

(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
2016 年 11 月 3 日(03.11.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/175289 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/035 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/063376
- (22) 国際出願日: 2016 年 4 月 28 日(28.04.2016)
- (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 2015-092290 2015 年 4 月 28 日(28.04.2015) JP
- (71) 出願人: 住友大阪セメント株式会社(SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1028465 東京都千代田区六番町 6 番地 2 8 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 片岡 利夫(KATAOKA Toshio); 〒1028465 東京都千代田区六番町 6 番地 2 8 住友大阪セメント株式会社内 Tokyo (JP). 加藤 圭(KATO Kei); 〒1028465 東京都千代田区六番町 6 番地 2 8 住友大阪セメント株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 田村 爾, 外(TAMURA Chikashi et al.); 〒1070052 東京都港区赤坂 1 丁目 3 番 1 9 号 芳明ビル 4 階 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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, 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.

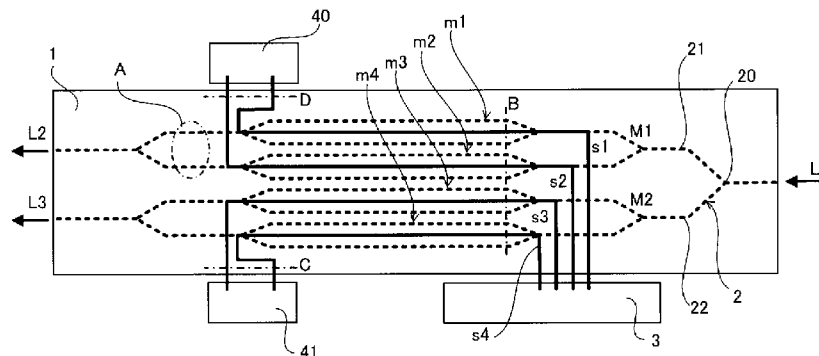
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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))
- 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

(54) Title: OPTICAL MODULATOR

(54) 発明の名称: 光変調器



(57) Abstract: The objective of the present invention is to provide an optical modulator adapted for use with various modulating units and various modulation regions, and with which variability in optical losses is limited as far as possible. An optical modulator in which an optical waveguide 2 and a control electrode for controlling an optical wave propagating through the optical waveguide are provided in a substrate 1, characterized in that: the optical waveguide 2 is provided with a first branching portion 20 which causes one input light beam to branch into two light beams; each of a first and a second modulating portion (M1, M2) connected to two branched waveguides (21, 22) which branch at the first branching portion is provided with a structure in which one or more Mach-Zehnder type optical waveguides (M1, M2, m1 to m4) are combined; the control electrode comprises signal electrodes (s1 to s4) which apply modulated signals to the first and second modulating portions; input portions of all the signal electrodes are disposed on either the left or the right of the substrate 1 relative to the direction in which the optical wave propagates; and in relation to output portions of the signal electrodes, the output portions of the signal electrodes led out from each modulating portion are disposed on the side on which the first or second modulating portions are disposed, relative to the direction in which the optical wave propagates.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/175289 A1



各変調部や各変調領域に対応した光損失のバラつきを可能な限り抑制した光変調器を提供すること。
基板 1 に光導波路 2 と、該光導波路を伝搬する光波を制御するための制御電極とを備えた光変調器において、該光導波路 2 が、一つの入力光を二つに分岐する第 1 分岐部 20 を備え、該第 1 分岐部で分岐した二つの分岐導波路 (21, 22) に接続される第 1 及び第 2 の変調部 (M1, M2) であり、各変調部が一つ以上のマッハツェンダー型光導波路 (M1, M2, m1 ~ m4) を組み合わせた構造を備え、該制御電極は、第 1 及び第 2 の変調部に変調信号を印加する信号電極 (s1 ~ s4) を有し、全ての信号電極の入力部は、該光波が伝搬する方向に対して該基板 1 の左右いずれか一方の側に配置され、該信号電極の出力部については、前記光波の伝搬方向に対し、前記第 1 又は第 2 の変調部が配置される側に、各変調部から導出される信号電極の出力部も配置されていることを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：光変調器

技術分野

[0001] 本発明は、光変調器に関し、特に、基板に光導波路と、該光導波路を伝搬する光波を制御するための制御電極とを備えた光変調器に関する。

背景技術

[0002] 近年、光通信システムの高速化、大容量化が進む中で、それに使用される光変調器の広帯域化又は小型化が求められ、特に、光変調器を構成する各種部材の集積化が進んでいる。例えば、変調周波数が100GHz以上の光変調器では、4つの変調信号を集積した4チャンネル構造を備えている。しかも、光変調器内の信号配線の取り回しが複雑化し、光変調器の特性の劣化の原因にもなっている。

[0003] 従来の光変調器は、集積化又は実装性を優先していたので、例えば、図1に示すように、4チャンネルの電気信号の終端を一枚の終端基板で行っていた。図1は、ニオブ酸リチウムなどの電気光学効果を有する基板1に、複数のマッハツェンダー型光導波路2を集積配置している。光導波路2（点線部分）は、第1分岐部20により入力用導波路が2つの分岐導波路（21，22）に分岐し、各分岐導波路には、マッハツェンダー型光導波路（M1，M2）で構成される第1及び第2の変調部が接続されている。図1では、各変調部は、ネスト型光導波路で構成され、主マッハツェンダー型光導波路（M1，M2）に、さらに、副マッハツェンダー型光導波路（m1～m4）を入れ子型に組み込んで、合計4つの変調領域を形成している。

[0004] また、各変調領域には変調信号を印加するための信号電極（s1～s4）が設けられる。図1では、中継基板3から基板1内の信号電極を経て終端基板4に至る信号配線を実線（s1～s4）で簡略化して示している。また、通常、信号電極を挟むように接地電極が配置されるが、図1では光変調器の構造が理解し易いように、接地電極は図示していない。中継基板3には、信号

電極（s 1 ～ s 4）に対応した配線が形成されており、中継基板 3 と基板 1 との間は、金線などでワイヤーボンディング接続される。基板 1 内の信号電極（s 1 ～ s 4）の一方の端部は、中継基板 3 と金線で接続される入力部となっており、他方の端部は、終端基板 4 と別の金線で接続される出力部となっている。

[0005] 図 1 では、4 チャンネルの変調信号を終端させるため、終端回路を一つの終端基板 4 に構成している。図 1 のような構成では、一点鎖線の枠 A で示すように、基板 1 上の光導波路を横切り、信号電極（s 3、s 4）を配置する必要がある。このような電極の配置構成は、光導波路を伝搬する光波が電極により吸収又は散乱され、光損失が過剰に発生するという問題が見られた。特に、100GHz 以上の光変調器では、各光導波路の光損失のバラつきは、可能な限りゼロとなることが望ましい。なお、図 1 と同様に、全ての信号電極の出力部を、光波の伝搬方向（図 1 の右から左に向かう方向）に対して、基板 1 の左右のいずれか一方の側に集中して配置するものは、特許文献 1 などに開示されている。矢印 L 1 は、基板 1 に入力される光波であり、矢印（L 2、L 3）は基板 1 から出力される光波である。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献 1：特許第 5 4 3 9 8 3 8 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明が解決しようとする課題は、上述した問題を解決し、各変調部又は各変調領域に対応した光損失のバラつきを可能な限り抑制した光変調器を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 上記課題を解決するため、本発明の光変調器は以下のような技術的特徴を有する。

(1) 基板に光導波路と、該光導波路を伝搬する光波を制御するための制御電極とを備えた光変調器において、該光導波路が、一つの入力光を二つに分岐する第1分岐部を備え、該第1分岐部で分岐した二つの分岐導波路に接続される第1及び第2の変調部であり、各変調部が一つ以上のマッハツェンダー型光導波路を組み合わせた構造を備え、該制御電極は、第1及び第2の変調部に変調信号を印加する信号電極を有し、全ての信号電極の入力部は、該光波が伝搬する方向に対して該基板の左右いずれか一方の側に配置され、該信号電極の出力部については、前記光波の伝搬方向に対し、前記第1又は第2の変調部が配置される側に、各変調部から導出される信号電極の出力部も配置されていることを特徴とする。

[0009] (2) 上記(1)に記載の光変調器において、異なる信号電極に対して、該変調部における作用領域の開始部から該出力部までの配線の長さが等しくなるよう設定されていることを特徴とする。

[0010] (3) 上記(1)又は(2)に記載の光変調器において、各出力部の近傍には、該出力部に接続される終端回路を備えた終端基板が配置されていることを特徴とする。

[0011] (4) 上記(3)に記載の光変調器において、該変調部又は該変調部の後段の光導波路に直流バイアス電圧を印加するためのDC配線を備え、該DC配線の少なくとも一部は、該終端基板の一部に形成されていることを特徴とする。

[0012] (5) 上記(4)に記載の光変調器において、該終端基板に配置されているDC配線には、 $100\Omega \sim 10k\Omega$ の抵抗が構成されていることを特徴とする。

[0013] (6) 上記(3)乃至(5)のいずれかに記載の光変調器において、該変調部から導出される光波の一部をモニタする受光素子を備え、該受光素子への配線の一部が、該終端基板の一部に形成されていることを特徴とする。

[0014] (7) 上記(6)に記載の光変調器において、該終端基板の表面上には、該終端回路と前記受光素子の配線との間に、溝が形成又は導体が配置されて

いることを特徴とする。

発明の効果

[0015] 本発明により、基板に光導波路と、該光導波路を伝搬する光波を制御するための制御電極とを備えた光変調器において、該光導波路が、一つの入力光を二つに分岐する第1分岐部を備え、該第1分岐部で分岐した二つの分岐導波路に接続される第1及び第2の変調部であり、各変調部が一つ以上のマッハツェンダー型光導波路を組み合わせた構造を備え、該制御電極は、第1及び第2の変調部に変調信号を印加する信号電極を有し、全ての信号電極の入力部は、該光波が伝搬する方向に対して該基板の左右いずれか一方の側に配置され、該信号電極の出力部については、前記光波の伝搬方向に対し、前記第1又は第2の変調部が配置される側に、各変調部から導出される信号電極の出力部も配置されているので、光導波路を横切る制御電極の数を減少させることが可能となり、光損失の発生及びバラつきを抑制することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]従来の光変調器の概略を示す図である。

[図2]本発明に係る光変調器の第1の実施例を説明する概略図である。

[図3]本発明に係る光変調器の第2の実施例を説明する概略図である。

[図4]本発明に係る光変調器の第3の実施例を説明する概略図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明に係る光変調器について、詳細に説明する。

本発明の一態様に係る光変調器は、図2に示すように、基板1に光導波路2と、該光導波路を伝搬する光波を制御するための制御電極とを備えた光変調器において、該光導波路2が、一つの入力光を二つに分岐する第1分岐部20を備え、該第1分岐部で分岐した二つの分岐導波路(21, 22)に接続される第1及び第2の変調部(M1, M2)であり、各変調部が一つ以上のマッハツェンダー型光導波路(M1, M2, m1~m4)を組み合わせた構造を備え、該制御電極は、第1及び第2の変調部に変調信号を印加する信

号電極（ $s_1 \sim s_4$ ）を有し、全ての信号電極の入力部は、該光波が伝搬する方向（図2の右から左に向かう方向）に対して該基板1の左右いずれか一方の側（図2では基板1の上下いずれかの側）に配置され、該信号電極の出力部については、前記光波の伝搬方向に対し、前記第1又は第2の変調部が配置される側に、各変調部から導出される信号電極の出力部も配置されていることを特徴とする。

[0018] 本発明の光変調器に使用される基板1としては、 LiNbO_3 、 LiTaO_3 又はPLZT（ジルコン酸チタン酸鉛ランタン）などの電気光学効果を有する基板を用いてもよい。また、基板に形成する光導波路2は、例えば、 LiNbO_3 基板（LN基板）上にチタン（Ti）などの高屈折率物質を熱拡散することにより形成される。また、基板に光導波路に沿った凹凸を形成したリッジ型光導波路も利用可能である。さらに、図2では、Xカット型の基板を用いた光変調器を例示しているが、本発明はこれに限らずZカット型の基板でも同様に適用することが可能である。また、基板1として半導体材料を用いることも可能である。

[0019] 制御電極は、第1及び第2の変調部（M1、M2）あるいは各変調部を構成する各マッハツェンダー型光導波路（変調領域 $m_1 \sim m_4$ ）に対応して、信号電極（ $s_1 \sim s_4$ ）及び不図示の接地電極などから構成される。また、制御電極には、後述するように、直流バイアス電圧を印加するためのDC電極なども含まれる。制御電極は、基板1の表面に、Ti・Auの電極パターンを形成し、金メッキ方法などにより形成することが可能である。さらに、必要に応じて光導波路形成後の基板表面に誘電体 SiO_2 等のバッファ層を設け、該バッファ層の上側に変調電極を形成することも可能である。

[0020] 基板1の近傍には、中継基板3又は終端基板（40、41）が配置される。中継基板3は、外部信号源からの変調信号が導入され、中継基板内の信号配線を経て、基板1の信号電極（ $s_1 \sim s_4$ ）に、変調信号を中継する役割を担っている。当然、外部信号源に接続されるコネクタの一端を、基板1の各信号電極（ $s_1 \sim s_4$ ）及びこれに対応する接地電極に直接接続し、中継

基板 3 を省略することも可能である。

[0021] 終端基板（40, 41）には、変調信号の反射を抑制するための抵抗等を備えた終端回路が基板（40, 41）上に設けられている。中継基板 3 と基板 1 との電氣的接続や、基板 1 と終端基板（40, 41）との電氣的接続は、金線又は金リボンなど導電率の高い導電線あるいは導電性リボンなどが利用可能である。終端基板は、基板 1 の側面に配置することに限定されず、基板 1 の上側又は下側に配置しても良い。さらに、変調部に影響が出ない範囲であれば、終端基板を削除し、基板 1 の上面、側面又は下面のいずれかに抵抗を配置（或いは直接配置）しても良い。

[0022] 図 2 の実施例では、光波の伝搬方向（図 2 の右から左に向かう方向）に対し、各変調部（M1, M2）が形成された側に、各変調部で使用した信号電極（s1～s4）の出力部を配置するので、一点鎖線の枠 A のように、光導波路を横切る信号電極などの制御電極の数を抑制することができる。その結果、光損失の発生及びバラつきを減少させることが可能となる。なお、光変調器に入射した入力光 L1 は、各変調部（M1, M2 または m1～m4）で変調され、出力光（L2, L3）として出射される。出力光（L2, L3）は、必要に応じて、不図示の偏波合成光学系などで合波される。

[0023] また、本発明の光変調器では、図 2 に示すように、異なる信号電極（s1～s4）に対して、変調部（M1, M2 または m1～m4）における作用領域（変調信号が形成する電界が光導波路に印加される範囲）の開始部（一点鎖線 B）から該出力部（一点鎖線 C 又は D）までの配線の長さが等しくなるよう設定している。このような等長配線を採用することで、終端回路で変調信号が反射する際の電気反射の周波数特性を揃えることができ、より安定した変調特性を得ることができる。

[0024] また、外部信号源から入力される変調信号が、外部信号源から基板 1 の各作用領域の開始部に至るまでの時間を、各変調信号間で同じにしてもよい。これにより、変調を開始するタイミングを容易に揃えることができ、外部信号源に変調信号の位相を調整する機能を省略することが可能になる。また、

作用領域の開始部に至った変調信号の強度を各変調信号間で同じにすることも可能になる。このためには、基板 1 において、各信号電極間で、入力部から作用領域の開始部までの配線の長さを揃えてもよい。仮に、前記配線が揃っていない場合は、中継基板上の配線、光変調器が配置される電気回路基板上の配線、又は光変調器と電気回路基板とを繋ぐフレキシブル回路基板（FPC）などの配線の長さを調整することで、変調の開始タイミングを揃えることも可能である。

[0025] 図 2 に示すように、信号電極（s 1 ～ s 4）の各出力部の近傍には、該出力部に接続される終端回路を備えた終端基板（4 0，4 1）が配置されている。

[0026] 本発明に係る光変調器の第 2 の実施例を図 3 に示す。図 3 では、変調部（M 1，M 2 または変調領域 m 1 ～ m 4）又は変調部の後段の光導波路に直流バイアス電圧を印加するための DC 配線（d 1，d 2）を備え、該 DC 配線の少なくとも一部は、該終端基板（4 1）の一部に形成されている。

[0027] このように、終端回路と DC 配線とを同一基板上に配置することで、部品点数を減少させ、組立作業の簡素化及びコスト低減にも寄与する。

[0028] さらに、終端基板（4 1）に配置されている DC 配線には、100Ω～10kΩの抵抗が構成されている。これにより、終端回路と DC 配線との間のクロストーク、外部ノイズ及び静電気を改善することが可能となる。

[0029] 本発明に係る光変調器の第 3 の実施例を図 4 に示す。図 4 では、変調部（M 1，M 2 または m 1 ～ m 4）から導出される光波（出力信号光又は合波部からの放射光）の一部をモニタする受光素子（PD 1，PD 2）を備え、該受光素子への配線の一部が、該終端基板の一部に形成されている。図 4 では、受光素子と終端基板（4 1）とを電氣的接続する手段として、金線（w 1，w 2）を示しているが、必要に応じて、基板 1 上に、受光素子の出力信号を導出するための信号配線を設けることも可能である。

[0030] 図 4 の終端基板 4 1 には、受光素子（PD 1，PD 2）からの出力信号を外部に導出するための信号配線（不図示）が形成されている。終端基板 4 1

内における終端回路と受光素子の配線との間でクロストークを改善するため、終端基板 4 1 の表面であって、終端回路と受光素子の配線との間には、溝 4 2 が形成又は導体が配置されてもよい。このような溝又は導体は、図 3 の終端基板 4 1 の終端回路と D C 配線との間に設けることも可能である。

産業上の利用可能性

[0031] 以上、説明したように、本発明によれば、各変調部又は各変調領域に対応した光損失のバラつきを可能な限り抑制した光変調器を提供することができる。

符号の説明

[0032] 1 基板
2 光導波路
2 0 第 1 分岐部（光導波路）
2 1, 2 2 分岐導波路
3 中継基板
4, 4 0, 4 1 終端基板
4 2 溝又は導体
M 1, M 2 主マッハツエンダー型光導波路
m 1 ~ m 4 副マッハツエンダー型光導波路
s 1 ~ s 4 信号電極（信号配線）
d 1, d 2 D C 配線
P D 1, P D 2 受光素子
w 1, w 2 金線
L 1 入力光
L 2, L 3 出力光

請求の範囲

- [請求項1] 基板に光導波路と、該光導波路を伝搬する光波を制御するための制御電極とを備えた光変調器において、
- 該光導波路が、一つの入力光を二つに分岐する第1分岐部を備え、該第1分岐部で分岐した二つの分岐導波路に接続される第1及び第2の変調部であり、各変調部が一つ以上のマッハツェンダー型光導波路を組み合わせた構造を備え、
- 該制御電極は、第1及び第2の変調部に変調信号を印加する信号電極を有し、
- 全ての信号電極の入力部は、該光波が伝搬する方向に対して該基板の左右いずれか一方の側に配置され、
- 該信号電極の出力部については、前記光波の伝搬方向に対し、前記第1又は第2の変調部が配置される側に、各変調部から導出される信号電極の出力部も配置されていることを特徴とする光変調器。
- [請求項2] 請求項1に記載の光変調器において、異なる信号電極に対して、該変調部における作用領域の開始部から該出力部までの配線の長さが等しくなるよう設定されていることを特徴とする光変調器。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の光変調器において、各出力部の近傍には、該出力部に接続される終端回路を備えた終端基板が配置されていることを特徴とする光変調器。
- [請求項4] 請求項3に記載の光変調器において、該変調部又は該変調部の後段の光導波路に直流バイアス電圧を印加するためのDC配線を備え、該DC配線の少なくとも一部は、該終端基板の一部に形成されていることを特徴とする光変調器。
- [請求項5] 請求項4に記載の光変調器において、該終端基板に配置されているDC配線には、 $100\Omega \sim 10k\Omega$ の抵抗が構成されていることを特徴とする光変調器。
- [請求項6] 請求項3乃至5のいずれかに記載の光変調器において、該変調部か

ら導出される光波の一部をモニタする受光素子を備え、該受光素子への配線の一部が、該終端基板の一部に形成されていることを特徴とする光変調器。

[請求項7] 請求項6に記載の光変調器において、該終端基板の表面上には、該終端回路と前記受光素子の配線との間に、溝が形成又は導体が配置されていることを特徴とする光変調器。

補正された請求の範囲
[2016年9月30日(30.09.2016)国際事務局受理]

[請求項 1] (補正後) 基板に光導波路と、該光導波路を伝搬する光波を制御するための制御電極とを備えた光変調器において、

該光導波路が、一つの入力光を二つに分岐する第 1 分岐部を備え、
該第 1 分岐部で分岐した二つの分岐導波路に接続される第 1 及び第 2
の変調部であり、各変調部が一つ以上のマッハツェンダー型光導波路
を組み合わせた構造を備え、

該制御電極は、第 1 及び第 2 の変調部に変調信号を印加する信号電
極を有し、

全ての信号電極の入力部は、該光波が伝搬する方向に対して該基板
の左右いずれか一方の側に配置され、

該信号電極の出力部については、前記光波の伝搬方向に対し、前記
第 1 又は第 2 の変調部が配置される側に、各変調部から導出される信
号電極の出力部も配置され、

各出力部の近傍には、該出力部に接続される終端回路を備えた終端
基板が配置され、

該変調部又は該変調部の後段の光導波路にバイアス電圧を印加する
ため、該信号電極とは電氣的に接続していない D C 配線を備え、

該変調部から導出される光波の一部をモニタすると共に該基板上に
配置される受光素子と、該受光素子からの出力信号を導出するモニタ
用配線とを備え、

該 D C 配線又は該モニタ用配線の少なくとも一部は、該終端基板の
一部に形成されていることを特徴とする光変調器。

[請求項 2] 請求項 1 に記載の光変調器において、異なる信号電極に対して、該
変調部における作用領域の開始部から該出力部までの配線の長さが等
しくなるよう設定されていることを特徴とする光変調器。

[請求項 3] (削除)

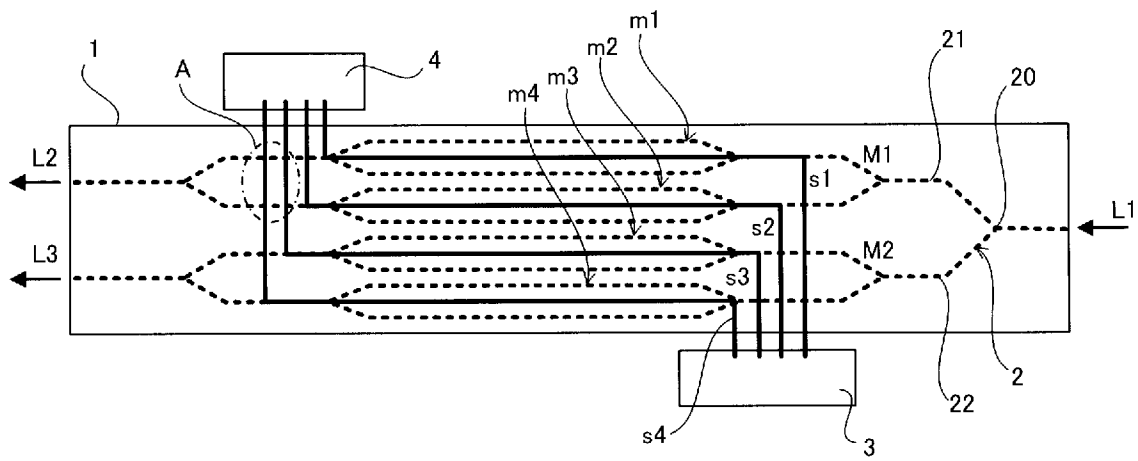
[請求項 4] (削除)

[請求項 5] (補正後) 請求項 1 又は 2 に記載の光変調器において、該終端基板に配置されている該 DC 配線には、 $100\Omega \sim 10k\Omega$ の抵抗が設けられていることを特徴とする光変調器。

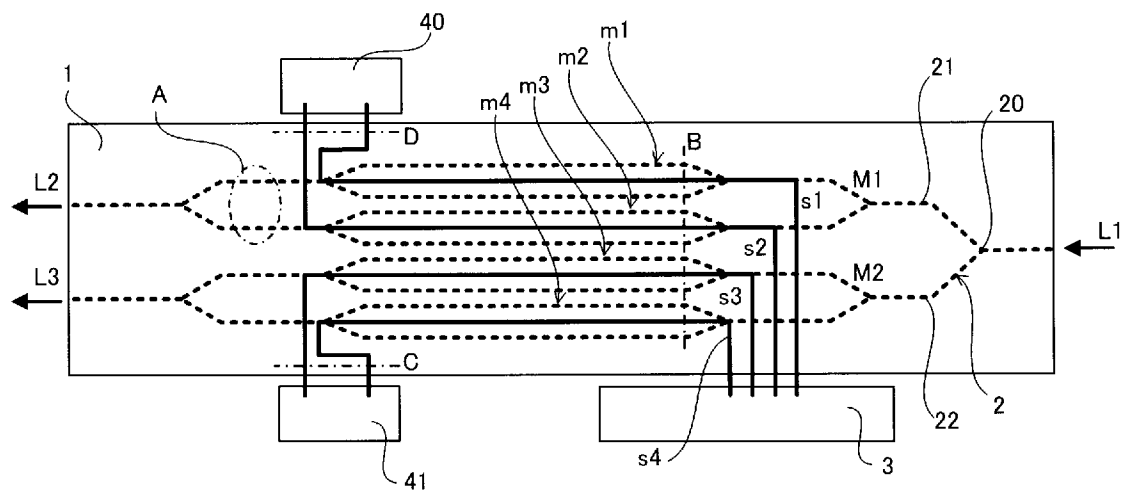
[請求項 6] (削除)

[請求項 7] (補正後) 請求項 1 又は 2 に記載の光変調器において、該終端基板の表面上に配置される該終端回路と該モニタ用配線との間に、溝が形成又は導体が配置されていることを特徴とする光変調器。

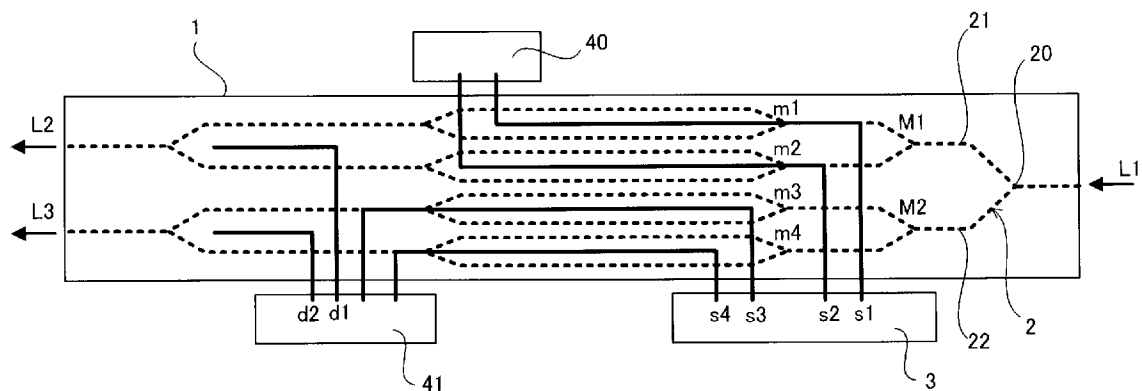
[図1]



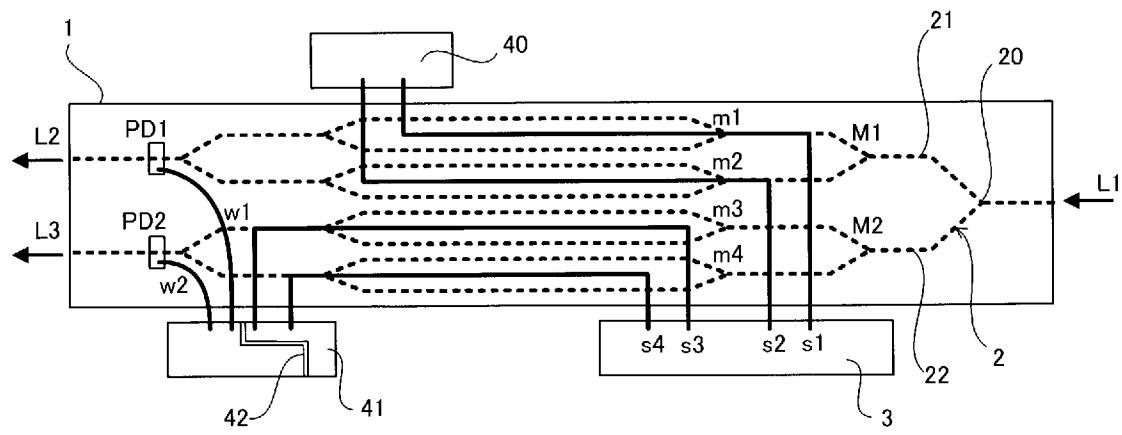
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/063376

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/035(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)

G02F1/01-/035, G02F1/21-1/225

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
X Y	JP 2010-185978 A (Fujitsu Optical Components Ltd.), 26 August 2010 (26.08.2010), fig. 8; paragraphs [0048] to [0058] & JP 5439838 B2 & US 2010/0202784 A1 fig. 8; paragraphs [0070] to [0080] & US 8078015 B2	1-2 3-7
X Y	JP 2010-286770 A (Fujitsu Optical Components Ltd.), 24 December 2010 (24.12.2010), fig. 3 to 8; paragraphs [0008] to [0056] & JP 5120341 B2 & US 2010/0316326 A1 fig. 3 to 8; paragraphs [0009] to [0072] & US 2013/0251303 A1 & US 8467634 B2 & US 9081216 B2	1-2 3-7

☒ 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
20 July 2016 (20.07.16)

Date of mailing of the international search report
02 August 2016 (02.08.16)

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/JP2016/063376

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2012-215678 A (Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.), 08 November 2012 (08.11.2012), fig. 7 to 9 (Family: none)	1-2 3-7
Y	JP 2015-55840 A (Fujitsu Optical Components Ltd.), 23 March 2015 (23.03.2015), fig. 1 to 4; paragraphs [0014] to [0058] & US 2015/0078763 A1 fig. 1 to 4; paragraphs [0026] to [0070] & US 9229292 B2 & CN 104467980 A	3-7
Y	JP 2014-199302 A (Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.), 23 October 2014 (23.10.2014), fig. 1 to 3; paragraphs [0021] to [0034] & WO 2014/157669 A1	3-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G02F1/035(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. G02F1/01-/035, G02F1/21-1/225

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
X Y	JP 2010-185978 A（富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社） 2010.08.26, [図8], [0048]-[0058] & JP 5439838 B2 & US 2010/0202784 A1, FIG. 8, [0070]-[0080] & US 8078015 B2	1-2 3-7
X Y	JP 2010-286770 A（富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社） 2010.12.24, [図3]-[図8], [0008]-[0056] & JP 5120341 B2 & US 2010/0316326 A1, FIG. 3-8, [0009]-[0072] & US 2013/0251303 A1 & US 8467634 B2 & US 9081216 B2	1-2 3-7

☒ 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。

* 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

20.07.2016

国際調査報告の発送日

02.08.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

佐藤 宙子

2 L

9316

電話番号 03-3581-1101 内線 3295

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
X Y	JP 2012-215678 A (住友大阪セメント株式会社) 2012. 11. 08, [図 7]-[図 9] (ファミリーなし)	1-2 3-7
Y	JP 2015-55840 A (富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社) 2015. 03. 23, [図 1]-[図 4], [0014]-[0058] & US 2015/0078763 A1, FIG1-4, [0026] -[0070] & US 9229292 B2 & CN 104467980 A	3-7
Y	JP 2014-199302 A (住友大阪セメント株式会社) 2014. 10. 23, [図 1]-[図 3], [0021]-[0034] & WO 2014/157669 A1	3-7