相変調器を用い、光モニター部において強度変調器を用いた場合と同様の処理ができるようにするために入力ポートに補助手段として分波器と反射器を追加した光ノードの基本構成を示し説明は省略する。

実施例 5

[0074] 図１６に、光モニター部とモニター制御部の構成を示す。

光モニター部では、各入力ポートからの参照用入力光と逆行光が光スイッチを介して順次波長可変バンドパスフィルターに導かれ、その出力がフォトダイオードで検出される。モニター制御部は、ポート識別情報を生成しラベル付与部に送信する。

[0075] また、フィルターの中心波長を切り替えながらフォトダイオードの出力信号を計測し、信号の波長と強度を記録する。

[0076] また、逆行光をモニターしている場合には、検出された信号の変調パターンからポート番号を識別し結果を表示する。

[0077] 図１６では、一つの光モニター部で参照入力光と逆行光の両方をモニターしているが、光モニター部を２つ用意して別々にモニターする事で測定時間の短縮を図っても良い。

[0078] この場合、参照入力光に対してはスペクトル計測だけで良いので安価な簡易分光装置、いわゆる光モニターを使うことができる。

[0079] 一方、逆行光に対しては信号に重複された強度変調パターンも計測する必要があるので、通常の分光装置では不十分である。

強度変調パターンを測定するのに十分な帯域を持った光検出素子が必要とされる。

[0080] なお、図１６は、フィルターでモニター光から各信号を切り出して順次強度変調パターンを計測する方法を示しているが、信号がＤＷＤＭグリッドに準拠している場合には、ＡＷＧとフォトダイオードアレーを用いれば、全波

長の同時計測により測定時間の大幅な短縮を図ることができる。

実施例 6

[0081] 図１９に本発明を光ノードとして最もシンプルな構成である(２×２)波長クロスコネクトに適用した場合の実証実験の構成を示す。

波長クロスコネクト２０ａは２つの光分波器とＷＳＳで構成されており、２つの入力ポートにはＷＤＭグリッドに準拠した２種類のＷＤＭ信号（入力信号-１と入力信号-２）が入力されている。

[0082] 入力信号-１は７チャンネルのＯＯＫ(オンオフ変調)信号(ＷＤＭグリッド番号：n=7～13)で構成されており、入力信号-２は７チャンネルのＱＰＳＫ(四位相偏移変調)信号(ＷＤＭグリッド番号：n=7～13)で構成されている。

[0083] ２つの出力ポートからは、２つの入力信号の偶数チャンネルと奇数チャンネルを入れ替えたＷＤＭ信号(出力信号-１と出力信号-２)がそれぞれ出力されている。

[0084] 出力信号はそれぞれ増幅された後、その一部が光分波器(分岐比＝１０%)とサーキュレーター１２４ｃ、１２４ｄを介して出力ポートに戻されている。

[0085] それら逆行信号光には電圧制御減衰器(ＶＯＡ)１２２ａ、１２２ｂを用いて強度変調が加えられている。

変調周波数は、出力ポート１では５ｋHz、出力ポート２では６ｋHzに設定されている。

[0086] 各入力ポートから取り出された逆行信号光は光スイッチ１２６を介してプログラマブル光フィルター(ＰＯＦ)１２１に送られている。

[0087] ＰＯＦはＷＤＭグリッド準拠のＡＷＧを模しており、それによって分離されたＷＤＭ信号はＰＤアレー１２０のそれぞれフォトダイオードによって電気信号に変換される。

[0088] 各フォトダイオードの出力は周波数解析され、信号に印加された強度変調の周波数が測定される。

図２０に測定結果を示す。

[0089] 図２０の上部には、２つの逆行信号光の光スペクトルと各信号に対して測定された強度変調のＲＦスペクトルが示されている。

[0090] 観測された強度スペクトルのピーク周波数は５ｋHz又は６ｋHzであり、全ての逆行信号光に対してその出力ポートが正確に反映されていることが分かる。

産業上の利用可能性

[0091] 本発明は、光通信や光スイッチを利用した装置に後付する単独システムとして、あるいは既存装置と連携する追加のフィーチャとしても利用される。

符号の説明

[0092] １：光ノード

２：モニター制御部

３：表示部

４：光モニター部

５：ラベル付与部

６：光スイッチ装置

８ａ～８ｄ：反射器

９ａ～９ｄ：位相変調器

１０：ファイバークロスコネクト(ＦＸＣ)

１１ａ～１１ｅ：ファイバークロスコネクト出射ポート(出力ポート)

１２ａ～１２ｅ：ファイバークロスコネクト入射ポート(入力ポート)

２０、２０ａ：波長クロスコネクト(ＷＸＣ)

２１ａ～２１ｄ：波長クロスコネクト入射ポート(入力ポート)

２２ａ～２２ｄ：波長クロスコネクト出射ポート(出力ポート)

３０：ＯＤＵスイッチ

３１ａ～３１ｄ：ＯＤＵスイッチ入射ポート(入力ポート)

３２ａ～３２ｄ：ＯＤＵスイッチ出射ポート(出力ポート)

３３ａ～３３ｄ、９２ａ、９２ｂ：Ｅ／Ｏ変換装置

３４ａ～３４ｄ、９１ａ、９１ｂ：Ｏ／Ｅ変換装置

４０ａ、４０ｂ：トランスポンダアグリゲーター（ＴＰＡ）

４１ａ、４１ｂ：ＴＰＡ出力ポート（出力ポート）

４２ａ、４２ｂ：ＴＰＡ入力ポート（入力ポート）

７ａ～７ｄ、５１ａ～５１ｅ、５６ａ～５６ｅ、６１ａ～６１ｄ、６５ａ～６５ｄ、６７ａ～６７ｄ、６８ａ～６８ｄ、７１ａ～７１ｅ、７６ａ～７６ｅ、８１ａ～８１ｂ、８６ａ、８６ｂ：光分波器

５２ａ～５２ｅ、６４ａ～６４ｄ、７２ａ～７２ｃ、８２ａ～８２ｂ：強度変調器（変調器）

５３ａ～５３ｅ、１３ａ～１３ｅ、７３ａ～７３ｇ、８３ａ、８３ｂ：光増幅器

５７ａ～５７ｅ、６６ａ～６６ｄ、７７ａ～７７ｅ、９３ａ～９３ｅ：光アイソレーター

５４ａ～５４ｅ、５５ａ～５５ｅ、６２ａ～６２ｄ、６３ａ～６３ｄ、７４ａ～７４ｅ、７５ａ～７５ｅ、８４ａ、８４ｂ、８５ａ、８５ｂ：光サーキュレーター

６９ａ～６９ｄ：反射型半導体光増幅器（ＲＳＯＡ）

８７ａ、８７ｂ、８８ａ、８８ｂ：バンドパスフィルター（波長可変バンドパスフィルター、フィルター）

１００ａ～１００ｄ：光ノード入射ポート（入力ポート）

１１０ａ～１１０ｄ：光ノード出射ポート（出力ポート）

１２０　ＰＤアレー

１２１　プログラマブル光フィルター（ＰＯＦ）

１２２ａ～１２２ｂ：電圧制御減衰器（ＶＯＡ）

１２３ａ～１２３ｂ：光増幅器（ＥＤＦＡ）

１２４ａ～１２４ｄ：光サーキュレーター

１２５ａ～１２５ｄ：光分波器

１２６：Ｆｉｂｅｒ　ＳＷ

請求の範囲

[請求項1] 光ネットワーク上に配置されて隣接ノードと光ファイバーを介して連結された入力ポートと出力ポートを備えた光スイッチ装置からなり、任意の入力ポートに入力された多重化された任意波長の入力信号光を任意の指定された出力ポートに出力信号光として出力するように構成された光ノードにおいて、

前記任意波長の入力信号光の入力ポートとその出力ポート間の光スイッチ状態を監視する光ノード監視システムであって、

前記光ノード監視システムは、

各出力ポートに接続された光ファイバーに連結されて前記多重化された任意波長の入力信号光が光スイッチされて前記出力ポートから出射した当該信号光に当該出力ポートのポート識別情報に従って強度変調を与えて当該出力ポートに逆行信号光(戻り光と呼ぶ)を逆行させるラベル付与部と、

各入力ポートに接続された光ファイバーに連結されて各入力ポートにおいて前記多重化された任意波長の入力信号光の一部(参照用入力光と呼ぶ)と当該入力ポートへの前記戻り光を当該光ファイバーから分光して前記入力ポートとその多重化された任意波長と当該入力ポートへの前記戻り光の波長と当該出力ポート識別情報をモニターする光モニター部と、

前記各入力ポートにおける参照用入力光と当該入力ポートへの戻り光の波長と当該出力ポート識別情報とその光スイッチ状態を表示する表示部と、

前記ラベル付与部と前記光モニター部と前記表示部に接続されて前記光スイッチ状態を監視して制御するモニター制御部からなり、

前記モニター制御部はラベル付与部へ各前記出力ポートの前記ポート識別情報を送信し、

前記表示部は前記各入力ポートに関する前記光スイッチ状態を、前

記光モニター部から前記モニター制御部を介して得られた前記各入力ポートおける参照用入力光と同一波長を有する前記入力ポートへの戻り光の該ポート識別情報に基づいて当該入力ポートの入力信号光のスイッチ状態を表示することを特徴とする光ノード監視システム。

[請求項2] 前記ラベル付与部の強度変調は強度変調器(ＡＭ)による強度変調または反射型半導体光増幅器(ＲＳＯＡ)による利得に変調をかけて強度変調する事を特徴とする請求項１に記載の光ノード監視システム。

[請求項3] 前記ラベル付与部の強度変調は前記出力光と当該出力ポートの結合効率を操作して強度変調する事を特徴とする請求項１に記載の光ノード監視システム。

[請求項4] 前記ラベル付与部において強度変調に代わって位相変調を与えて当該出力ポートに前記戻り光を逆行させ、

さらに前記入力ポートにおいて反射器に連結された分波器を備え、当該分波器で分波した前記入力信号光を当該反射器で反射した入力逆行光と当該戻り光とを１／４波長差で干渉させて当該位相変調を与えられた前記戻り光を強度変調に変換して前記戻り光としたことを特徴とする請求項１に記載の光ノード監視システム。

[請求項5] 前記光モニター部は波長可変バンドパスフィルターとフォトダイオードを備え各入力ポートからの前記参照用入力光と前記戻り光を順次計測する事を特徴とする請求項１に記載の光ノード監視システム。

[請求項6] 前記光モニター部はＡＷＧ(Arrayed Waveguide Grating)とフォトダイオードアレーを備え多重化された全波長を同時計測する事を特徴とする請求項１に記載の光ノード監視システム。

[請求項7] 前記多重化はＤＷＤＭ(高密度光多重化)グリッドであることを特徴とする請求項１乃至請求項６に記載の光ノード監視システム。

[請求項8] 前記光ノードは前記隣接ノードに光ファイバーを介して連結された前記光スイッチ装置であるＷＸＣ(Wavelength Cross Connect)と前記ＷＸＣに接続されたＯＤＵ(Optical Data Unit)スイッチからなる２

層型光ノードであって、

前記ＷＸＣの入力ポートの一部はＥ／Ｏ変換装置を介して前記ＯＤＵスイッチの出力ポートと接続され、

前記ＷＸＣの出力ポートの一部はＯ／Ｅ変換装置を介して前記ＯＤＵスイッチの入力ポートと接続され、

前記ラベル付与部はさらに前記ＷＸＣの一部の出力ポートから出力される出力光にポート識別情報を与えて、当該出力ポートに当該戻り光を逆行させ、

前記光モニター部はさらに前記Ｅ／Ｏ変換装置からの入力光と当該入力ポートに入射する前記戻り光を前記ＷＸＣの入力ポートにおいてモニターし、

前記表示部は前記ＷＸＣの隣接ノードに接続された入力ポートと前記Ｅ／Ｏ変換装置の出力ポートに接続されたＷＸＣの入力ポートにおける入力光の光スイッチ状態を表示することを特徴とする請求項１乃至請求項７のいずれか１項に記載の光ノード監視システム。

[請求項9] 前記光ノードは前記隣接ノードに光ファイバーを介して連結された前記光スイッチ装置であるＦＸＣ(Fiber Cross Connect)と前記ＦＸＣに接続されたＷＸＣからなる２層型光ノードであって、

前記ＦＸＣの入力ポートの一部は前記ＷＸＣの出力ポートと接続され、

前記ＦＸＣの出力ポートの一部は前記ＷＸＣの入力ポートと接続され、

前記ＷＸＣはさらにクライアント光信号を入力する入力ＴＰＡ(Transponder Aggregator)およびクライアント光信号を出力する出力ＴＰＡと接続されており、

前記ＷＸＣの他の入力ポートは前記入力ＴＰＡの出力ポートと接続され、

前記ＷＸＣの他の出力ポートは前記出力ＴＰＡの入力ポートと接続

され、

前記ラベル付与部はさらに前記出力ＴＰＡの出力ポートから出力される出力光にポート識別情報を与えて、当該出力ポートに当該戻り光を逆行させ、

前記光モニター部はさらに前記入力ＴＰＡの入力ポートにおいてクライアント信号光と当該入力ポートに入射する前記戻り光をモニターし、

前記表示部は前記ＦＸＣの隣接ノードに接続された入力ポートと前記入力ＴＰＡのＴＰＡ入力ポートにおける入力光の光スイッチ状態を表示することを特徴とする請求項１乃至請求項７のいずれか１項に記載の光ノード監視システム。

[請求項10] 前記光ノードは前記隣接ノードに光ファイバーを介して連結された前記光スイッチ装置であるＦＸＣ(Fiber Cross Connect)と前記ＦＸＣに接続されたＷＸＣと前記ＷＸＣに接続されたＯＤＵ(Optical Data Unit)スイッチとからなる３層型光ノードであって、

前記ＦＸＣの入力ポートの一部は前記ＷＸＣの出力ポートと接続され、

前記ＦＸＣの出力ポートの一部は前記ＷＸＣの入力ポートと接続され、

前記ＷＸＣの他の入力ポートはＥ／Ｏ変換装置を介して前記ＯＤＵスイッチの出力ポートと接続され、

前記ＷＸＣの他の出力ポートはＯ／Ｅ変換装置を介して前記ＯＤＵスイッチの入力ポートと接続され、

前記ラベル付与部は前記ＷＸＣの他の出力ポートから出力される出力光にポート識別情報を与えて、当該出力ポートに当該戻り光を逆行させ、

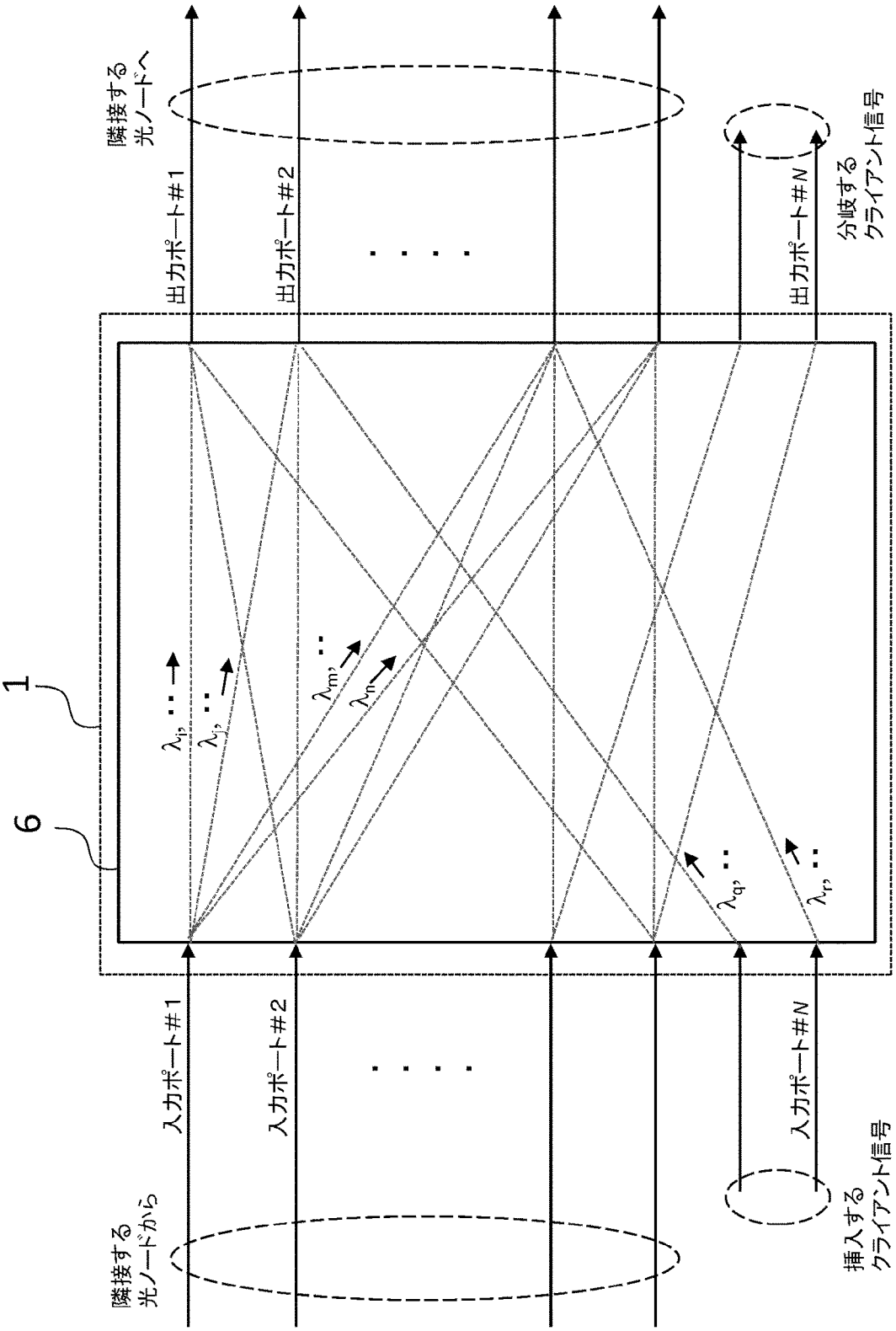
前記光モニター部はさらに前記ＷＸＣ他の入力ポートにおいて前記Ｅ／Ｏ変換装置の出力ポートからの入力光と当該入力ポートに入射す

る前記戻り光をモニターし、

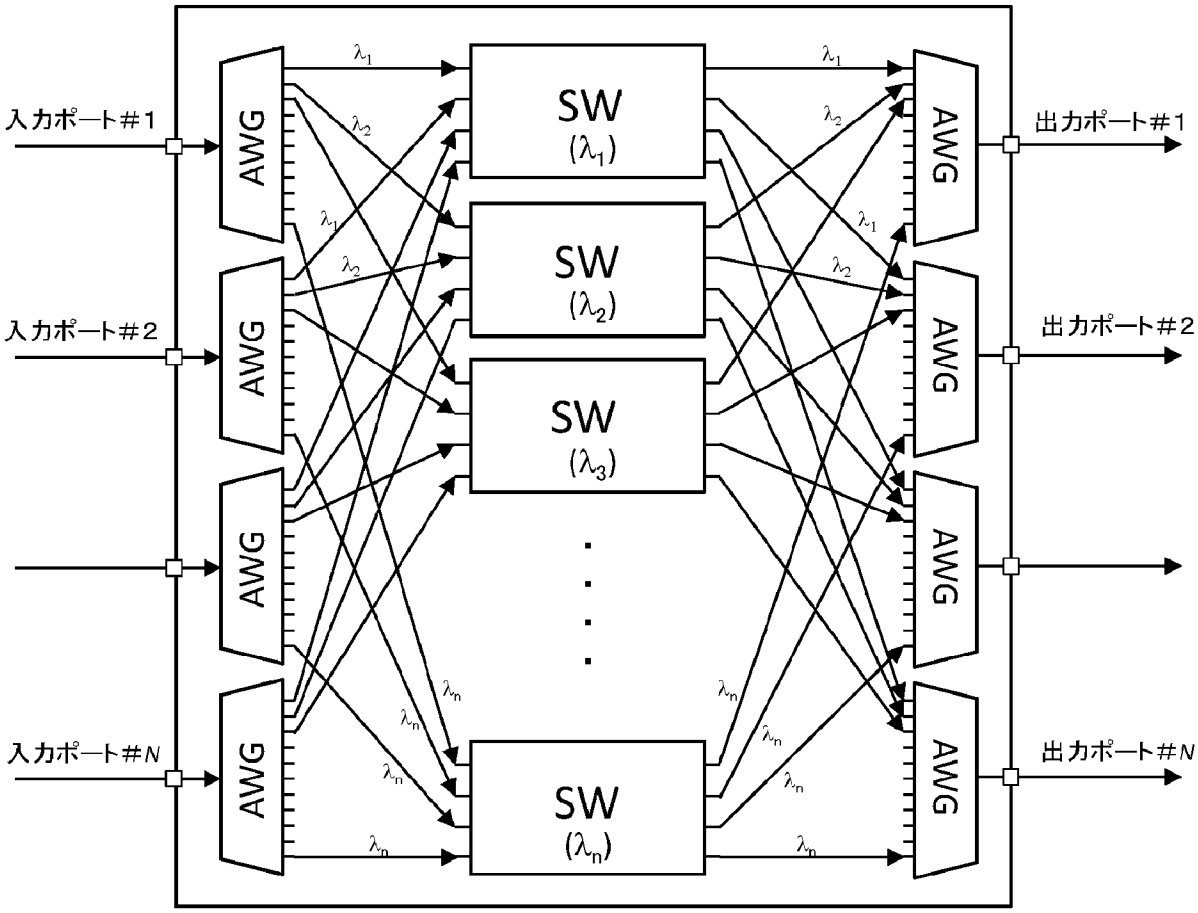
前記表示部は前記ＦＸＣの隣接ノードに接続された入力ポートと前記Ｅ／Ｏ変換装置の出力ポートに接続された前記ＷＸＣの他の入力ポートにおける入力光の光スイッチ状態を表示することを特徴とする請求項１乃至請求項７のいずれか１項に記載の光ノード監視システム。

[請求項11] さらにネットワーク管理システムを備え、前記表示部は前記ネットワーク管理システムにより前記光ノードにおける光スイッチ装置に設定された光信号経路情報と前記光スイッチ状態をあわせて表示することを特徴とすることを特徴とする請求項１乃至請求項１０のいずれか１項に記載の光ノード監視システム。

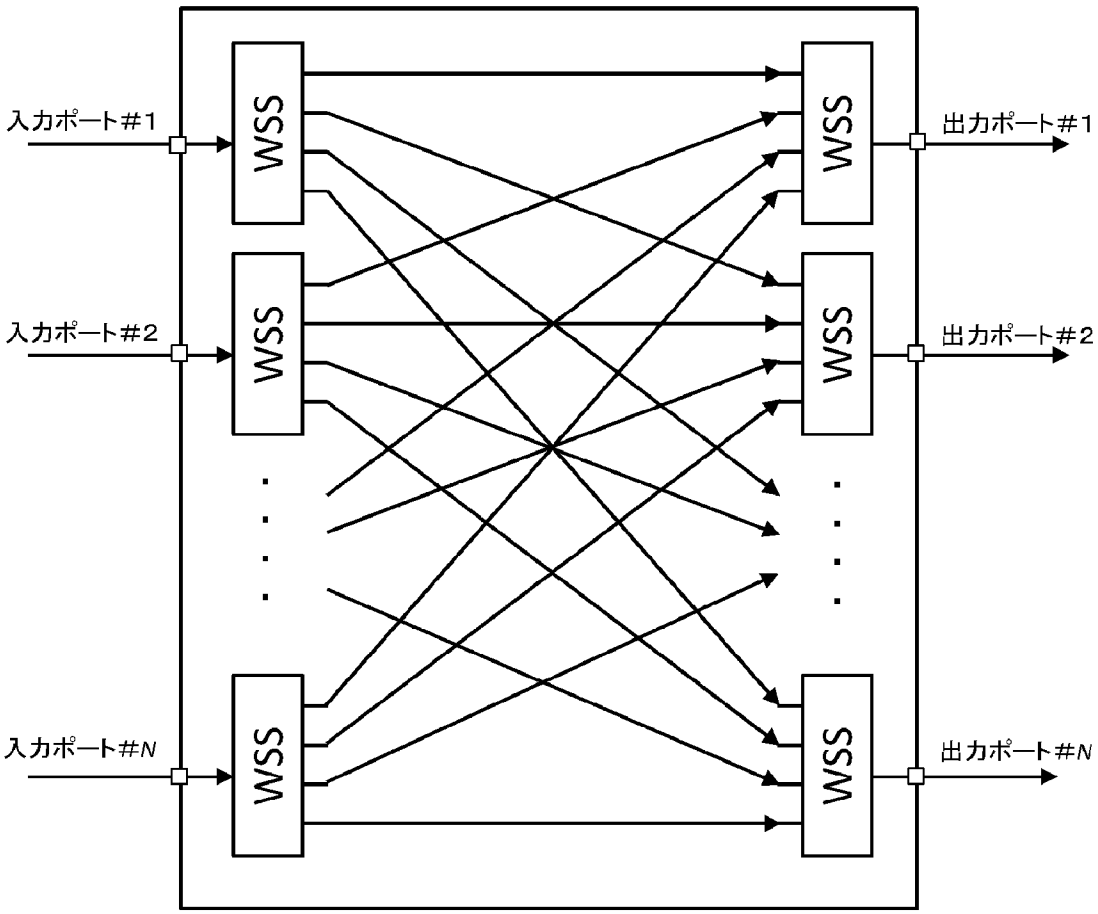
[図1]


隣接する
光ノードへ
出力ポート#1
出力ポート#2
出力ポート#N
分岐する
クライアント信号
1
6
λ_i,
λ_j,
λ_m,
λ_n,
λ_q,
λ_r,
隣接する
光ノードから
入力ポート#1
入力ポート#2
入力ポート#N
挿入する
クライアント信号

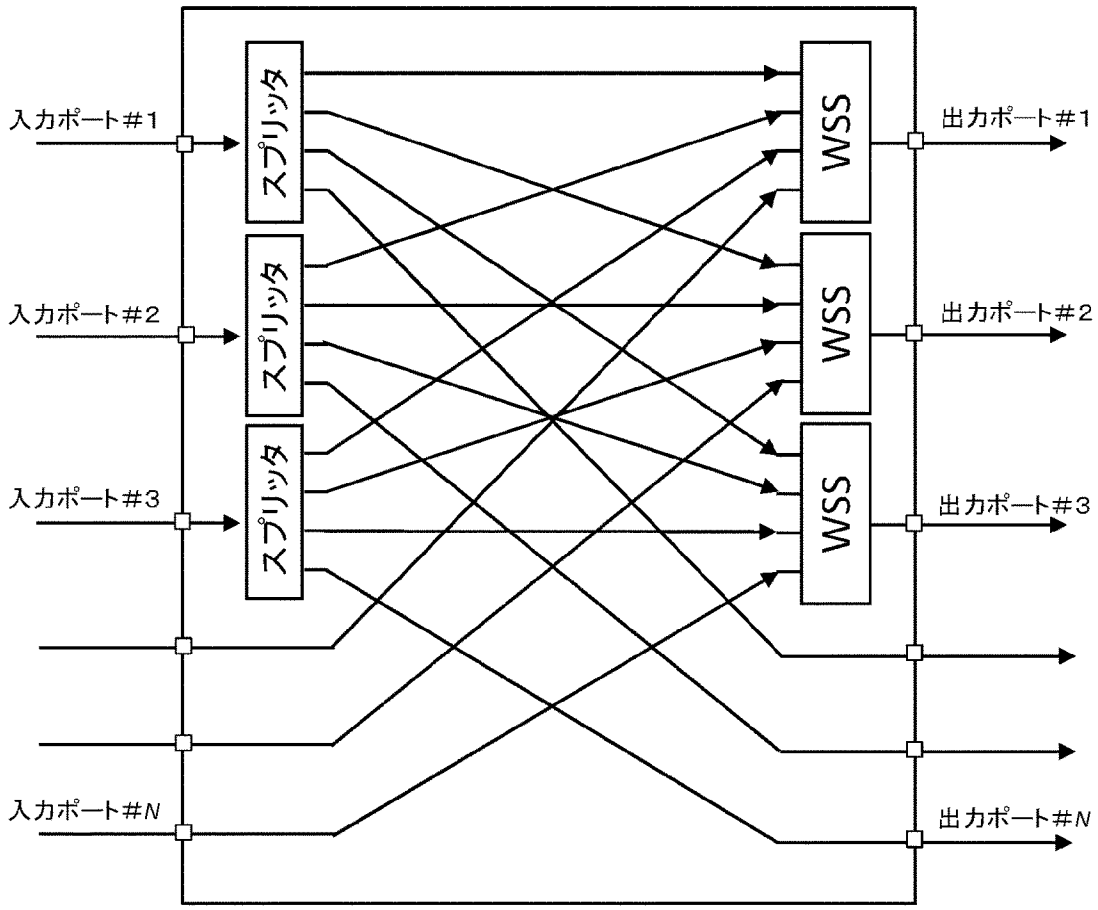
[図2]


入力ポート#1
入力ポート#2
入力ポート#N
AWG
SW
(λ1)
SW
(λ2)
SW
(λ3)
SW
(λn)
出力ポート#1
出力ポート#2
出力ポート#N

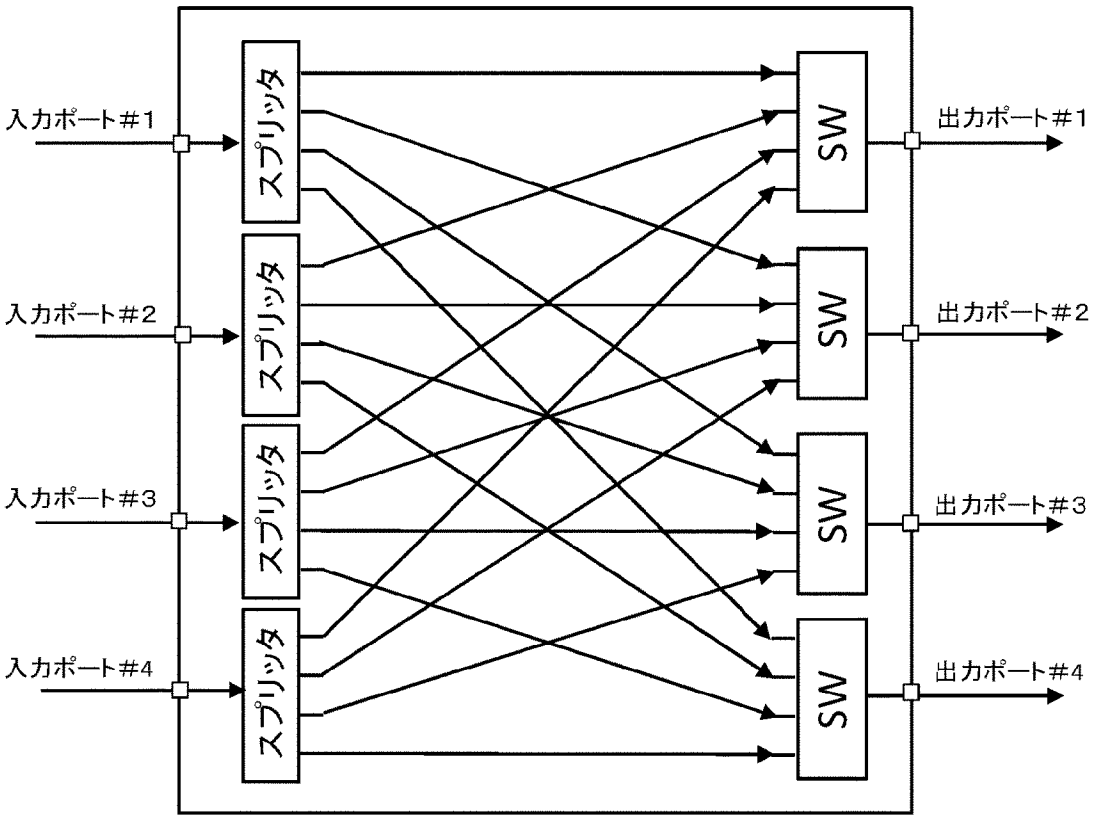
[図3]


入力ポート#1
入力ポート#2
入力ポート#N
WSS
WSS
WSS
WSS
WSS
WSS
出力ポート#1
出力ポート#2
出力ポート#N

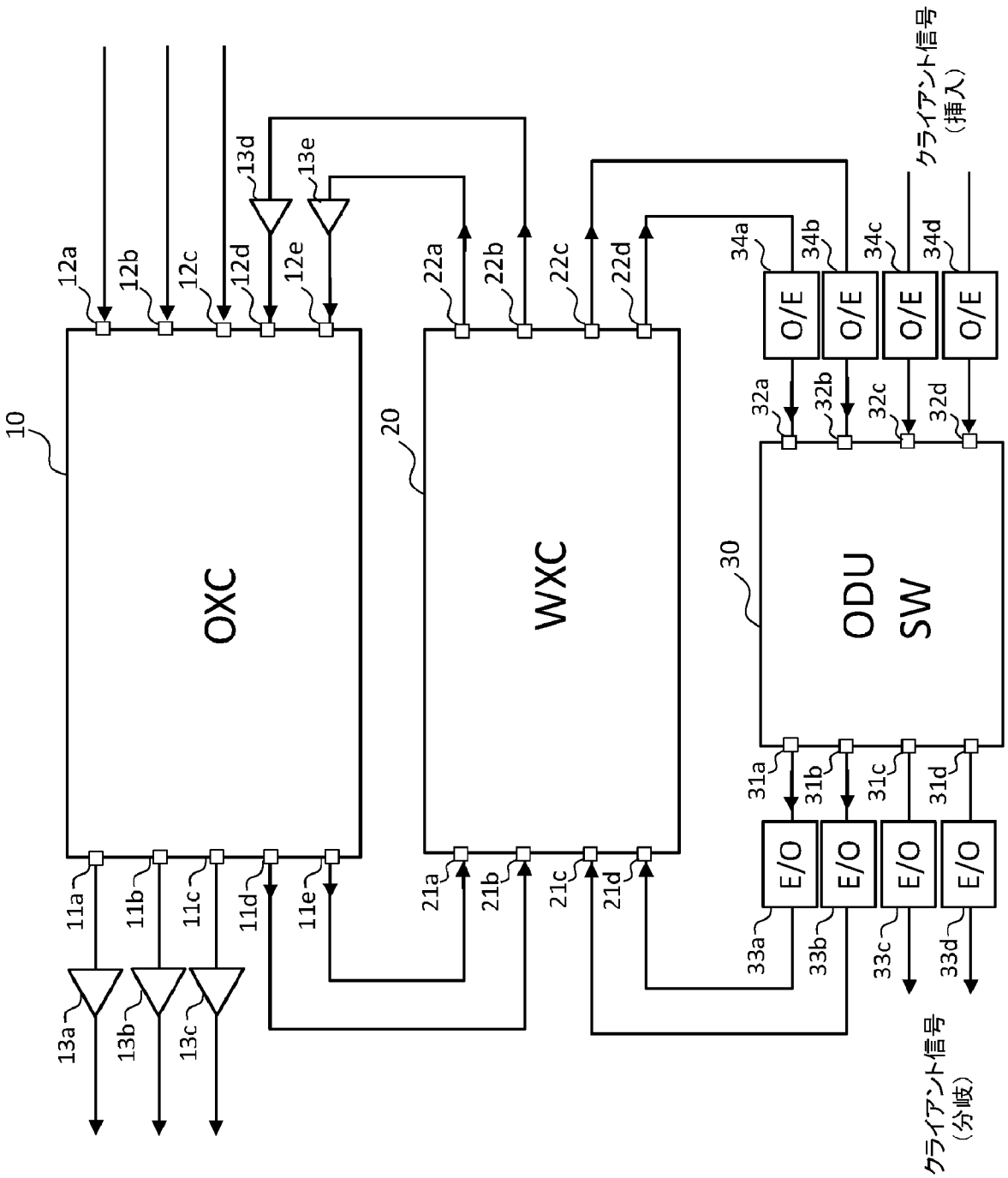
[図4]


入力ポート#1
入力ポート#2
入力ポート#3
入力ポート#N
スプリッタ
スプリッタ
スプリッタ
WSS
WSS
WSS
出力ポート#1
出力ポート#2
出力ポート#3
出力ポート#N

[図5]


入力ポート#1
入力ポート#2
入力ポート#3
入力ポート#4
スプリッタ
スプリッタ
スプリッタ
スプリッタ
SW
SW
SW
SW
出力ポート#1
出力ポート#2
出力ポート#3
出力ポート#4

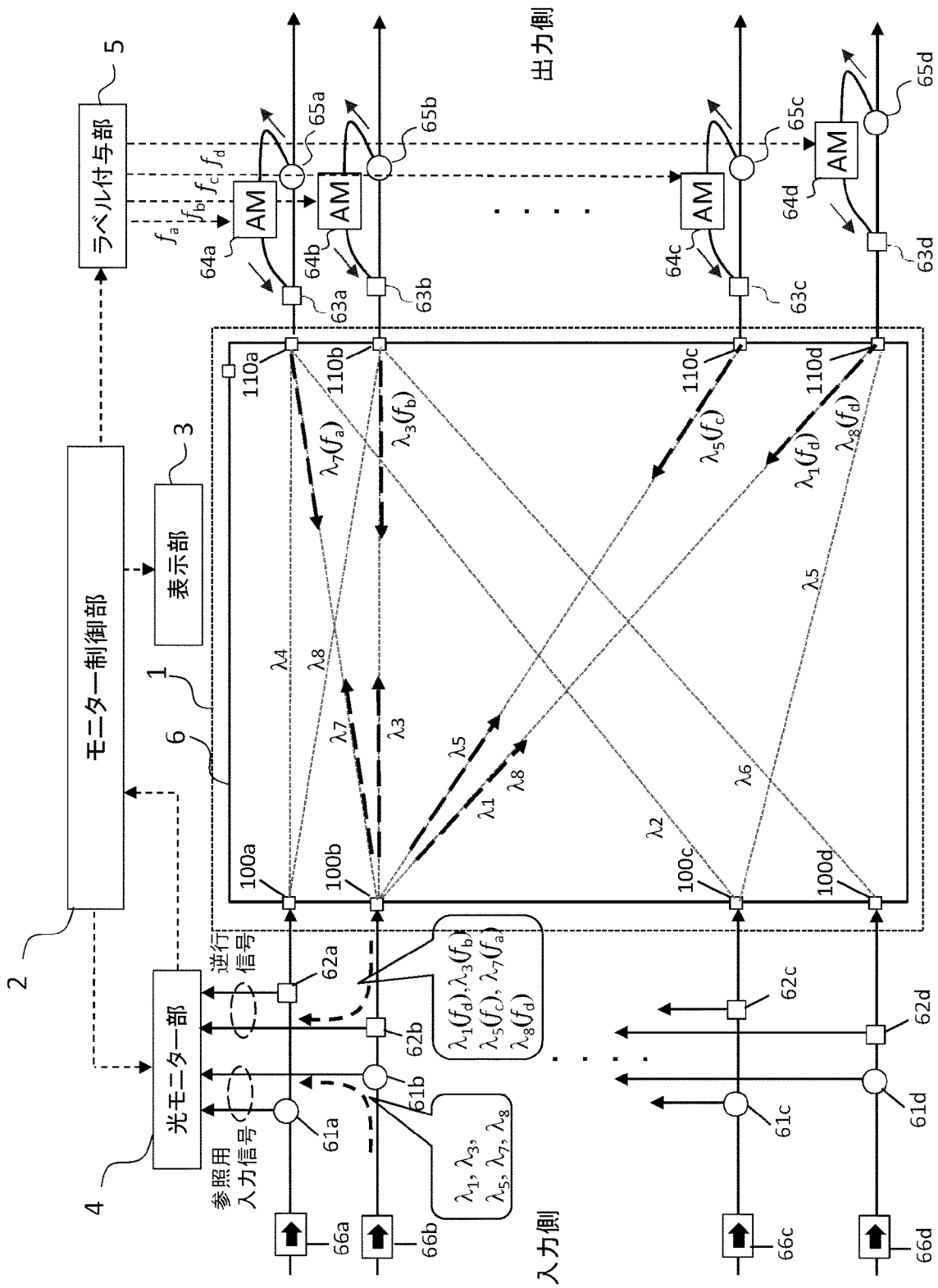
[図6]


10
OXC
20
WXC
30
ODU
SW
12a
12b
12c
12d
12e
13d
13e
22a
22b
22c
22d
34a
34b
34c
34d
O/E
32a
32b
32c
32d
31a
31b
31c
31d
E/O
11a
11b
11c
11d
11e
21a
21b
21c
21d
33a
33b
33c
33d
13a
13b
13c
クライアント信号
（挿入）
クライアント信号
（分岐）

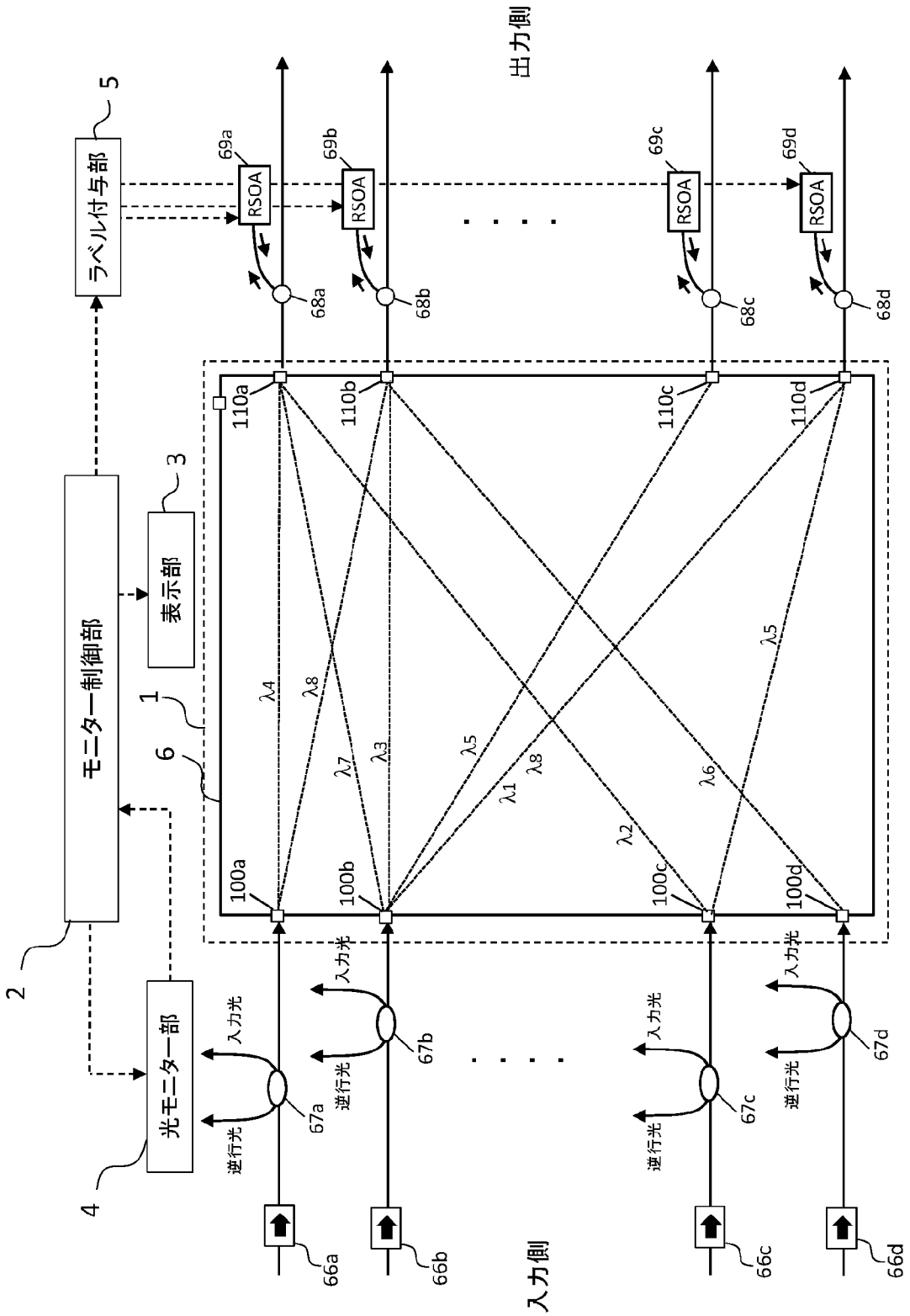
[図7]

出力ポート番号	入力ポート番号							
	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8
1	4	3	−	1	−	−	2	−
2	−	−	2	3	−	4	3	1
3	−	1	3	−	2	−	−	4
4	2	4	−	4	3	1	−	2

[図8]


モニター制御部
表示部
光モニター部
ラベル付与部
AM
出力側
入力側
逆行信号
参照用入力信号
注）$\lambda_i(f_m)$は、パターンf_mの強度変調を受けた波長λ_iの信号を示す。

[図9]


出力側
入力側
ラベル付与部
モニター制御部
表示部
光モニター部
RSOA
入力光
逆行光
λ1
λ2
λ3
λ4
λ5
λ6
λ7
λ8

[図10]

入力ポート番号	波長グリッド（信号中心波長）							
	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8
1	－	○	－	○	－	○	－	○
2	○	－	○	－	○	－	○	○
3	－	○	○	○	○	－	○	－
4	○	○	－	○	－	○	－	○

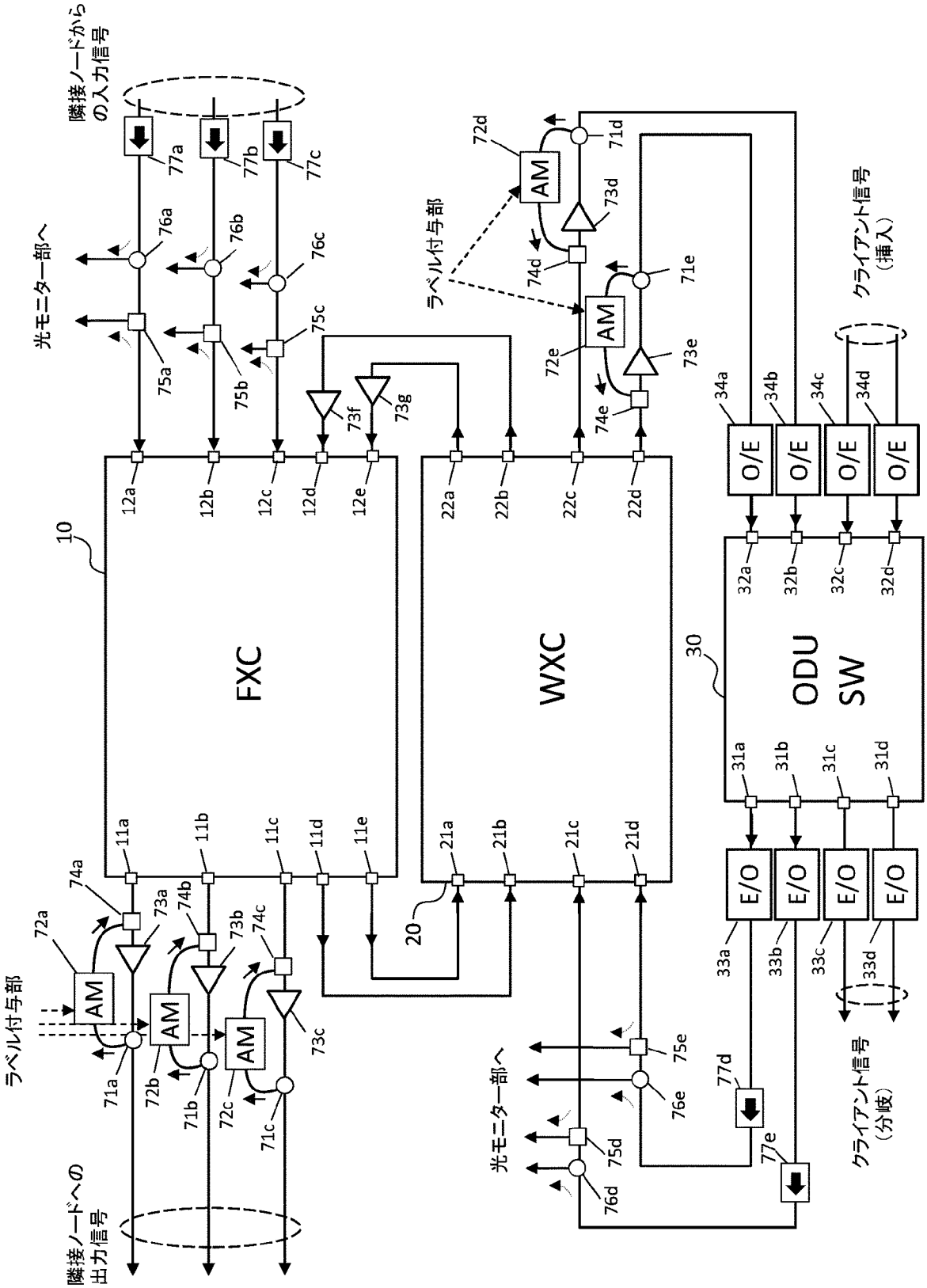
[図11]

入力ポート番号	出力ポート番号							
	λ_1	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	λ_6	λ_7	λ_8
1	－	3	－	1	－	4	－	2
2	4	－	2	－	3	－	1	4
3	－	1	3	2	4	－	2	－
4	1	4	－	4	－	2	－	3

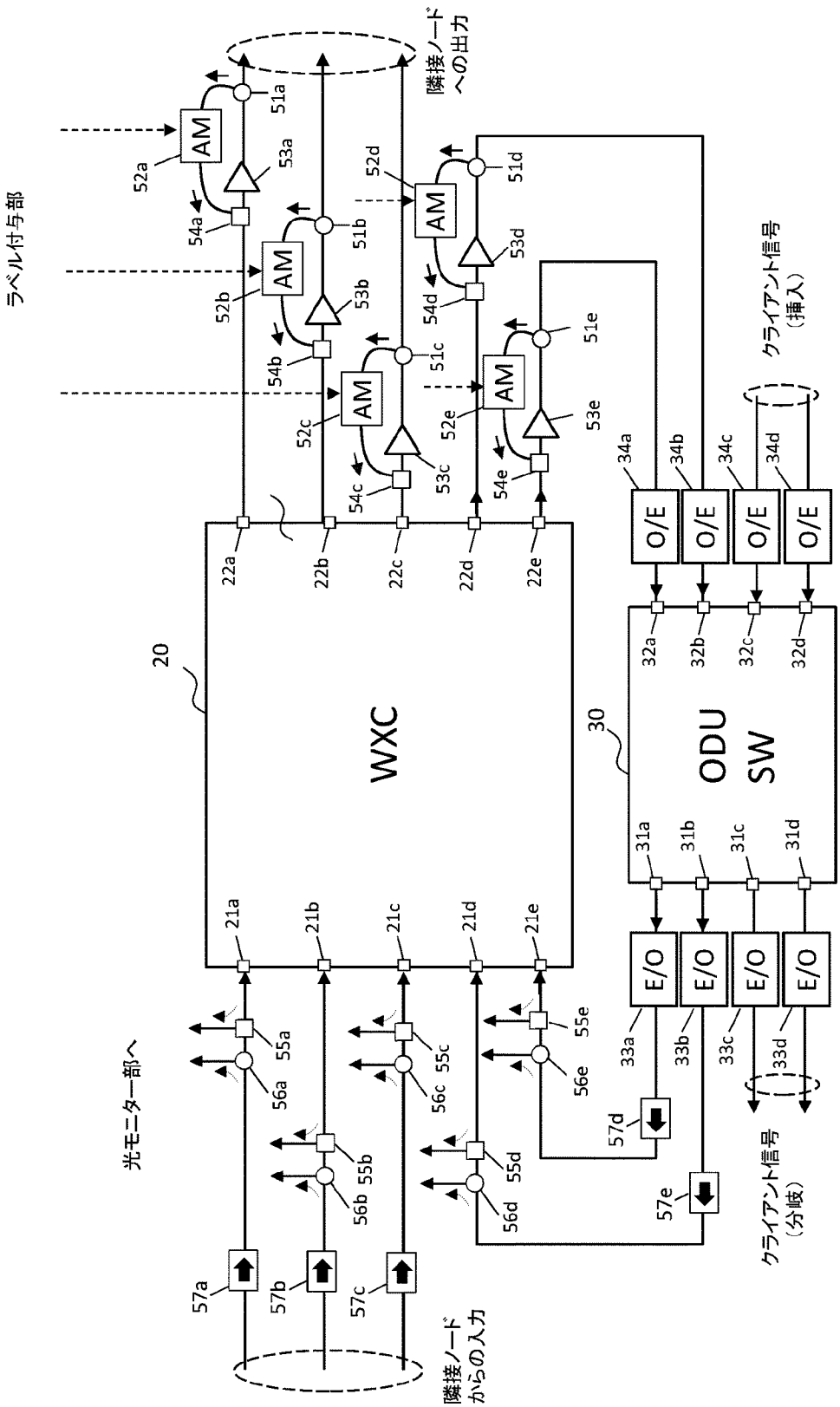
[図12]

入力ポート	信号波長	指定ポート	戻り光波長	戻り光ポート	正常・異常
100a	λ2	110c	λ2	110c	正常
	λ4	110a	λ4	＊110b	異常
	λ6	110d	λ6	110d	正常
	λ8	110b	λ8	110b	正常
100b	λ1	110d	λ1	110d	正常
	λ3	110b	λ3	110b	正常
	λ5	110c	λ5	110c	正常
	λ7	110a	λ7	110a	正常
	λ8	110d	λ8	110d	正常
100c	λ2	110a	λ2	110a	正常
	λ3	110c	λ3	110c	正常
	λ4	110b	λ4	＊110a	異常
	λ5	110d	λ5	110d	正常
	λ7	110b	λ7	110b	正常
	−	−	λ1	＊110a	異常
100d	λ1	110a	−	＊−	異常
・・・					

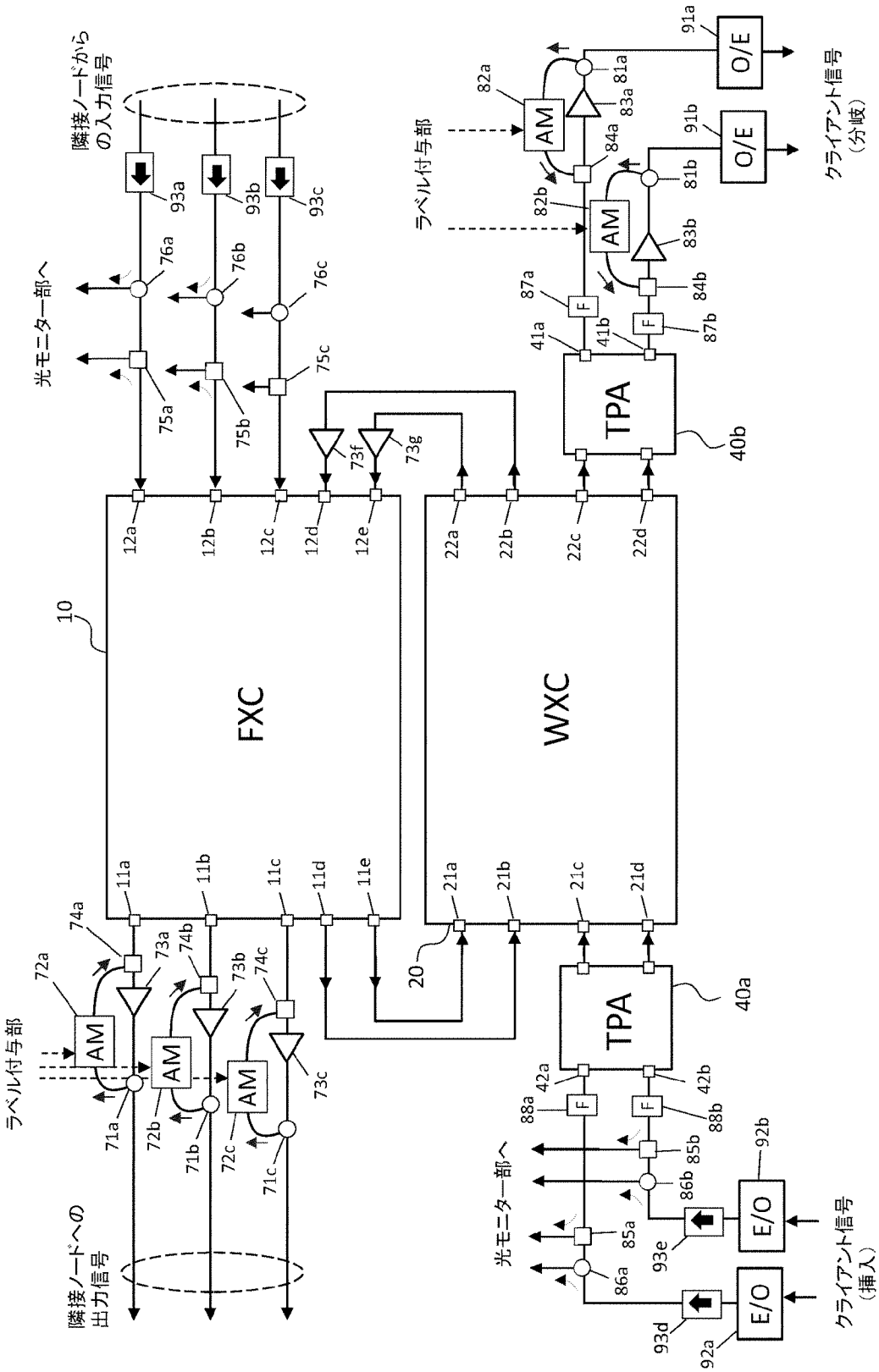
[図13]


隣接ノードからの入力信号
光モニター部へ
ラベル付与部
クライアント信号（挿入）
FXC
WXC
ODU SW
AM
O/E
E/O
ラベル付与部
光モニター部へ
隣接ノードへの出力信号
クライアント信号（分岐）

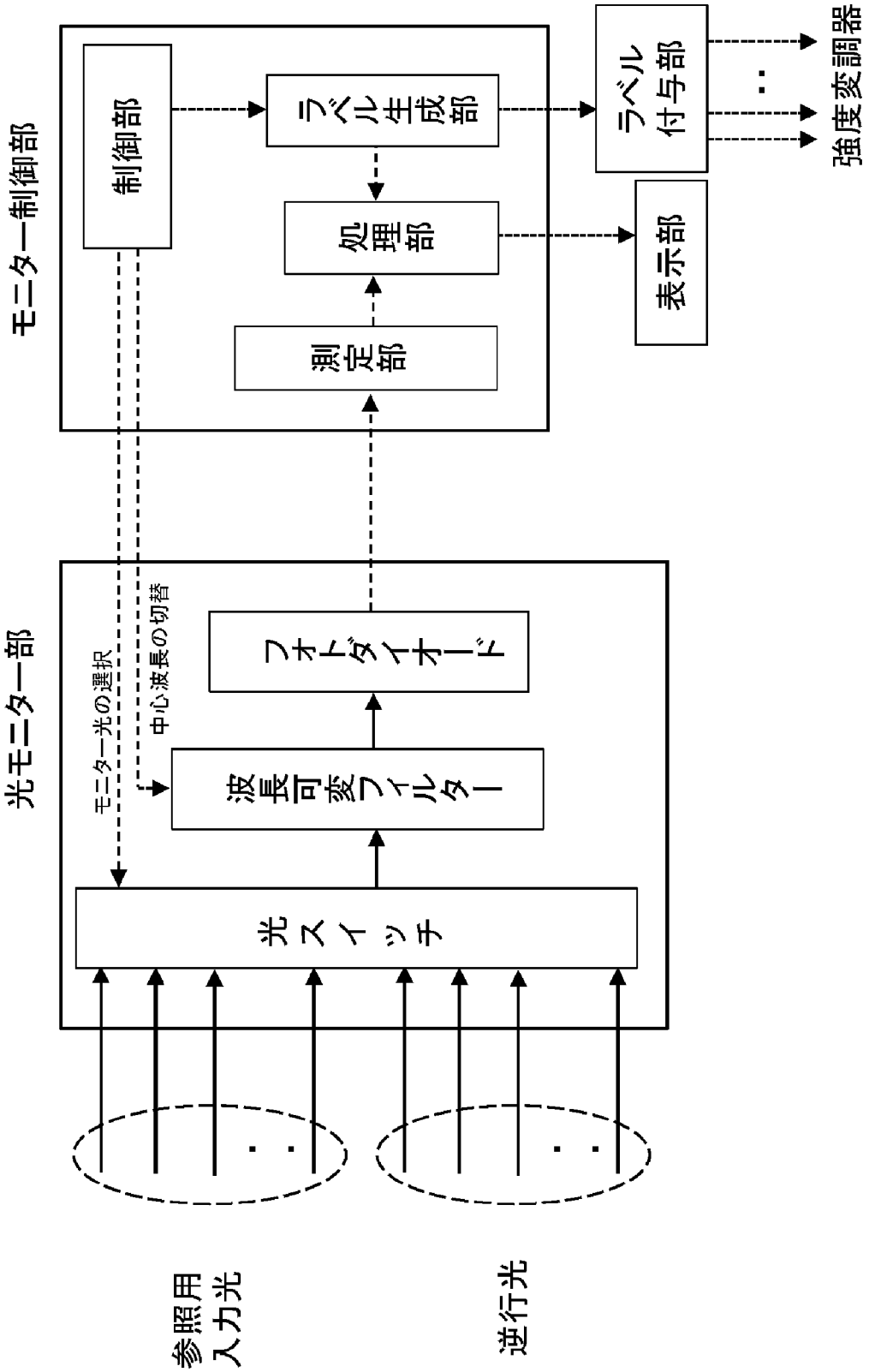
[図14]


ラベル付与部
隣接ノードへの出力
AM
52a
53a
54a
51a
52b
53b
54b
51b
52c
53c
54c
51c
52d
53d
54d
51d
52e
53e
54e
51e
20
WXC
22a
22b
22c
22d
22e
30
ODU SW
O/E
34a
34b
34c
34d
32a
32b
32c
32d
31a
31b
31c
31d
E/O
33a
33b
33c
33d
クライアント信号（挿入）
クライアント信号（分岐）
光モニター部へ
21a
21b
21c
21d
21e
55a
56a
55b
56b
55c
56c
55d
56d
55e
56e
57a
57b
57c
57d
57e
隣接ノードからの入力

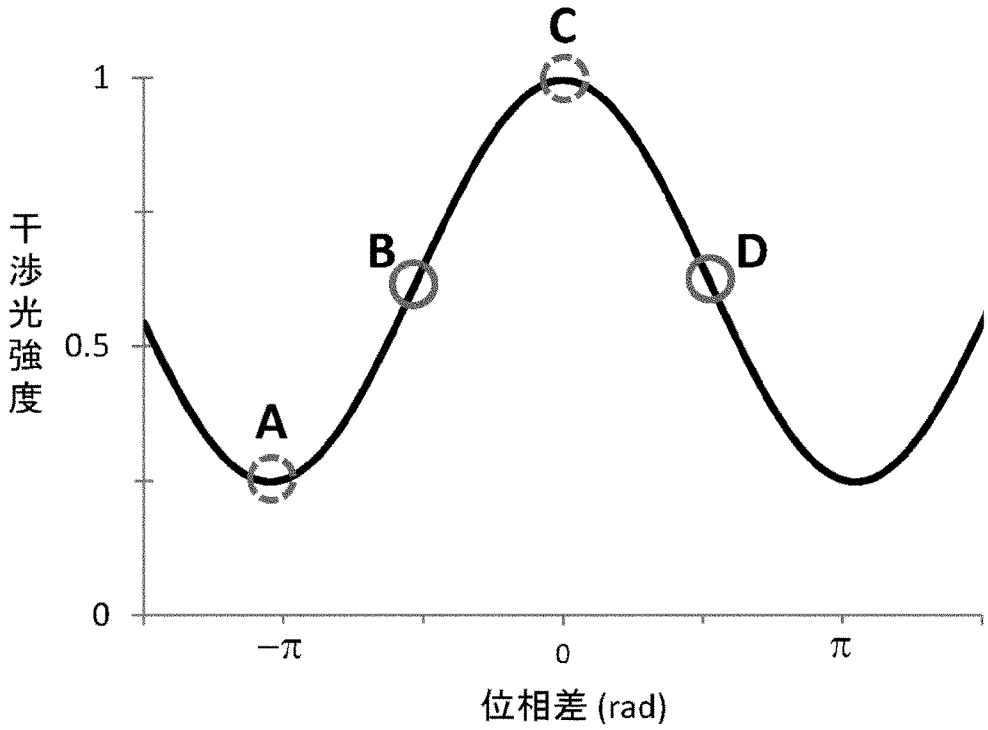
[図15]


隣接ノードからの入力信号
光モニター部へ
ラベル付与部
隣接ノードへの出力信号
FXC
WXC
TPA
TPA
AM
O/E
E/O
F
10
20
40a
40b
クライアント信号（分岐）
クライアント信号（挿入）

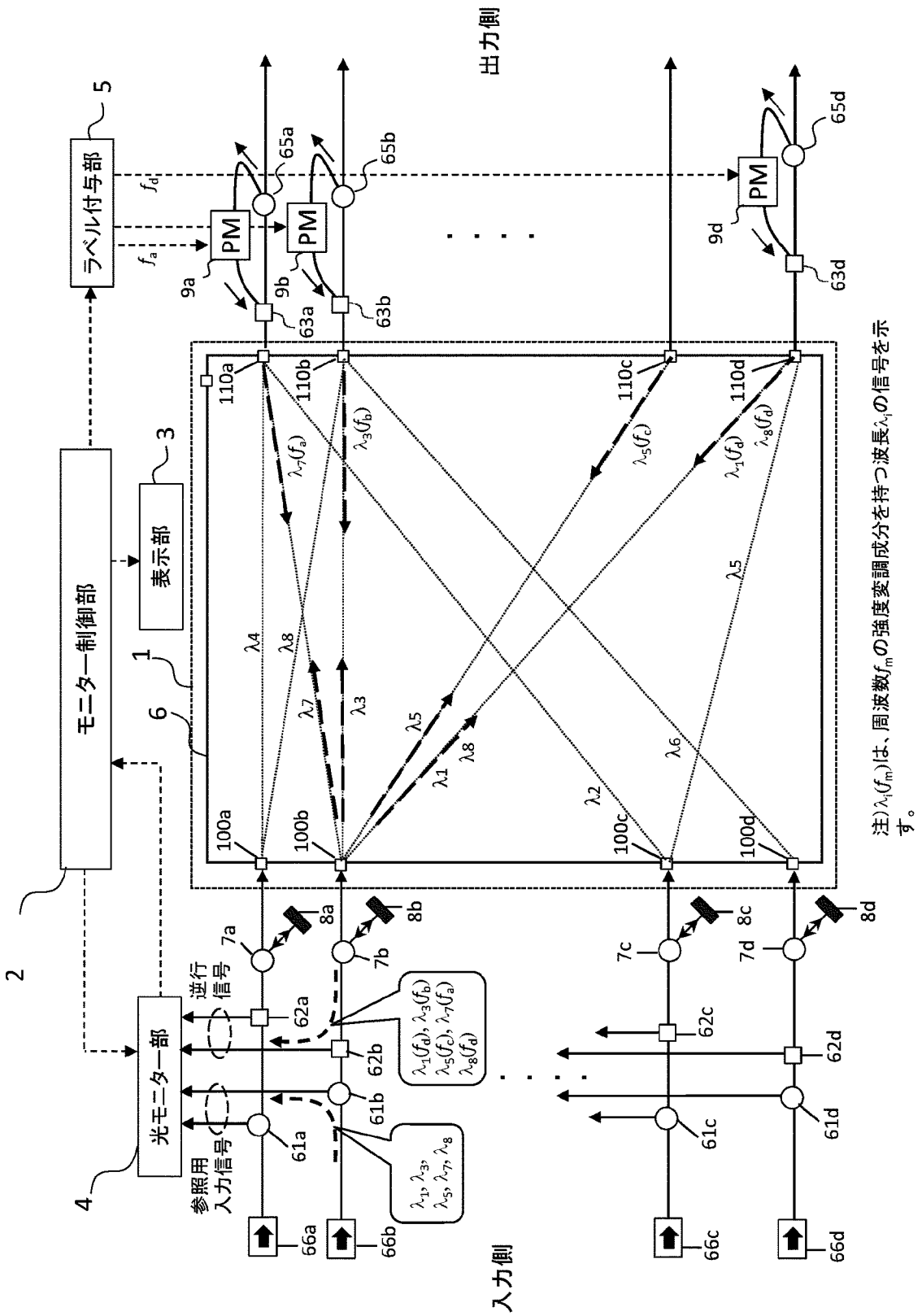
[図16]


モニター制御部
制御部
ラベル生成部
処理部
測定部
ラベル付与部
表示部
強度変調器
光モニター部
モニター光の選択
中心波長の切替
フォトダイオード
波長可変フィルター
光スイッチ
参照用入力光
逆行光

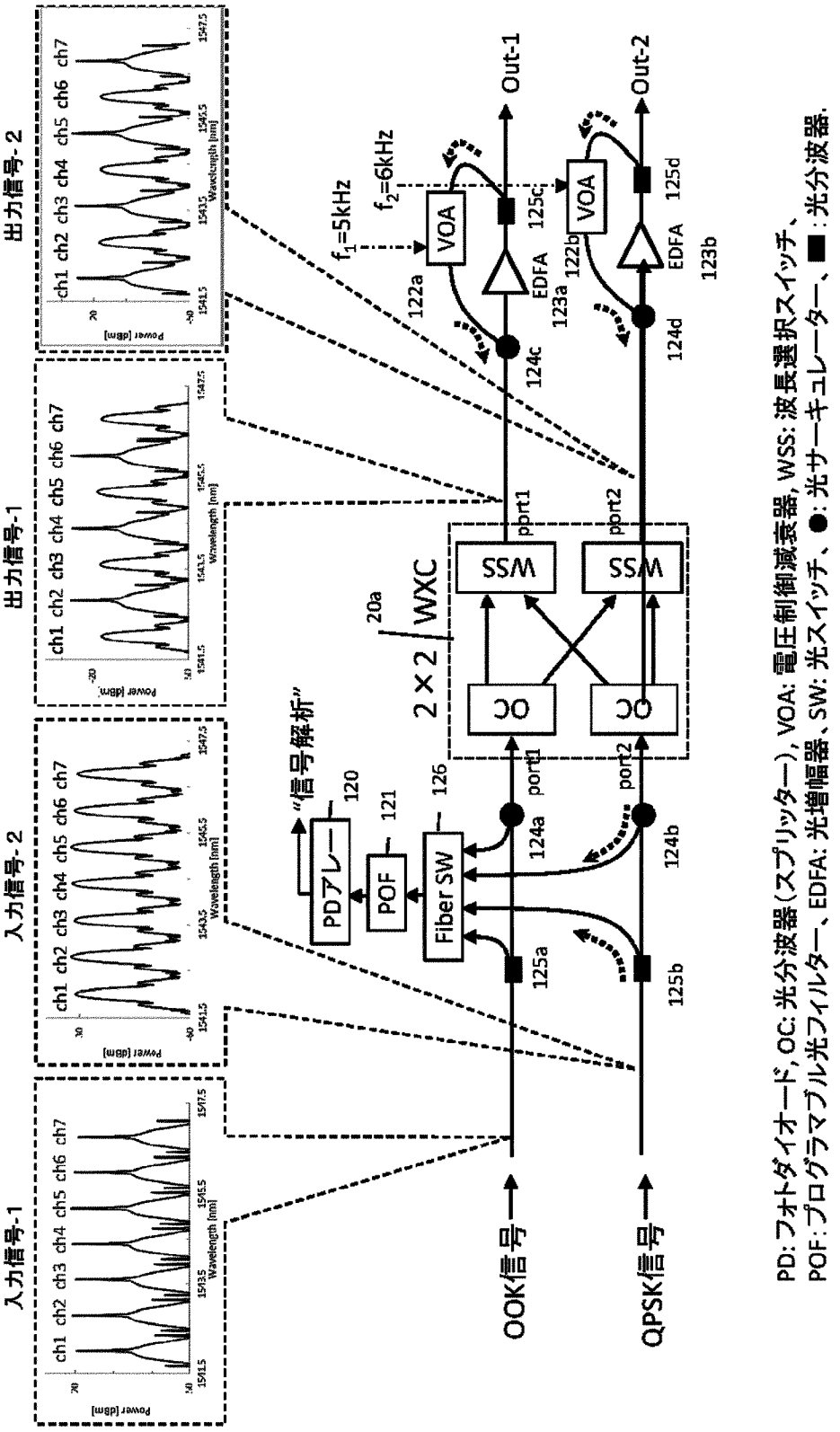
[図17]



[図18]

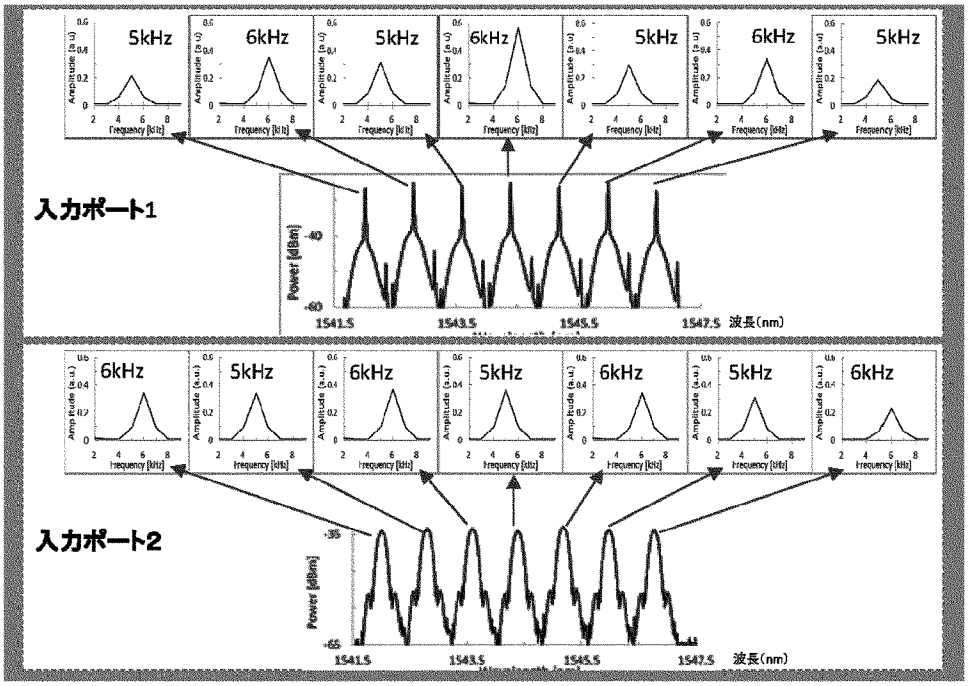

出力側
入力側
ラベル付与部
モニター制御部
表示部
光モニター部
PM
逆行信号
参照用入力信号
注）$\lambda_i(f_m)$は、周波数f_mの強度変調成分を持つ波長λ_iの信号を示す。

[図19]



PD: フォトダイオード, OC: 光分波器(スプリッター), VOA: 電圧制御減衰器, WSS: 波長選択スイッチ、
POF: プログラマブル光フィルター、EDFA: 光増幅器、SW: 光スイッチ、●: 光サーキュレーター、■: 光分波器.

[図20]



	入力ポート番号								
WDM グリッド番号	6	7	8	9	10	11	12	13	14
出力ポート1	–	2	1	2	1	2	1	2	–
出力ポート2	–	1	2	1	2	1	2	1	–

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/083328

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H04B10/077(2013.01)i, *H04Q3/52*(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04B10/077, H04Q3/52

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2008-167243 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 17 July 2008 (17.07.2008), paragraphs [0020] to [0037], [0052]; fig. 1 to 7, 14 (Family: none)	1-11
A	JP 2013-46166 A (Hitachi, Ltd.), 04 March 2013 (04.03.2013), paragraphs [0030] to [0043]; fig. 4, 5 (Family: none)	1-11
A	JP 2015-170871 A (Fujitsu Ltd.), 28 September 2015 (28.09.2015), paragraphs [0013] to [0056]; fig. 1 to 6 & US 2015/0256251 A1 paragraphs [0027] to [0070]; fig. 1 to 6	1-11

☐ 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	Date of mailing of the international search report
20 January 2017 (20.01.17)	31 January 2017 (31.01.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０８３３２８

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04B10/077(2013.01)i, H04Q3/52(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H04B10/077, H04Q3/52

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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 2008-167243 A（日本電信電話株式会社）2008.07.17, 段落[0020]-[0037],[0052], 図1-7,14（ファミリーなし）	1-11
A	JP 2013-46166 A（株式会社日立製作所）2013.03.04, 段落[0030]-[0043], 図4,5（ファミリーなし）	1-11
A	JP 2015-170871 A（富士通株式会社）2015.09.28, 段落[0013]-[0056], 図1-6 & US 2015/0256251 A1 段落[0027]-[0070], 図1-6	1-11

☐　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矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２０．０１．２０１７	３１．０１．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　５Ｘ　６３０７
角田　慎治
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３５９６