

(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
2013 年 10 月 10 日(10.10.2013)



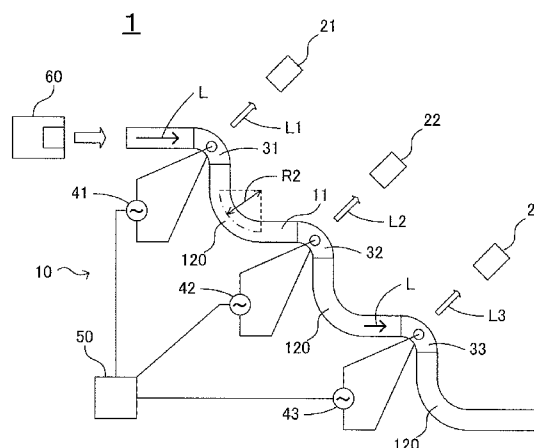
(10) 国際公開番号

WO 2013/150873 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/313 (2006.01) H04B 10/524 (2013.01)
G02F 1/055 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/057157
- (22) 国際出願日: 2013 年 3 月 14 日(14.03.2013)
- (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 2012-086048 2012 年 4 月 5 日(05.04.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社豊田自動織機 (KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 今岡 功 (IMAOKA, Ko); 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町 2 丁目 1 番地 株式会社豊田自動織機内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 曾我 道治, 外 (SOGA, Michiharu et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目 1 番 1 号 国際ビルディング 8 階 曾我特許事務所 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, 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, 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: TRANSMITTER FOR OPTICAL MULTIPLEX COMMUNICATION, AND COMMUNICATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 光多重通信の発信機および通信システム



(57) Abstract: Provided are: a transmitter, which is capable of transmitting a plurality of signals using a single light source in optical multiplex communication; and a communication system. An optical fiber section (11) forms a main optical path (L). A first modulation means (31) is provided on the main optical path (L), and a second modulation means (32) is provided in the downstream of the first modulation means. The first modulation means (31) is provided with a refractive index variable section, and the refractive index of the refractive index variable section changes corresponding to voltages applied thereto as first signals. The first modulation means (31) branches a part of light in the main optical path (L) from the main optical path (L) corresponding to the refractive index change in the refractive index variable section, thereby modulating the light.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/150873 A1



光多重通信において、単一の光源を用いて複数の信号を送信することができる発信機および通信システムを提供する。光ファイバ部 1 1 は主光路 L を形成する。主光路 L 上に第 1 の変調手段 3 1 が設けられ、その下流に第 2 の変調手段 3 2 が設けられる。第 1 の変調手段 3 1 は屈折率可変部を備え、第 1 の信号として印加される電圧に応じて屈折率可変部の屈折率が変化する。第 1 の変調手段 3 1 は、屈折率可変部における屈折率の変化に応じて、主光路 L の光の一部を主光路 L から分岐させ、これによって光を変調する。

明 細 書

発明の名称：光多重通信用の発信機および通信システム

技術分野

[0001] 本発明は、光多重通信用の発信機および通信システムに関し、とくに屈折率の変化によって光を変調するものに関する。

背景技術

[0002] 光多重通信システムとして、送信データに基づいて生成された駆動電流信号に基づいて光源を制御し、可視光信号を受信機に対して出力するものが提案されている。特許文献1には、光分岐回路を用いて複数の光源を準備し、これらの光源をそれぞれ対応する変調器で並列的に変調する構成が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平7-123073号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、従来の光多重通信システムでは、送信機に用いられる光源を複数準備する必要があった。このため、たとえば構成が複雑になったりコストが増加したりといった問題があった。なお、特許文献1のように単一の光源からの光を分岐させ、擬似的に複数の光源のように扱うことも可能であるが、そのような構成ではそれぞれの変調器に供給される光の強度が低くなる。また、分岐回路が必要になり構成が複雑になる。

[0005] 本発明は、このような問題を解決するためになされたものであり、光多重通信において、単一の光源を用いて複数の信号を送信することができる発信機および通信システムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上述の問題を解決するため、この発明に係る光多重通信用の発信機は、光

を放出する光源と、光を導く主光路を形成する導光手段と、主光路上に設けられ、第1の信号に応じて光を変調する、第1の変調手段と、主光路上において、第1の変調手段よりも下流に設けられ、第2の信号に応じて光を変調する、第2の変調手段とを備え、第1の変調手段は、屈折率可変部を備える屈折変調手段であり、屈折率可変部は、第1の信号として印加される電圧に応じて屈折率が変化し、屈折変調手段は、屈折率可変部における屈折率の変化に応じて、光の一部を主光路から分岐させ、これによって光を変調する。

[0007] このような構成によれば、主光路に複数の変調手段を設け、上流に位置する変調手段が光の一部を主光路から分岐させ、これによって変調を行う。また、下流に位置する変調手段は、上流の変調手段が分岐させなかった光を利用して変調を行う。

[0008] 導光手段および第1の変調手段は、主光路を形成するコアと、主光路の外周に配置されるクラッドとを備え、屈折率可変部は、コアまたはクラッドとして構成され、電圧は、第1の信号に応じて所定の範囲内で変動し、電圧が範囲内である場合、コアの屈折率は、クラッドの屈折率よりも大きいものであってもよい。

第1の変調手段は主光路に沿って延び、第1の変調手段は、第1の曲率で湾曲する第1湾曲部を備え、電圧が範囲の下限である場合、主光路を伝播する光は、第1湾曲部におけるコアとクラッドとの境界面において全反射を起こし、電圧が範囲の上限である場合、主光路を伝播する光の一部が境界面を透過し、これによって主光路から分岐してもよい。

導光手段は、第1の曲率よりも小さい第2の曲率で湾曲する第2湾曲部を備え、湾曲部および第1の変調手段のコアは、同一平面内において互いに逆の向きに湾曲してもよい。

第1の変調手段は、第1の信号に応じて屈折率可変部に印加される電圧を変化させてもよい。

第2の変調手段は屈折変調手段であってもよい。

光源はレーザーダイオードであり、導光手段は光ファイバであってもよい。

。

第2の変調手段は、屈折変調手段であり、第1および第2の変調手段は、それぞれ異なるタイミングで光を分岐させてもよい。

第1の変調手段および第2の変調手段は、それぞれ第1の時間帯および第2の時間帯において光を分岐させ、第1の時間帯および第2の時間帯は、互いに等しい周期で繰り返されてもよい。

第1の変調手段および第2の変調手段は、それぞれ、共通の時間周期における第1の位相時刻および第2の位相時刻において光を分岐させてもよい。

[0009] また、この発明に係る通信システムは、上述の発信機と、第1の変調手段によって分岐させられた光を受光する光検出手段と、光検出手段が受光した光を復調して第1の信号を再生する復調手段とを備える。

発明の効果

[0010] 本発明の発信機および通信システムによれば、上流の変調手段が分岐させなかった光を利用して下流に位置する変調手段が変調を行うので、単一の光源によって複数の変調手段に光を供給することができる。このため、たとえば光源の構成が簡素になり、またコストを低減できる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]実施の形態1に係る光多重通信システムの構成の概略を示す模式図である。

[図2]図1の光ファイバ部および変調手段に関連する構成を説明する拡大図である。

[図3]図2のコアに印加される電圧に対する屈折率の変化を表すグラフである。

[図4]図2に示す構成を、コアの軸を含む平面によって切断した断面図である。

[図5]図4において異なる電圧における光の反射および透過の様子を説明する図である。

[図6]各変調手段の動作タイミングと、各変調手段において発生するパルスと

の関係の例を示す図である。

[図7]実施の形態2における時分割制御の例を示す図である。

[図8]実施の形態3における位相制御の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、この発明の実施の形態を添付図面に基づいて説明する。

実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態1に係る光多重通信システム1の構成の概略を示す模式図である。本発明に係る光多重通信システム1は、発信機10および受信機21～23を備える。発信機10は、光ファイバ部11と、光ファイバ部11に設けられる複数の変調手段（第1の変調手段31、第2の変調手段32および第3の変調手段33）と、これらの変調手段にそれぞれ信号を供給する信号源（第1の信号源41、第2の信号源42および第3の信号源43）と、各信号源を制御する制御手段50と、光ファイバ部11に光を供給する光源60とを備える。

[0013] 光源60はたとえば発光ダイオード（LED）であり、光を放出して光ファイバ部11に入射させる。光ファイバ部11は、入射した光を軸方向に導く主光路Lを形成する導光手段として機能する。変調手段31～33は、主光路L上に上流から下流に向かう順で設けられる。すなわち、主光路L上において、変調手段31が最も上流に設けられ、変調手段32は変調手段31よりも下流に設けられ、さらに変調手段33は変調手段32よりも下流に設けられる。また、変調手段31～33は、それぞれ入力される信号（第1の信号、第2の信号および第3の信号）に応じて光を変調する。

[0014] 変調手段31～33によって変調された光は、主光路Lからそれぞれ対応する分岐光路（第1の分岐光路L1、第2の分岐光路L2および第3の分岐光路L3）に分岐する（分岐の動作については後述する）。受信機21～23は、それぞれ、変調手段31～33によって分岐光路L1～L3に分岐させられた光を受光する。たとえば受信機21は分岐光路L1を伝播する光を受光する第1の光検出手段を備える。この光検出手段は、公知のMOSやC

C Dを用いた受光素子等によって構成することができる。また、受信機 2 1 は、受光した光を復調して第 1 の信号を再生する第 1 の復調手段を備える。

[0015] 受信機 2 2 および受信機 2 3 も、受信機 2 1 と同様の構成を備える。このような構成により、光多重通信システム 1 は、単一の光源 6 0 からの光を利用し、複数の変調手段 3 1 ~ 3 3 と複数の受信機 2 1 ~ 2 3 との間で多重通信を行う。

[0016] 図 2 は、光ファイバ部 1 1 および変調手段 3 1 ~ 3 3 に関連する構成を説明する拡大図である。なお、図 2 には変調手段 3 1 のみを示すが、本実施形態では変調手段 3 2 および変調手段 3 3 も変調手段 3 1 と同様の構成を有する。

[0017] 光ファイバ部 1 1 は公知の光ファイバとしての構成を有する。たとえば、主光路 L を形成するコア 1 0 1 と、コア 1 0 1 の外周に配置されるクラッド 1 0 2 とを備える。また、変調手段 3 1 は主光路 L に沿って延びる形状を有し、主光路 L を形成するコア 1 1 1 と、コア 1 1 1 の外周に配置されるクラッド 1 1 2 とを備える。クラッド 1 1 2 はコア 1 1 1 を包むように存在する。

[0018] 変調手段 3 1 のコア 1 1 1 は、透明性（すなわち光伝導性）を持ち、電圧の印加により屈折率が変化する材料によって構成される。すなわち、本実施形態では、コア 1 1 1 は屈折率可変部であり、変調手段 3 1 は屈折変調手段である。このような材料としては、たとえば P L Z T を用いることができる。また変調手段 3 1 のクラッド 1 1 2 は、コア 1 1 1 よりも屈折率が低い材料によって構成される。

[0019] クラッド 1 1 2 には一対の電極 1 4 0 が設けられる。図 2 にはこのうち一方（たとえば陽極）のみを示すが、コア 1 1 1 およびクラッド 1 1 2 に対してこれと反対の位置にもう一方の電極（たとえば陰極）が同様の構成で設けられる。一対の電極 1 4 0 は信号源 4 1 に接続され、信号源 4 1 が発生する電圧をコア 1 1 1 およびクラッド 1 1 2 に印加する。このように、信号源 4 1 および電極 1 4 0 は、第 1 の信号に応じて、コア 1 1 1 およびクラッド 1

12に印加される電圧を変化させる、電圧印加部として機能する。また、これに伴い、印加される電圧に応じてコア111およびクラッド112の屈折率が変化する。なお、電圧の印加による屈折率の変化量はコア111とクラッド112とは異なる。本実施形態では上述のようにコア111の材料にPLZTが用いられており、コア111の屈折率変化はクラッド112よりも大きい。

なお、図2では電極140およびその周辺部分にはクラッド112が設けられず、コア

111に直接電極140が接触しているが、電極140はクラッド112を介して取り付けられてもよい。

[0020] 図3は、コア111に印加される電圧Vに対するコア111の屈折率nの変化を表すグラフである。第1の入力信号に応じて信号源41が発生する電圧（または電圧の絶対値）の下限をV0（たとえば $V0=0$ ）とし、上限をV1とする。すなわち、コア111に印加される電圧Vは $V0 \leq V \leq V1$ の範囲内で変動する。

$V=V0$ のとき $n=n0$ であり、 $V=V1$ のとき $n=n1$ である。 $V0 < V < V1$ のとき $n0 < n < n1$ であり、たとえばnはVに対して線形に変化する。また、クラッド112の屈折率を $n2$ とすると、 $V0 \leq V \leq V1$ であれば常に $n > n2$ である。（なお、本実施形態では $n2$ は常に一定とするが、 $V0 \leq V \leq V1$ において $n > n2$ を満たすものであれば $n2$ は一定でなくともよい。）

また、光ファイバ部11のコア101およびクラッド102は、たとえばそれぞれ変調手段31のコア111およびクラッド112と同一の材料によって構成することができる。

[0021] 図2に戻る。変調手段31は、第1湾曲部110を備える。第1湾曲部110は、一定の向きに一定の曲率 $1/R1$ （第1の曲率）で湾曲している（なお図2では曲率 $1/R1$ はコア111の中心軸における曲率を表す）。

図4は、図2に示す構成を、コア111の軸を含む平面によって切断した

断面図である。コア 1 1 1 とクラッド 1 1 2 との境界面 B は、その外縁 B 1 および内縁 B 2 のみが現れている。

[0022] 図 5 は、図 4 の構造において、異なる電圧に応じた光の反射および透過の様子を説明する図である。図 5 (a) は $V = V_0$ の状態を示し、図 5 (b) は $V = V_1$ の状態を示す。主光路 L を伝播する光が外縁 B 1 に入射する入射角 θ の最小値を θ_{min} とする（すなわち、主光路 L を伝播する光はすべて θ_{min} 以上の入射角 θ をもって外縁 B 1 に入射する）。 $V = V_0$ の場合、図 3 に示すようにコア 1 1 1 とクラッド 1 1 2 の屈折率の比 n_0 / n_2 は比較的大きい。このため、図 5 (a) のように、主光路 L から外縁 B 1 に入射角 θ_{min} で入射した光が、外縁 B 1 で全反射を起こし、分岐せずに主光路 L 内にとどまるように設計可能である。なお $\theta > \theta_{min}$ となる場合も同様であるので、主光路 L 内を伝播する光は外部に漏れず主光路 L 内を伝播し続けることになる。

[0023] 一方、 $V = V_1$ の場合、図 3 に示すようにコア 1 1 1 とクラッド 1 1 2 の屈折率の比 n_1 / n_2 は比較的小さい。このため、全反射の臨界角が広角側にシフトし、 θ_{min} よりも大きくなる（なお θ_{min} は図 5 (a) の場合と図 5 (b) の場合とで同一の値である）。すなわち、図 5 (b) のように、主光路 L から外縁 B 1 に入射角 θ_{min} で入射した光の一部が外縁 B 1 を透過し、これによって主光路 L から分岐光路 L 1 へと分岐して漏れ出すように設計可能である。

[0024] このように、変調手段 3 1 は、コア 1 1 1 における屈折率 n の変化に応じて、光の一部を主光路 L から分岐させ、これによって光を変調する。たとえば、光を分岐させることによってパルスが存在することを表し、光を分岐させないことによってパルスが存在しないことを表すことができる。

[0025] なお、変調手段 3 1 の曲率 $1 / R_1$ (図 2 参照) は、主光路 L の特性 (コア 1 1 1 の屈折率 n および電圧 V に対する変動、クラッド 1 1 2 の屈折率 n_2 、入射角 θ の最小値 θ_{min} 、等) によって決まる臨界曲率より若干大きめの角度 (すなわち若干ゆるやかな曲率) として選択することができる。こ

ここで、「臨界曲率」とは、電圧 V が上限 V_1 である場合に、入射角 θ_{min} で外縁 B_1 に入射した光が全反射を起こす範囲内で最大の曲率である。

また、 $V = V_1$ のときに主光路 L から分岐する光の割合は曲率および屈折率等の諸条件によって定まり、たとえば30%程度の光が分岐する構成とすることができる。

[0026] 以上は変調手段31の構成であるが、変調手段32および変調手段33も同様の構成を有する。したがって、図1に示すように、変調手段31において分岐しなかった光は主光路 L を伝播して変調手段32に達し、その一部は変調手段32において分岐して外部に漏れ出す。さらに、変調手段32でも分岐しなかった光は主光路 L を伝播して変調手段33に達し、その一部は変調手段33において分岐して外部に漏れ出す。すなわち、上流の変調手段（たとえば変調手段31）は、下流の変調手段（たとえば変調手段32および変調手段33）までの主光路 L の一部を構成する。このように、単一の光源60から複数の信号を取り出すことが可能となる。

[0027] 以上のように、本発明の実施の形態1に係る発信機10および光多重通信システム1によれば、上流の変調手段が分岐させなかった光を利用して下流に位置する変調手段が変調を行うので、単一の光源60によって複数の変調手段に光を供給することができる。このため、たとえば光源の構成が簡素になり、またコストを低減できる。

[0028] また、図1に示すように、光ファイバ部11は複数の第2湾曲部120を備える。第2湾曲部120は、主光路 L において、変調手段31と変調手段32の間の位置、変調手段32と変調手段33との間の位置、および変調手段33よりも下流の位置に設けられる。第2湾曲部120は、第1湾曲部110と同一の平面において、第1湾曲部110とは反対の向きに、一定の曲率 $1/R_2$ （第2の曲率）で湾曲している（なお図1では曲率 $1/R_2$ は光ファイバ部11の中心軸における曲率を表す）。なお、本実施形態では第2湾曲部120の曲率は第1湾曲部110の曲率よりもゆるやかである（ $R_1 < R_2$ ）が、主光路 L を伝播する光が第2湾曲部120から外部に漏れ出

さない範囲であればこの条件を満たさないものであってもよい。すなわち、コア 1 1 1 およびクラッド 1 1 2 の屈折率差から求められる最小曲率よりも大きな曲率であればよい。最小曲率よりも大きな曲率であればコア 1 1 1 を伝播する光が全反射するからである。

[0029] また、第 2 湾曲部 1 2 0 は、各変調手段からの分岐光路 L 1 ~ L 3 が互いに平行となるように構成される。たとえば、変調手段 3 1 に入射する光の伝播方向と、変調手段 3 2 に入射する光の伝播方向と、変調手段 3 3 に入射する光の伝播方向とがすべて平行となるように第 1 湾曲部 1 1 0 および第 2 湾曲部 1 2 0 を構成し、さらに変調手段 3 1 ~ 3 3 をすべて同じ向きに配置するので、分岐光路 L 1 ~ L 3 の構造および受信機 2 1 ~ 受信機 2 3 の配置を簡素にすることができる。

[0030] 上述の実施の形態 1 において、以下のような変形を施すことができる。

最下流の変調手段（第 3 の変調手段 3 3）よりも下流では主光路 L を維持する必要がないので、最下流の変調手段は、屈折率が変化する材料によって構成されたものでなくともよい。たとえば、印加される電圧に応じて光を透過または遮蔽することによって変調を行う変調手段であってもよい。また、第 3 の変調手段 3 3 を設けない場合には、同様に第 2 の変調手段 3 2 をそのような変調手段としてもよい。

[0031] 光ファイバ部 1 1 は、第 2 湾曲部 1 2 0 を備えないものであってもよい。この場合には、各変調手段から分岐する光がそのままでは互いに平行とならないが、実施の形態 1 と同様に単一の光源 6 0 によって複数の変調手段に光を供給することができる。

[0032] 実施の形態 2.

実施の形態 2 は、実施の形態 1 において、各変調手段の動作タイミングを特定するものである。

図 6 は、各変調手段の動作タイミングに制限を設けない場合（上述の実施の形態 1 の一例）において、各変調手段の動作タイミングと、各変調手段に

において発生するパルス（すなわち各変調手段において分岐する光の強度）との関係の例を示す。この例では、説明の便宜上、各変調手段はいずれも光の50%を分岐させるように示しているが、実際に分岐する光はたとえば30%程度である。

[0033] 図6（a）は光源60が放出する光の強度であり、理想的には一定である。図6（b）～（d）は、第1の変調手段31、第2の変調手段32および第3の変調手段33が発生するパルスの時間幅および強度を示す。このパルスは、各変調手段が主光路Lから分岐させる光に対応する。この例では各パルスは理想的な矩形であるものとする。図6（e）は、主光路Lにおいて最下流の変調手段（すなわち変調手段33）よりも下流まで伝播する光、すなわち残光の強度である。

[0034] 図6（b）のように、最上流に位置する第1の変調手段31ではパルスの波形および強度は均一であるが、下流に進むにつれ、図6（c）および（d）のように、上流での分岐の影響を受けてパルスの波形および強度が変化する。たとえばパルスP1とパルスP2は時間的に重複しており、主光路Lの光の50%が第1の変調手段31においてパルスP1として分岐し、このため第2の変調手段32には到達しないので、第2変調手段32のパルスP2は強度が落ちる。同様に、パルスP3とパルスP4は一部が時間的に重複しているので、重複している部分について下流のパルスP4の強度が落ち、波形が歪む。

[0035] このように、各変調手段の動作タイミングに制限を設けない場合には、単一の光源60からの光が主光路Lに直列に配置された変調手段31～33において取り出されるので、後段になるに従って主光路L内の光強度のばらつきが大きくなり、信号伝達の信頼性を考慮した設計が必要となる。

[0036] これに対し、実施の形態2では、各変調手段の動作タイミングを制御する。たとえば、各変調手段を同期させ時分割で制御する。

図7は、実施の形態2における時分割制御の例を示す。各変調手段は、制御手段50（図1）の制御に応じ、それぞれ異なるタイミングで主光路Lの

光を分岐させる。制御の単位となる時間帯として、第 1 の時間帯 T 1、第 2 の時間帯 T 2 および第 3 の時間帯 T 3 が設けられ、この順に、互いに重複しないように配置される。

各時間帯は互いに等しい長さを有し、また、等しい周期で繰り返される。本実施形態では、第 3 の時間帯 T 3 の直後に次の第 1 の時間帯 T 1 が配置されている。

[0037] 各変調手段は、それぞれ対応する時間帯においてのみ光を分岐させる。すなわち、第 1 の変調手段 3 1 は第 1 の時間帯 T 1 においてのみ光を分岐させ、第 2 の変調手段 3 2 は第 2 の時間帯 T 2 においてのみ光を分岐させ、第 3 の変調手段 3 3 は第 3 の時間帯 T 3 においてのみ光を分岐させる。したがって、ある変調手段（たとえば第 2 の変調手段 3 2）が主光路 L の光の一部を分岐させている間は、他の変調手段（たとえば第 1 の変調手段 3 1 および第 3 の変調手段 3 3）は光を分岐させないことになる。

[0038] 以上のように、実施の形態 2 では、変調手段 3 1～3 3 を同期させ、信号を送るタイミングを時分割制御する。よって、下流の変調手段（たとえば第 3 の変調手段 3 3）は、上流の変調手段（たとえば第 1 の変調手段 3 1 および第 2 の変調手段 3 2）によって影響を受けず、図 7（b）～（d）に示すように各変調手段からの信号の品質を維持することができる。すなわち、変調手段 3 1～3 3 から送信される光信号を、主光路 L の上流・下流を問わず同等の品質で送信することが可能になる。

[0039] なお、上述の実施の形態 2 では各時間帯が隙間なく連続しているが、各時間帯の間には余裕時間帯が設けられても良い。この余裕時間帯にはいずれの変調手段も光を分岐させない制御とすれば、隣接する時間帯の重複をより確実に防止することができる。

[0040] また、実施の形態 2 では各時間帯の長さが互いに等しいが、各時間帯の長さが互いに異なってもよい。たとえば、時間帯 T 1 の長さが時間帯 T 2 の長さより大きくなるよう制御してもよい。このようにすると、異なるレートの信号を並列して送信することができる。

[0041] 実施の形態 3.

実施の形態 3 は、実施の形態 2 において、各変調手段の動作タイミングを変更するものである。

図 8 は、実施の形態 3 における位相制御の例を示す。各変調手段は、制御手段 50（図 1）の制御に応じ、それぞれ異なるタイミングで主光路 L の光を分岐させる。制御の周期は T であり、この周期 T が繰り返される。この周期 T は、すべての変調手段について共通である。

[0042] 各変調手段は、周期 T における特定の位相に対応する時刻においてのみ光を分岐させる。すなわち、第 1 の変調手段 31 は周期 T における位相 θ_1 に相当する時刻においてのみ光を分岐させ、第 2 の変調手段 32 は周期 T における位相 θ_2 に相当する時刻においてのみ光を分岐させ、第 3 の変調手段 33 は周期 T における位相 θ_3 に相当する時刻においてのみ光を分岐させる。なお、図 8 ではパルスの時間的位置はパルスの中央を基準として決められるが、これはパルスの開始時点等を基準として決めてもよい。また、パルスの幅は、同一の周期 T における隣接する周期のパルス（たとえば位相 θ_1 および θ_2 に対応する 2 つのパルス）が互いに干渉しないよう設計される。

[0043] したがって、実施の形態 2 と同様に、ある変調手段（たとえば第 2 の変調手段 32）が主光路 L の光の一部を分岐させている間は、他の変調手段（たとえば第 1 の変調手段 31 および第 3 の変調手段 33）は光を分岐させないことになる。

[0044] 以上のように、実施の形態 3 では、変調手段 31～33 を同期させ、信号を送るタイミングを位相シフト制御する。よって、実施の形態 2 と同様に、下流の変調手段は上流の変調手段によって影響を受けず、図 8（b）～（d）に示すように各変調手段からの信号の品質を維持することができる。すなわち、変調手段 31～33 から送信される光信号を、主光路 L の上流・下流を問わず同等の品質で送信することが可能になる。

[0045] また、実施の形態 3 では、各変調手段は周期 T のうち特定の位相に対応する時刻においてのみパルスを発生させるので、ひとつの変調手段から連続し

てパルスが発生することがない。たとえば図 8 (b) ~ (d) から明らかなように、ひとつの変調手段から送信されるパルスの間には少なくとも周期 T に等しい時間間隔が存在することになる。したがって、受光側の受信分解能を高める必要がない。たとえば図 8 に示す場合では、送信側の制御手段 50 は 1 つの周期 T において最大で 3 つのパルスが発生させる必要があるが、受信側の受信機 21、受信機 22 および受信機 23 はそれぞれ周期 T において最大で 1 つのパルスを検出できればよい。

[0046] 実施の形態 1 ~ 3 において、光源としての発光ダイオード (LED) はたとえば非レーザーの発光ダイオードであるが、レーザーダイオードであってもよく、その他の光源であってもよい。

[0047] 実施の形態 1 ~ 3 では、コアが屈折率可変部であり、コアの屈折率を電圧に応じて変化させることで変調を行っている。たとえば、図 3 の例では、印加される電圧 V の増加に応じてコアの屈折率 n が n_0 から n_1 に減少する一方、クラッドの屈折率は n_2 で一定である。

変形例として、クラッドを屈折率可変部とし、クラッドの屈折率を電圧に応じて変化させることで変調を行ってもよい。たとえば、クラッドの材料に PLZT を用いて、電圧の増加に応じて屈折率が増加するよう構成し、コアの材料にはクラッドより屈折率が大きくクラッドより屈折率変化量が小さい材料を用いることで、このような構成を実現することができる。

請求の範囲

[請求項1]

光を放出する光源と、
前記光を導く主光路を形成する導光手段と、
前記主光路上に設けられ、第1の信号に応じて前記光を変調する、
第1の変調手段と、
前記主光路上において、前記第1の変調手段よりも下流に設けられ、
第2の信号に応じて前記光を変調する、第2の変調手段と
を備え、
前記第1の変調手段は、屈折率可変部を備える屈折変調手段であり、
、
前記屈折率可変部は、前記第1の信号として印加される電圧に応じて
屈折率が変化し、
前記屈折変調手段は、前記屈折率可変部における屈折率の変化に応
じて、前記光の一部を前記主光路から分岐させ、これによって前記光
を変調する
光多重通信用の発信機。

[請求項2]

前記導光手段および前記第1の変調手段は、前記主光路を形成する
コアと、前記主光路の外周に配置されるクラッドとを備え、
前記屈折率可変部は、前記コアまたは前記クラッドとして構成され、
、
前記電圧は、前記第1の信号に応じて所定の範囲内で変動し、
前記電圧が前記範囲内である場合、前記コアの屈折率は、前記クラ
ッドの屈折率よりも大きい、請求項1に記載の発信機。

[請求項3]

前記第1の変調手段は前記主光路に沿って延び、
前記第1の変調手段は、第1の曲率で湾曲する第1湾曲部を備え、
前記電圧が前記範囲の下限である場合、前記主光路を伝播する光は、
前記第1湾曲部における前記コアと前記クラッドとの境界面におい
て全反射を起こし、

前記電圧が前記範囲の上限である場合、前記主光路を伝播する光の一部が前記境界面を透過し、これによって前記主光路から分岐する、請求項 2 に記載の発信機。

[請求項4] 前記導光手段は、前記第 1 の曲率よりも小さい第 2 の曲率で湾曲する第 2 湾曲部を備え、

前記第 1 湾曲部および前記第 2 湾曲部は、同一平面内において互いに逆の向きに湾曲する、請求項 3 に記載の発信機。

[請求項5] 前記第 1 の変調手段は、前記第 1 の信号に応じて前記屈折率可変部に印加される電圧を変化させる電圧印加部を備える、請求項 1 に記載の発信機。

[請求項6] 前記第 2 の変調手段は前記屈折変調手段である、請求項 1 に記載の発信機。

[請求項7] 前記光源は発光ダイオードであり、前記導光手段は光ファイバである、請求項 1 に記載の発信機。

[請求項8] 前記第 2 の変調手段は、前記屈折変調手段であり、
前記第 1 および第 2 の変調手段は、それぞれ異なるタイミングで前記光を分岐させる、請求項 1 に記載の発信機。

[請求項9] 前記第 1 の変調手段および前記第 2 の変調手段は、それぞれ第 1 の時間帯および第 2 の時間帯において前記光を分岐させ、

前記第 1 の時間帯および前記第 2 の時間帯は、互いに等しい周期で繰り返される、請求項 8 に記載の発信機。

[請求項10] 前記第 1 の変調手段および前記第 2 の変調手段は、それぞれ、共通の時間周期における第 1 の位相時刻および第 2 の位相時刻において前記光を分岐させる、請求項 8 に記載の発信機。

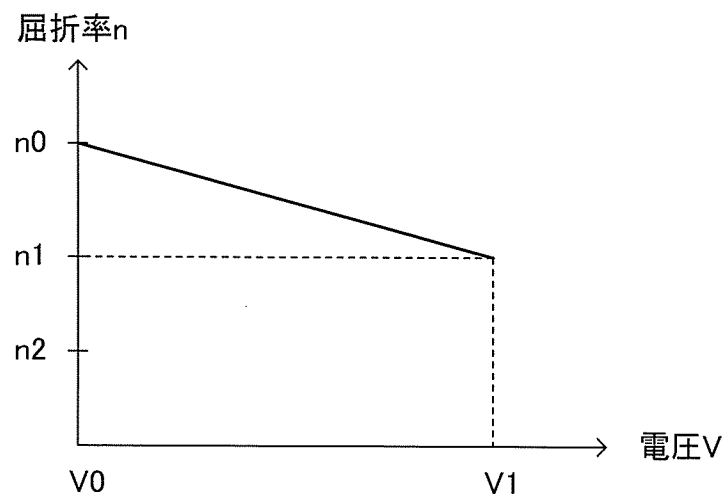
[請求項11] 請求項 1 に記載の発信機と、

前記第 1 の変調手段によって分岐させられた光を受光する光検出手段と、

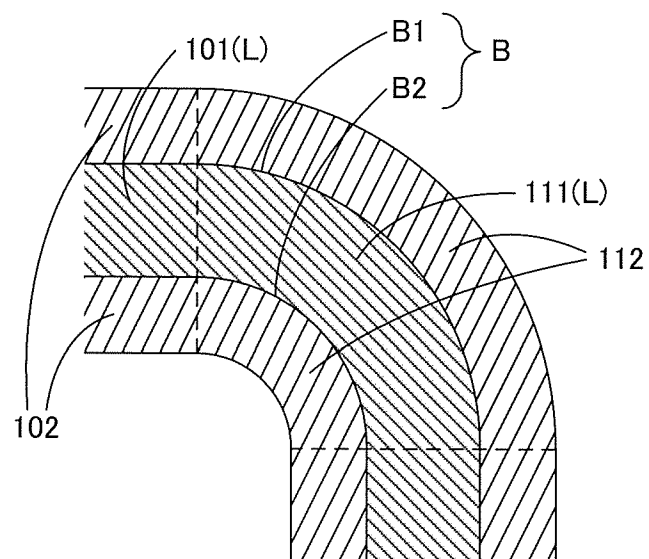
前記光検出手段が受光した光を復調して前記第 1 の信号を再生する

復調手段と
を備える通信システム。

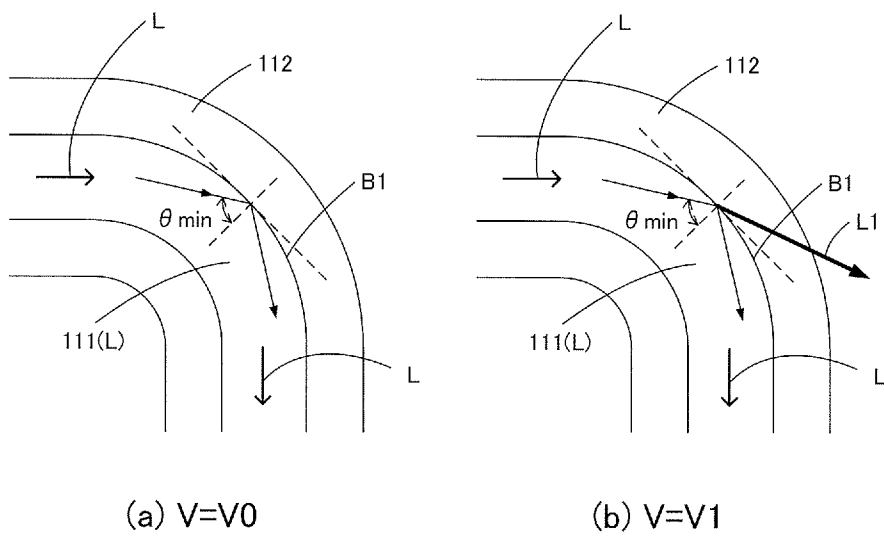
[図3]



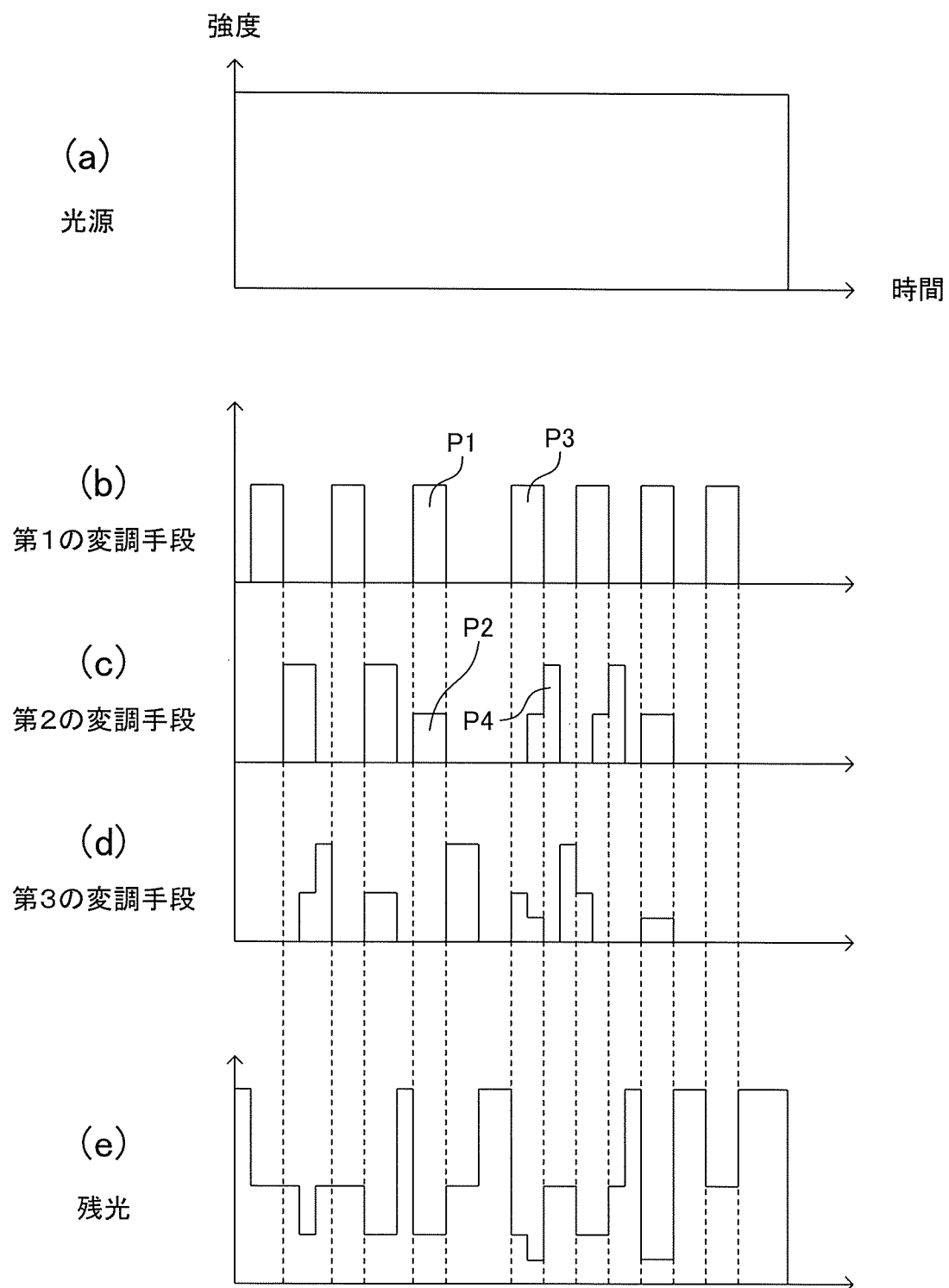
[図4]



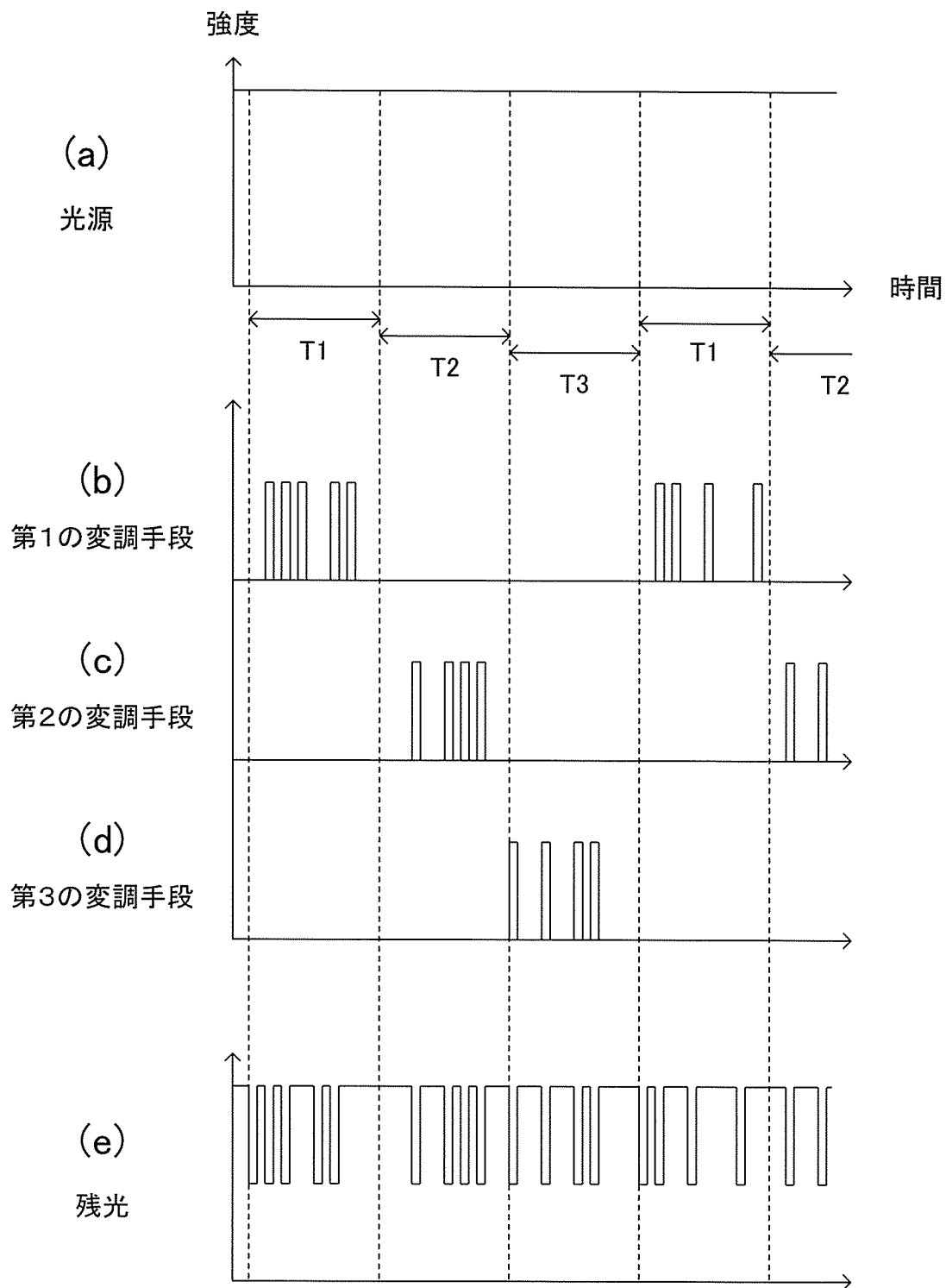
[図5]



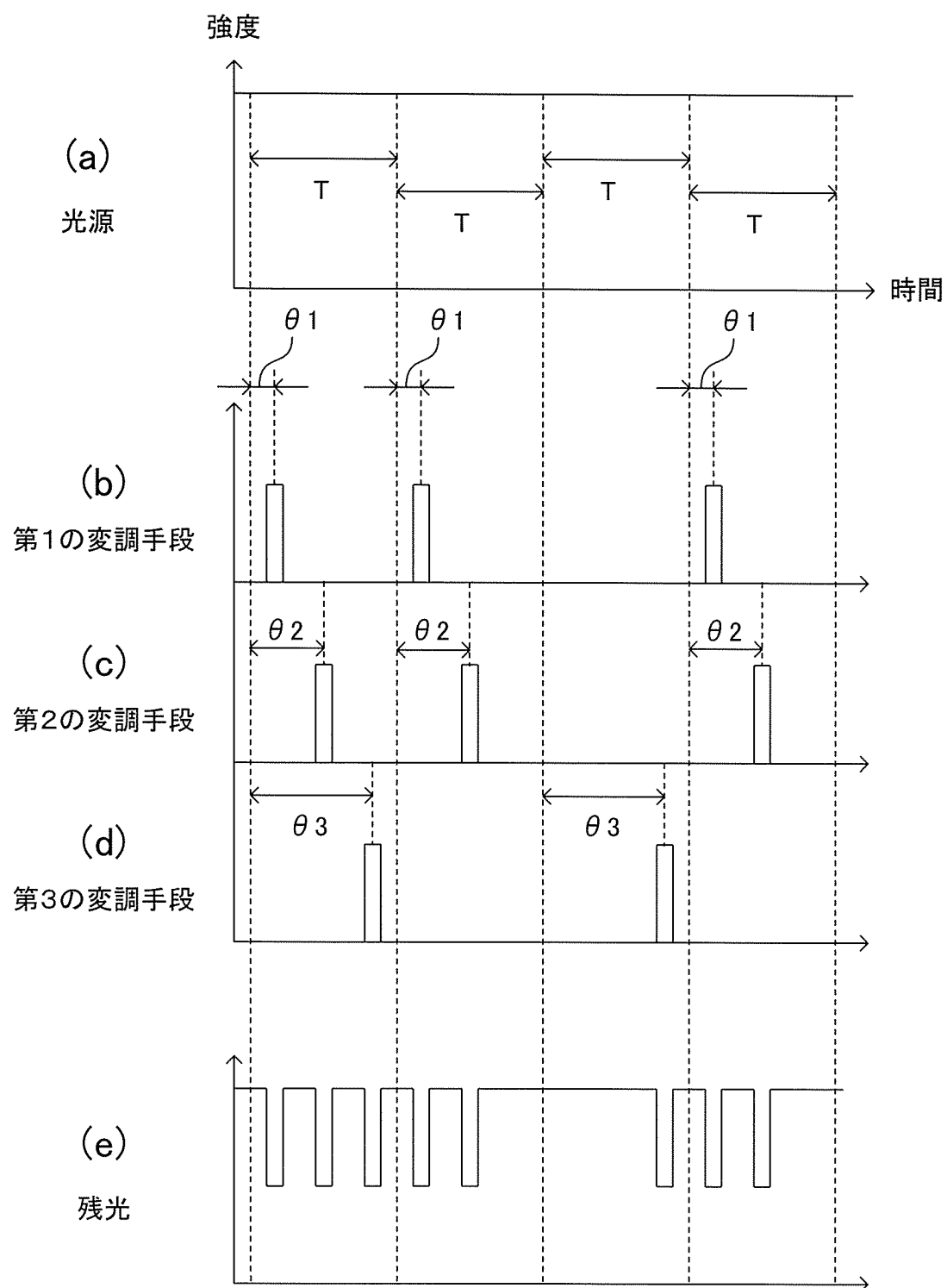
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/057157

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/313(2006.01)i, G02F1/055(2006.01)i, H04B10/524(2013.01)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)

G02F1/29-1/39, G02F1/00-1/125, G02B6/12-6/14, H04B10/524

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 1996-2013

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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

JSTPlus/JST7580(JDreamII), Science Direct, IEEE Xplore

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 6-43504 A (Sharp Corp.), 18 February 1994 (18.02.1994), paragraphs [0001], [0011] to [0013], [0050], [0052], [0054]; fig. 1, 2(A), (B) & US 5381251 A1	1-3, 5, 6 7, 11 4, 8-10
Y A	D. H. McMahon, "Multimode optical switching", LASER FOCUS with fiberoptic communicaions, 1979.03, Vol.15, No.3, p.46-64	7, 11 4, 8-10
Y A	JP 10-98439 A (Oki Electric Industry Co., Ltd.), 14 April 1998 (14.04.1998), paragraphs [0013], [0020] to [0023]; fig. 3 (Family: none)	11 4, 8-10



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 April, 2013 (11.04.13)

Date of mailing of the international search report

23 April, 2013 (23.04.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G02F1/313(2006.01)i, G02F1/055(2006.01)i, H04B10/524(2013.01)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 (I P C))

Int.Cl. G02F1/29-1/39, G02F1/00-1/125, G02B6/12-6/14, H04B10/524

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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)

JSTPlus/JST7580(JDreamII), Science Direct, IEEE Xplore

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
X	JP 6-43504 A (シャープ株式会社) 1994.02.18, 段落【0001】、【0011】 - 【0013】、【0050】、【0052】、【0054】、 図 1, 2 (A), (B) & US 5381251 A1	1-3, 5, 6
Y		7, 11
A		4, 8-10
Y	D. H. McMahon, "Multimode optical switching", LASER FOCUS with fiberoptic communicaions, 1979.03, Vol.15, No.3, p.46-64	7, 11
A		4, 8-10

☒ 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

1 1 . 0 4 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 3 . 0 4 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

林 祥恵

2 X

4 0 8 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4

C (続き) . 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 A	JP 10-98439 A (沖電気株式会社) 1998. 04. 14, 段落【0013】 , 【0020】 - 【0023】 , 図 3 (ファミリーなし)	11 4, 8-10