

(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
2020年7月16日(16.07.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/145257 A1

(51) 国際特許分類:
G02F 1/313 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/000137

(22) 国際出願日: 2020年1月7日(07.01.2020)

(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 2019-002856 2019年1月10日(10.01.2019) JP

(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: 山口 慶太 (YAMAGUCHI Keita); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 鈴木 賢哉 (SUZUKI Kenya); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 郷 隆司 (GO Takashi); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 森脇 摂 (MORIWAKI Osamu); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 柳原 藍 (YANAGIHARA Ai); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

(54) Title: OPTICAL SIGNAL PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 光信号処理装置

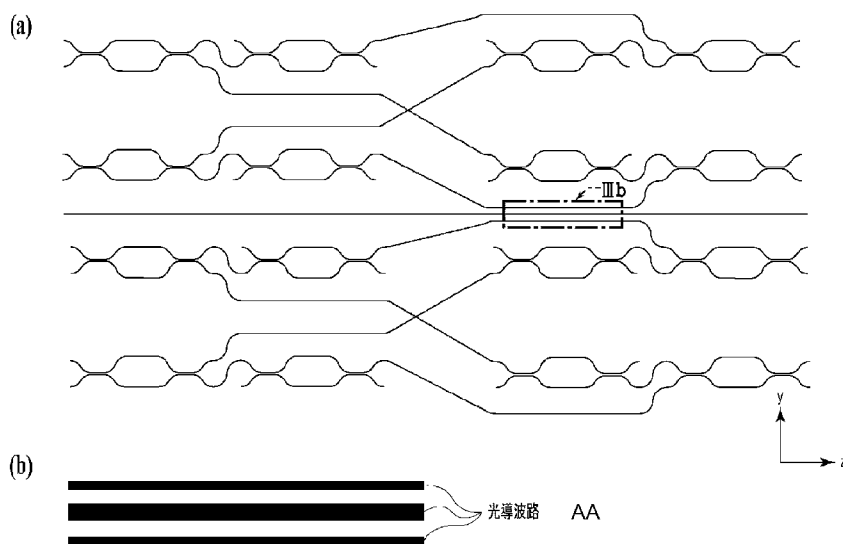


FIG. 3:
AA Optical waveguide

(57) Abstract: Provided is an optical signal processing device in which crosstalk is reduced while achieving downsizing by narrowing a space between switch elements. This optical signal processing device is provided with: a plurality of input optical waveguides; a plurality of output optical waveguides; a plurality of optical waveguide elements arrayed between the input optical waveguides and output optical waveguides; and a connection optical waveguide, wherein the connection optical waveguide, which is situated adjacent to an optical waveguide element, has a propagation coefficient

(74) 代理人: 特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(TANI & ABE, P.C.); 〒1070052 東京都港区赤坂2丁目6番20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, 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, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

different from that of the optical waveguides constituting said adjacent optical waveguide element. The connection optical waveguide adjacent to the optical waveguide element is either a connection optical waveguide that has one or both ends thereof connected to the optical waveguide element or a connection optical waveguide that does not have either end thereof connected to the optical waveguide element.

(57) 要約: スイッチエレメントの間隔を狭くして小型化しつつ、クロストークを低減した光信号処理装置を提供する。複数の入力光導波路と、複数の出力光導波路と、複数の入力光導波路と複数の出力光導波路との間に配列された複数の光導波路素子と、接続光導波路とを備えた光信号処理装置であって、光導波路素子と近接する接続光導波路の伝搬定数が、当該近接する前記光導波路素子を構成する光導波路の伝搬定数と異なる。光導波路素子と近接する接続光導波路は、一端または両端が光導波路素子と接続されている接続光導波路または両端が光導波路素子と接続されていない接続光導波路である。

明 細 書

発明の名称：光信号処理装置

技術分野

[0001] 本発明は、光信号処理装置に関し、より詳細には、光スイッチ機能を有する光信号処理装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、光通信ネットワークでは、CDC (Color-less, Direction-less, Contention-less) -ROADM (Reconfigurable Optical Add/Drop Multiplexer) と呼ばれる光伝送通信方式の導入が進んでいる。CDC-ROADM ネットワークのノードにおいて、マルチキャストスイッチ (MultiCast Switch: MCS) は、ノードに収容されているトランスポンダを、信号光の波長に依存することなく (Color-less)、任意の方路に (Direction-less) 別方路に割り当てられる同一波長の光信号を光ノード内で衝突せずに (Contention-less) 接続することを可能とする、キーデバイスとなる光入出力装置である。

[0003] 光伝送装置の効率化のためには、MCSを小型化することが求められる。これまでに、PLC (Planar Lightwave Circuit: 平面光回路) を利用し、PILOSS (Path-Independent insertion-Loss) と呼ばれる構成を採用した小型MCSが報告されている。(下記非特許文献1、2参照)

[0004] 上記のようなMCSやPILOSSスイッチでのスイッチエレメントとしてマッハツェンダ干渉計 (MZI: Mach-Zehnder Interferometer) スイッチ (非特許文献3) が多く採用されている。

[0005] 図1(a)は、光導波路で構成されたスイッチエレメントとして機能する素子であるMZIスイッチを示す図である。図1(a)に示すMZIスイッチにおいて、左端の2つの光導波路のいずれかより入力された光信号は、左側の方向性結合器において上下2つの光導波路 (アーム) に分岐され、2つのアーム光導波路の少なくとも一方に形成された位相シフタにより位相変化

が与えられ、右側の方向性結合器において再び合波され干渉した結果、位相変化に応じて右端の2つの光導波路のいずれかより切り替え（スイッチング）出力される。

[0006] 図1（b）は、複数のMCSスイッチやPILOSSスイッチなどのスイッチエレメントを複数段接続して構成された光信号処理装置（スイッチ）を示す図である。図1（b）に示すように複数のMCSスイッチやPILOSSスイッチをスイッチエレメントとして用い、これらをz軸方向に複数段接続することで、スイッチの消光比を上げることができる。この場合、同じ規模のスイッチを構成するために必要なMZIスイッチの数は倍になる。

先行技術文献

非特許文献

- [0007] 非特許文献1：T. Watanabe, et. al., “Silica-based PLC Transponder Aggregators for Colorless, Directionless, and Contentionless ROADM”, OFC/NFOEC2012, OTh3D. 1, March 8, 2012, Los Angeles
- 非特許文献2：Takashi Goh, Akira Himeno, Masayuki Okuno, Hiroshi Takahashi, and Kuninori Hattori, “High-Extinction Ratio and Low-Loss Silica-Based 8x8 Strictly Nonblocking Thermo-optic Matrix Switch”, J. Lightwave Technology. VOL-17, NO. 7, p-p 1192-1199, JULY 1999
- 非特許文献3：T. Shibata et al., “Silica-based waveguide-type 16 x 16 optical switch module incorporating driving circuits,” in IEEE Photonics Technology Letters, vol. 15, no. 9, pp. 1300-1302, Sept. 2003.

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] 図2は、従来の光信号処理装置の基本構造の平面図を示す。本明細書において、光の全体的な導波方向をz軸として、MZIによるスイッチエレメントの列の方向をy軸として、y-z平面がPLC（平面光回路）の基板平面

にあたるものとして表現している。

[0009] 図2に示す光信号処理装置は、左端の入力側に4個のスイッチエレメントであるMZIスイッチおよび右端の出力側に4個のスイッチエレメントであるMZIスイッチを配置し、さらに入力側のMZIと出力側のMZIスイッチとの間にもスイッチエレメントであるMZIスイッチを配置し、MZIスイッチ間を光導波路で接続した構成である。y軸方向の各列においてMZIスイッチが4段に接続されている。図2には、各列の前段のMZIスイッチの出力と後段のMZIスイッチの入力を接続する光導波路の他に、y-z平面に配列されたMZIの内、y軸方向の2列目において3段に接続されたMZIスイッチの列と3列目において3段に接続されたMZIスイッチの列と間に形成された光導波路が含まれている。

[0010] しかしながら図2の従来の光信号処理装置の構成において、例えば光信号処理装置の小型化の理由により、スイッチエレメント間のy軸方向の間隔が小さくなると、MZIスイッチを構成する光導波路と光導波路が近接する必要がある。光導波路同士が近接する場合、伝搬モードの結合が起こり、光信号が一方の光導波路から他方の光導波路に移ることが知られている。そのため、スイッチエレメント間隔を狭めると光信号同士の光信号の漏れ（クロストーク）が発生し、光信号の信号特性を劣化させてしまう。

[0011] これを回避するためには、スイッチエレメントの間の間隔を十分に広くとる必要があり、結果的にPLCのチップサイズを大きくしてしまうという問題があった。

[0012] 本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、スイッチエレメントの間の間隔を狭くして小型化しつつ、クロストークを低減した光信号処理装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0013] このような目的を達成するために、本発明の態様は、光信号処理装置である。一実施形態にかかる光信号処理装置は、複数の入力光導波路と、複数の出力光導波路と、複数の入力光導波路と複数の出力光導波路との間に配列さ

れた複数の光導波路素子と、接続光導波路とを備え、光導波路素子と近接する接続光導波路の伝搬定数が、当該近接する前記光導波路素子を構成する光導波路の伝搬定数と異なることを特徴とする。

発明の効果

[0014] 以上説明したように、本発明によれば、スイッチエレメントの間の間隔を狭くしつつ、クロストークを低減した光信号処理装置を実現することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1] (a) は光導波路で構成されたスイッチエレメント (MZIスイッチ) を示すであり、(b) は複数のスイッチエレメントを接続して構成された光信号処理装置 (スイッチ) を示す図である。

[図2] 複数のスイッチエレメントを y 軸および z 軸方向に配列して、スイッチエレメントの出力と入力とを接続して構成された光信号処理装置 (スイッチ) を示す図である。

[図3] (a) は第 1 の実施例の光信号処理装置の構成を示す図であり、(b) は、図 3 (a) の一部であり、スイッチエレメント同士を接続する光導波路とスイッチエレメントには接続されない光導波路とが近接する領域の拡大図を示す図である。

[図4] 第 2 の実施例の光信号処理装置の構成を示す図である。

[図5] 第 3 の実施例の光信号処理装置の構成を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 本発明の基本的な考え方は、例えば以下の (i) - (i i i) と行うことができる。

[0017] (i) P I L O S S 構成の多入力多出力の光スイッチは、多段接続されたスイッチエレメントの内の前段のスイッチエレメントの出力と後段のスイッチエレメントの入力とを接続した構成である。

[0018] (i i) 特定の段のスイッチエレメントをスキップしたスイッチエレメント同士の接続等では、スイッチエレメント同士の間に光導波路を通す必要が

ある。（例えば、 p 列において多段に配列されたスイッチエレメントの内の、 n 段目のスイッチエレメントの出力と $n+2$ 番目のスイッチエレメントの入力とを接続する場合には、 $n+1$ 番目のスイッチエレメントをスキップするための光導波路を、 p 列目の $n+1$ 番目のスイッチエレメントと $p+1$ 列目（または $p-1$ 列目）の $n+1$ 番目のスイッチエレメントとの間に形成して接続する必要がある。）

[0019] (i i i) 上記 (i i) のスイッチエレメントの間に形成された光導波路における伝搬定数を、スイッチエレメントを構成する光導波路の伝搬定数と異ならせることにより、スイッチエレメントを構成する光導波路とスイッチエレメントの間に形成された光導波路との間で生じる得る光信号のクロストーク (TX) を抑えることができる。

[0020] 以上を満たすように光信号処理装置を構成することで、低クロストーク特性を確保しつつ、スイッチエレメントの間の間隔を狭くすることが可能となる。

[0021] なお、スイッチエレメントは通常、例えば MZ I などの光導波路を主体とした素子で構成されるため（図 1 (a)）、以降の記載においては光導波路素子と称する。

[0022] 以下、図面を参照しながら本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、以下の各実施例の図において、光信号処理装置の左端を入力側、右端を出力側として説明するが、光導波路素子およびこれらを接続する光導波路における光の伝搬方向は可逆であって、右端を入力側、左端の出力側としてもよい。また、光信号処理装置は多段構成として、各段の光導波路素子の出力側の光導波路を次段の光導波路素子の入力側の光導波路に接続してもよい。あるいは、前段の出力側の光導波路素子が後段の入力側の光導波路素子となってもよい。

[0023] (実施例 1)

図 3 (a) は、本発明の実施例 1 に係る光信号処理装置の、接続光導波路とスイッチエレメントの平面図を示す。

[0024] 図3(a)において、簡単のため、図1の従来例と同じく左端の入力側に4個、右端の出力側に4個の計8個の光導波路素子を有する光信号処理装置が示される。入力側の4個の光導波路素子と出力側の4個の光導波路素子の間には、さらに8個の光導波路素子が配置されている。合計16個の光導波路素子は、 $y-z$ 平面内に4行4列に配列されている。入力側と出力側の光導波路素子の間は、2組4本の接続光導波路で接続されている。また、図3(a)には、図示された16個のスイッチエレメントには接続されない光導波路が左から右へとスイッチエレメント間(y 軸方向の2列目に配置されたスイッチエレメントと3列目に配列されたスイッチエレメントとの間)を通っている。前述したように、光導波路素子の y 軸方向の間隔が狭いと光導波路同士の伝搬モードが結合し、光導波路間でクロストークが発生する。

[0025] 図3(b)は、図3(a)における y 軸方向の2列目及び3列目の3段目(左から3番目)のスイッチエレメント間に形成された光導波路を示す図である。図3(b)は、スイッチエレメントがMZIであった場合の、図3(a)における y 軸方向の2列目及び3列目の2段目(左から2番目)のスイッチエレメントと4段目(同4番目)のスイッチエレメントをそれぞれ接続する光導波路(あるいはスイッチエレメントを構成する光導波路)と図示されたスイッチエレメントには接続されない光導波路とが近接する領域の拡大図を示す。

[0026] 近接する光導波路の伝搬モードの結合強度は光導波路間隔が近くなると近接している距離が短くても強くなる。そのため、光導波路が近づき過ぎると、光信号のクロストークが発生してしまう。また、この結合強度は両者の伝搬定数が同一の時にもっとも大きくなり、両者の伝搬定数が異なる場合にはその値は小さくなる。

[0027] 光導波路の伝搬定数はコアとクラッドの屈折率差や屈折率分布およびコアの形状により変化する。光信号処理装置が一つのチップ上に光導波路で形成されている場合、通常はコアとクラッドの屈折率は作成時に決まってしまうが、近接する光導波路の形状で伝搬定数を制御することは可能である。特に

光導波路の太さはコアを形成する際の露光マスクで制御することができ、変更することが容易である。

[0028] 本実施例では、図3（b）に示すように、近接する光導波路の太さを変えることにより、両者の伝搬定数を変化させ、両者間での伝搬モードの結合およびその結果もたらされるクロストークを抑えることができる。図3（b）においては、3本の隣接する光導波路の内の中心の光導波路の太さ（y軸方向の幅）を他の2本の光導波路の太さよりも太く構成している。図3（b）の中心の光導波路以外の2本の光導波路が、図3（a）のy軸方向の2列目及び3列目の3段目（左から3番目）のスイッチエレメントを構成する光導波路と隣接する場合には、これらを伝搬する光信号間のクロストークを低減するために、図3（b）の中心の光導波路以外の他の2本の光導波路の伝搬定数を、図3（a）のスイッチエレメントを構成する光導波路の伝搬定数と異ならせてもよい。

[0029] 例えば、隣接する光導波路の間隔（y軸方向の距離）が $40\mu\text{m}$ のとき、2つの光導波路の太さ（y軸方向の幅）の比が、1.03倍となるように2つの光導波路を構成することで、両者の伝搬係数を異ならせることにより、クロストークを抑えることができる。

[0030] 上記例において、両端がスイッチエレメントに接続された光導波路は、少なくとも一端がスイッチエレメントには接続された光導波路に置き換えてもよく、および／または、両端がスイッチエレメントに接続されていない光導波路は、少なくとも一端がスイッチエレメントには接続されない光導波路に置き換えてもよい。または、上記例において、両端がスイッチエレメントに接続された光導波路および両端がスイッチエレメントに接続されていない光導波路のいずれか一方が無い構成としてもよい。この場合、少なくとも一端がスイッチエレメントに接続された光導波路の伝搬定数を、y軸方向において近接して配置されたスイッチエレメントを構成する光導波路の伝搬定数を異ならせてもよい。または少なくとも一端がスイッチエレメントに接続された光導波路の伝搬定数を、y軸方向において近接して配置されたスイッチエ

メントを構成する光導波路の伝搬定数を異ならせてもよい。

[0031] また、上記例において、両端がスイッチエレメントに接続された光導波路および両端がスイッチエレメントに接続されていない光導波路が無い構成とし、 y 軸方向において近接して配置されたスイッチエレメントにおいて、当該スイッチエレメントを構成する光導波路の伝搬定数を異ならせてもよい。

[0032] (実施例2)

図4は、本発明の実施例2に係る光信号処理装置の構成を簡易的に示す図である。本実施例の光信号処理装置は4入力3出力のPILOSSスイッチであり、入力および出力光導波路と、 $y-z$ 平面に2次元に配置されたMZIスイッチであるスイッチエレメントと、スイッチエレメント間を接続する接続光導波路とを含む。このような入力と出力が非対称なPILOSSスイッチでは、多段に並んだスイッチエレメントの各段をスキップし、次の段のスイッチエレメントに接続する接続光導波路が存在する。

[0033] 上述したように、スイッチエレメント間にはできるだけ近づけることでスイッチ全体のサイズを縮小することができる。しかし、 y 軸方向のスイッチエレメントとスイッチエレメントとの間隔が小さすぎると、スイッチエレメント間に形成された接続光導波路とスイッチエレメントを構成する(MZIスイッチを構成する)光導波路との間で伝搬モード結合と光信号のクロストークが発生してしまう。

[0034] これに対し、スイッチエレメント間に形成された接続光導波路の太さを、スイッチエレメントを構成する光導波路の太さと異ならせることにより、両者の伝搬定数が変化し、伝搬モード結合を弱くすることで光信号のクロストークを抑えることができる。よって、光信号処理装置における光導波路間隔を小さくすることができ、チップを小型化することが可能となる。

[0035] また、各段のMZIスイッチをスキップするためにMZIスイッチ間に形成された光導波路のみならず、近接するMZIスイッチにおいて、当該MZIスイッチを構成する光導波路の伝搬定数を変化させることで、MZIスイッチ間での光信号のクロストークを抑制することもできる。これは、隣接す

るMZIスイッチにおいて、幅が異なる光導波路を採用することで達成することができる。

[0036] (実施例3)

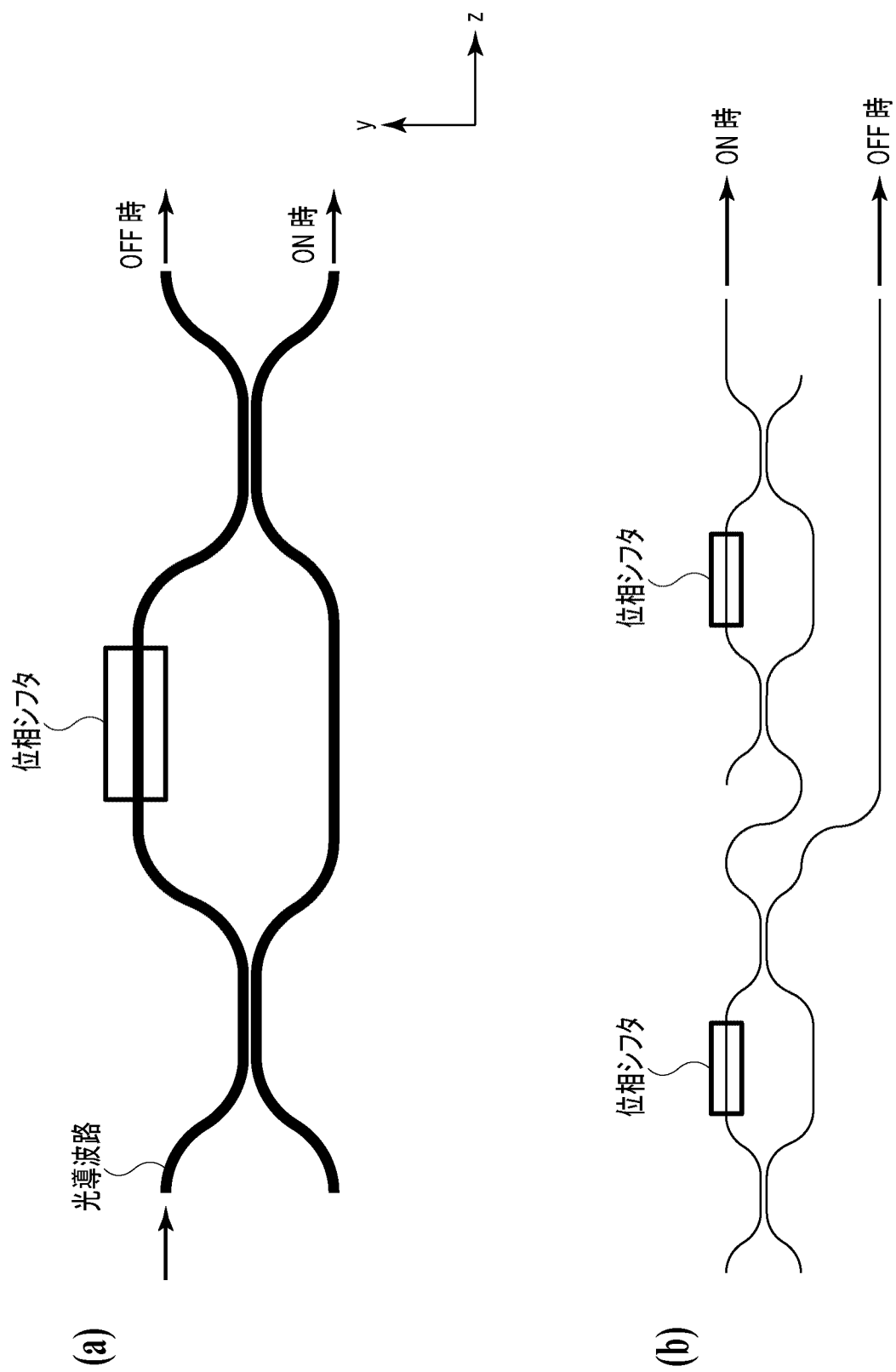
図5は、本発明の実施例3の光信号処理装置の構成を簡易的に示す図である。本実施例の光信号処理装置は4入力3出力のPILOSS構成を採用したマルチキャストスイッチ(MCS)であり、入力および出力光導波路と、y-z平面に2次元に配置されたMZIスイッチであるスイッチエレメントと、スイッチエレメント間を接続する接続光導波路と、光スプリッタとを含む。このような入力と出力が非対称なPILOSS構成を採用したスイッチでは、実施例2と同様に、多段に並んだスイッチエレメントの各段をスキップし、次の段のスイッチエレメントに接続する接続光導波路が存在する。そのため、実施例2と同様に、スイッチエレメント間に形成された接続光導波路の太さを、スイッチエレメントを構成する光導波路の太さと異ならせることにより、両者の伝搬定数が変化し、伝搬モード結合を弱くすることで光信号のクロストークを抑えることができる。さらに、各段のMZIスイッチをスキップするためにMZIスイッチ間に形成された光導波路のみならず、近接するMZIスイッチにおいて、当該MZIスイッチを構成する光導波路の伝搬定数を変化させることで、MZIスイッチ間での光信号のクロストークを抑制することもできる。

請求の範囲

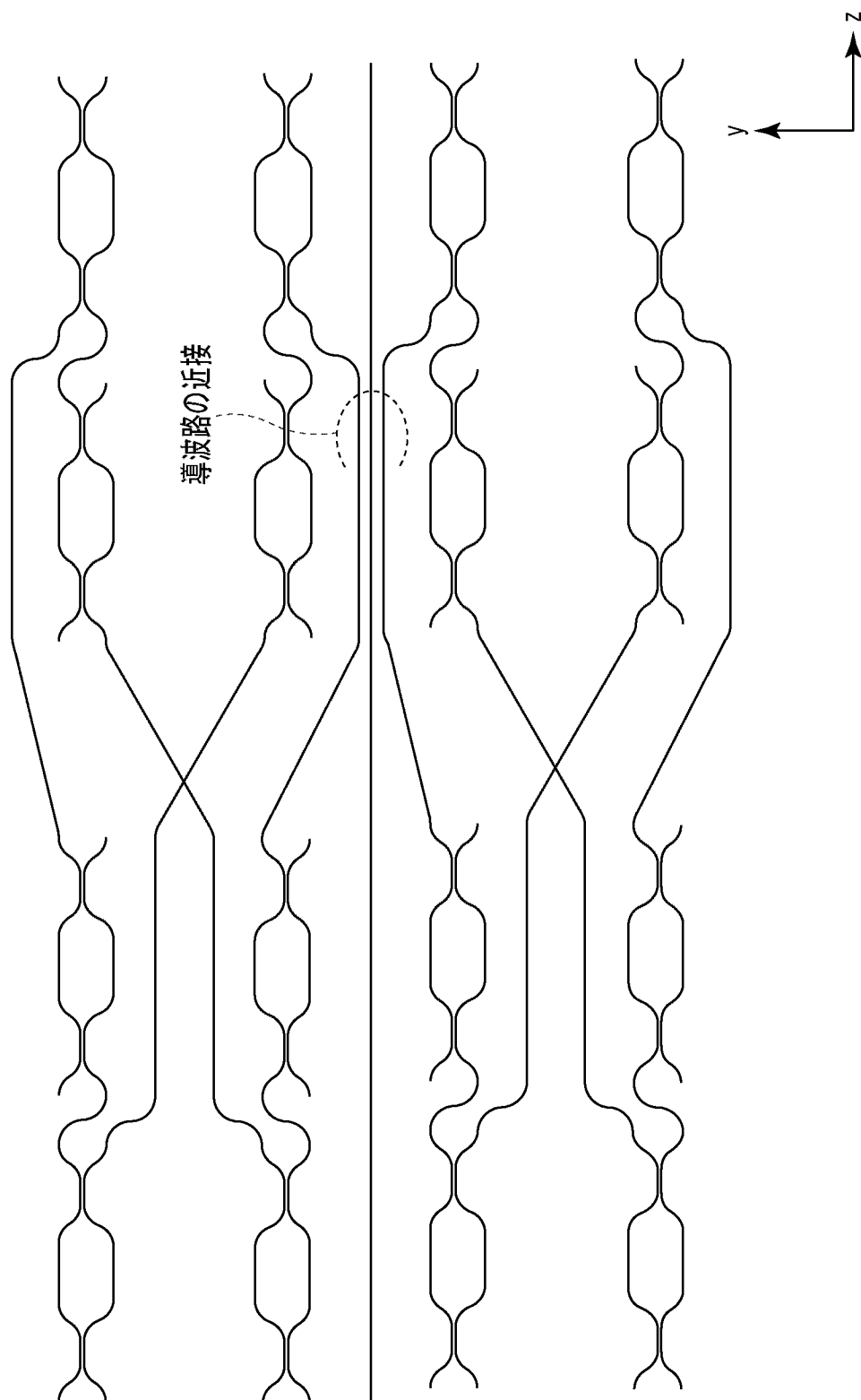
- [請求項1] 複数の入力光導波路と、複数の出力光導波路と、前記複数の入力光導波路と前記複数の出力光導波路との間に配列された複数の光導波路素子と、接続光導波路とを備えた光信号処理装置であって、
- 前記光導波路素子と近接する前記接続光導波路の伝搬定数が、当該近接する前記光導波路素子を構成する光導波路の伝搬定数と異なる、光信号処理装置。
- [請求項2] 前記接続光導波路は、少なくとも一端が前記光導波路素子と接続されている第1の接続光導波路を含み、前記第1の接続光導波路の伝搬定数が前記近接する前記光導波路素子を構成する光導波路の伝搬定数と異なる、請求項1に記載の光信号処理装置。
- [請求項3] 前記接続光導波路は、少なくとも一端が前記光導波路素子と接続されていない第2の接続光導波路を含み、
- 前記第2の接続光導波路の伝搬定数が前記近接する前記光導波路素子を構成する光導波路の伝搬定数と異なる、または、
- 前記第2の接続光導波路の伝搬定数が、少なくとも一端が前記光導波路素子と接続されている第1の接続光導波路の伝搬定数と異なる、請求項1または2に記載の光信号処理装置。
- [請求項4] 複数の入力光導波路と、複数の出力光導波路と、前記複数の入力光導波路と前記複数の出力光導波路との間に配列された複数の光導波路素子とを備えた光信号処理装置であって、
- 前記複数の光導波路素子の内の、光導波方向に直交する方向に近接して配列された2つの光導波路素子を構成する光導波路の伝搬定数が異なる、光信号処理装置。
- [請求項5] 伝搬定数が互いに異なる2つの光導波路は光導波路幅が異なる、請求項1乃至4のいずれか一項に記載の光信号処理装置。
- [請求項6] 前記光導波路素子がマッハツェンダ干渉計を含む、請求項1乃至5のいずれか一項に記載の光信号処理装置。

- [請求項7] 前記複数の光導波路素子は、光導波路素子を多段構成したP I O S S構成を光導波方向に直交する方向に配列した多入力多出力光スイッチを構成する、請求項1乃至6のいずれか一項に記載の光信号処理装置。
- [請求項8] 前記多入力多出力光スイッチは、マルチキャストスイッチの機能を有する、請求項7記載の光信号処理装置。

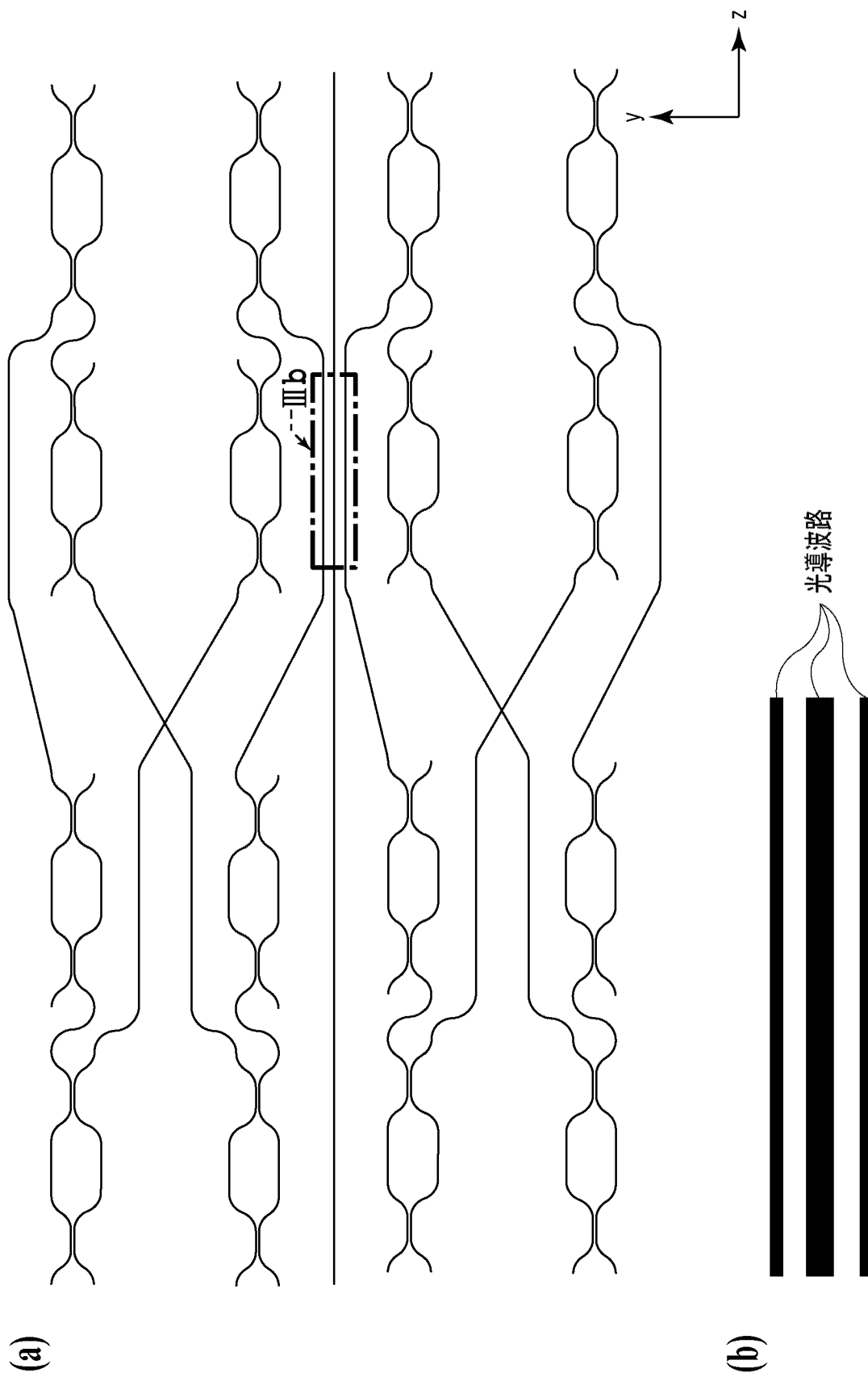
[図1]



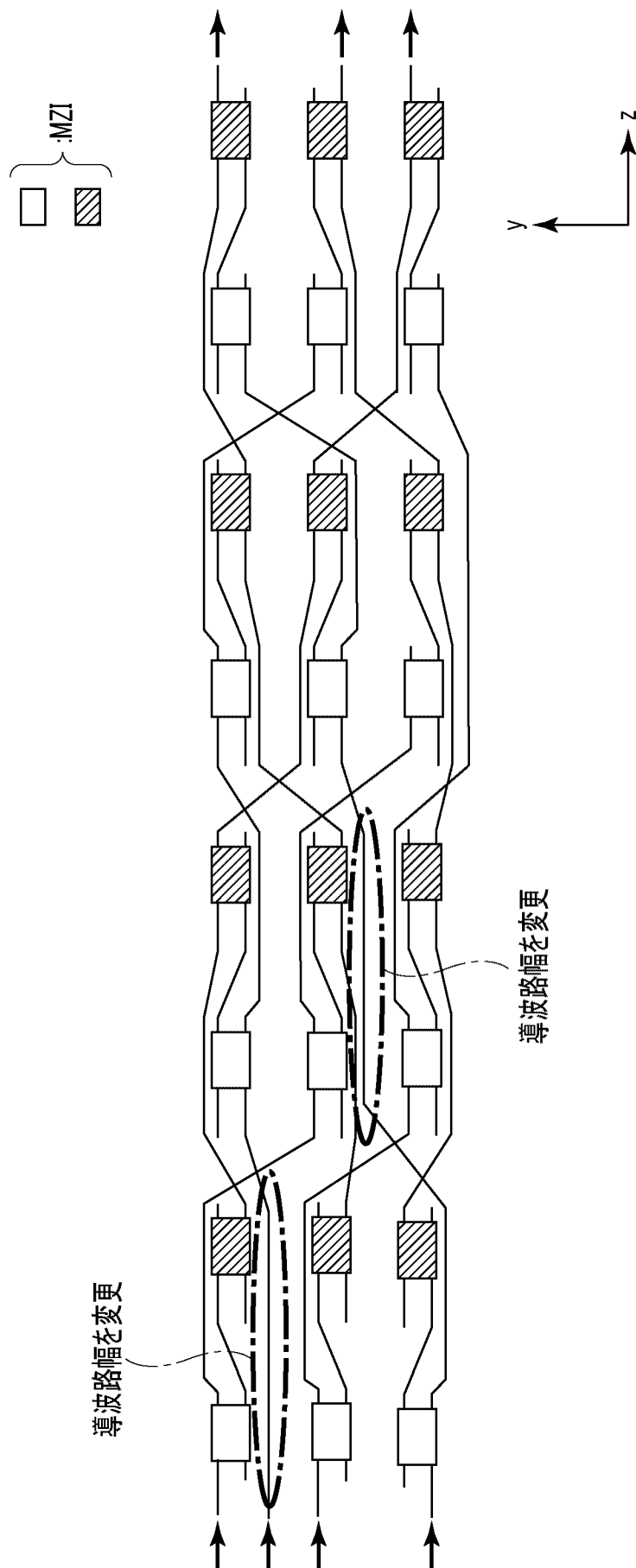
[図2]



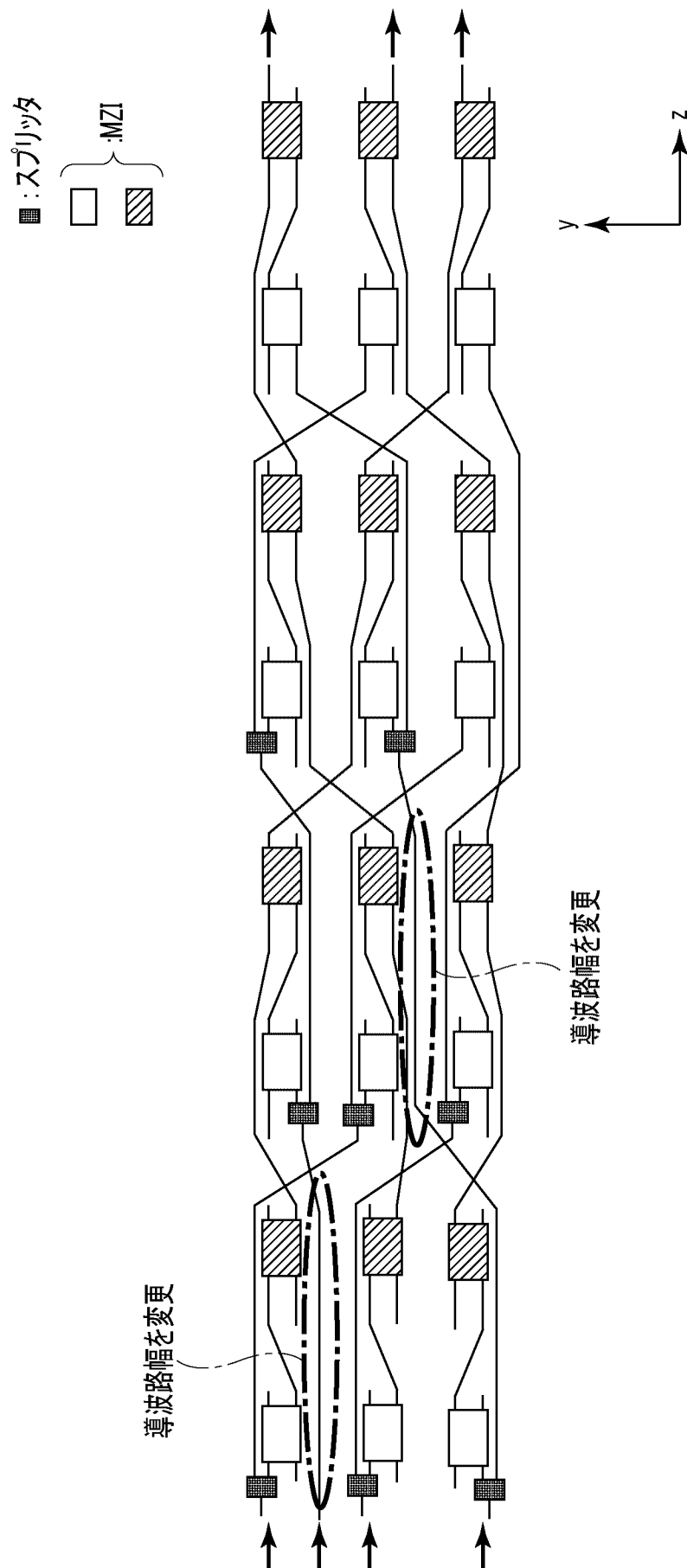
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/000137

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F 1/313 (2006.01) i

FI: G02F1/313

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)

G02F1/00-1/125, G02F1/21-7/00, G02B6/12-6/14

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-075588 A (FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) 20.04.2015 (2015-04-20) paragraphs [0002]-[0004]	1-8
Y	JP 2007-114222 A (SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD.) 10.05.2007 (2007-05-10) paragraphs [0036]-[0047], fig. 4-6	1-8
Y	JP 2011-128206 A (NEC CORP.) 30.06.2011 (2011-06-30) paragraphs [0020]-[0033], [0045], [0047], fig. 1-2	1-8
Y	JP 2005-107229 A (SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD.) 21.04.2005 (2005-04-21) paragraphs [0019]-[0026], fig. 2-5	1-8
Y	JP 2018-036582 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORP.) 08.03.2018 (2018-03-08) paragraph [0033]	1-8



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

"I" 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
18 March 2020 (18.03.2020)

Date of mailing of the international search report
31 March 2020 (31.03.2020)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/000137

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2014/0294344 A1 (FONDEUR) 02.10.2014 (2014-10-02) paragraphs [0002]-[0009], [0028]-[0031], fig. 1-4	1-8
Y	JP 09-:329720 A (MITSUBISHI GAS CHEMICAL CO., INC.) 22.12.1997 (1997-12-22) page 4, line 32 to page 6, line 28, fig. 1-2	3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/000137

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2015-075588 A	20 Apr. 2015	(Family: none)	
JP 2007-114222 A	10 May 2007	US 2009/0202189 A1 paragraphs [0059]- [0084], fig. 4-6 EP 1870765 A1	
JP 2011-128206 A	30 Jun. 2011	(Family: none)	
JP 2005-107229 A	21 Apr. 2005	(Family: none)	
JP 2018-036582 A	08 Mar. 2018	(Family: none)	
US 2014/0294344 A1	02 Oct. 2014	CN 104076445 A	
JP 09-329720 A	22 Dec. 1997	EP 813077 A2 paragraphs [0010]- [0023], fig. 1-2	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02F 1/313(2006.01)i FI: G02F1/313		
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）） G02F1/00-1/125, G02F1/21-7/00, G02B6/12-6/14		
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2015-07588 A（古河電気工業株式会社）20.04.2015（2015-04-20） [0002]-[0004]	1-8
Y	JP 2007-114222 A（住友大阪セメント株式会社）10.05.2007（2007-05-10） [0036]-[0047], 図4-6	1-8
Y	JP 2011-128206 A（日本電気株式会社）30.06.2011（2011-06-30） [0020]-[0033], [0045], [0047], 図1-2	1-8
Y	JP 2005-107229 A（住友大阪セメント株式会社）21.04.2005（2005-04-21） [0019]-[0026], 図2-5	1-8
Y	JP 2018-036582 A（日本電信電話株式会社）08.03.2018（2018-03-08） [0033]	1-8
Y	US 2014/0294344 A1（FONDEUR）02.10.2014（2014-10-02） [0002]-[0009], [0028]-[0031], 図1-4	1-8
Y	JP 09-329720 A（三菱瓦斯化学株式会社）22.12.1997（1997-12-22） 第4頁第32行-第6頁第28行, 図1-2	3
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 18.03.2020		国際調査報告の発送日 31.03.2020
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 奥村 政人 2L 4752 電話番号 03-3581-1101 内線 3295

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/000137

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2015-075588	A	20.04.2015	(ファミリーなし)	
JP	2007-114222	A	10.05.2007	US 2009/0202189 A1	
				[0059]-[0084], 図4-6	
				EP 1870765 A1	
JP	2011-128206	A	30.06.2011	(ファミリーなし)	
JP	2005-107229	A	21.04.2005	(ファミリーなし)	
JP	2018-036582	A	08.03.2018	(ファミリーなし)	
US	2014/0294344	A1	02.10.2014	CN 104076445 A	
JP	09-329720	A	22.12.1997	EP 813077 A2	
				[0010]-[0023], 図1-2	