

(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
2023年6月1日(01.06.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/095261 A1

(51) 国際特許分類:
G02F 1/017 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/043252

(22) 国際出願日: 2021年11月25日(25.11.2021)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者:柳楽 崇(NAGIRA, Takashi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 木村 鴻介(KIMURA, Kosuke); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).

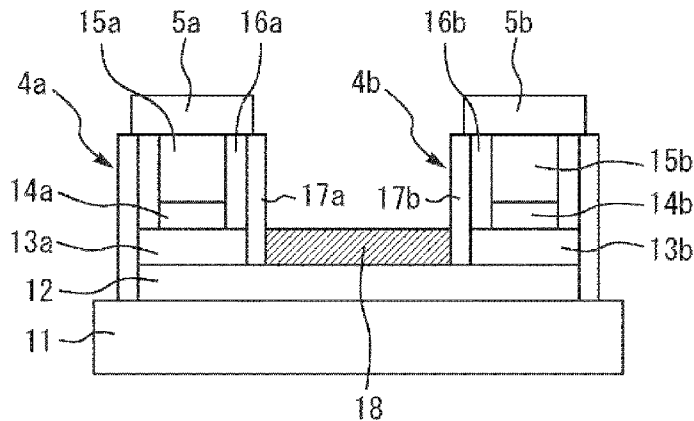
(74) 代理人:特許業務法人高田・高橋国際特許事務所(TAKADA, TAKAHASHI & PARTNERS); 〒1040045 東京都中央区築地1丁目12番2号 コンワビル7階 Tokyo (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, 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,

(54) Title: MACH-ZEHNDER MODULATOR

(54) 発明の名称: マッハツェンダ変調器



(57) Abstract: A p-type semiconductor layer (12) is formed on a semi-insulating substrate (11). First and second arm waveguides (4a, 4b) are formed on the p-type semiconductor layer (12) and are spaced apart from one another. First and second traveling wave electrodes (5a, 5b) are formed on the first and second arm waveguides (4a, 4b), respectively. A metal electrode (18) which is not connected to a power source for DC bias is provided between the arm waveguide (4a) and the arm waveguide (4b) so as to be in contact with the p-type semiconductor layer (12).

(57) 要約: 半絶縁性基板(11)の上にp型半導体層(12)が形成されている。第1及び第2のアーム導波路(4a, 4b)がp型半導体層(12)の上に形成され、互いに離間している。第1及び第2のアーム導波路(4a, 4b)の上にそれぞれ1及び第2の進行波電極(5a, 5b)が形成されている。DCバイアス用の電源に接続されていない金属電極(18)がアーム導波路(4a)とアーム導波路(4b)の間においてp型半導体層(12)に接触している。

[続葉有]

WO 2023/095261 A1

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)）

明 細 書

発明の名称： マッハツェンダ変調器

技術分野

[0001] 本開示は、マッハツェンダ変調器に関する。

背景技術

[0002] 近年の通信容量増大に対応するため、デジタルコヒーレント技術を用いた多値化技術が進展しており、多値光変調器においては光の振幅及び位相をそれぞれ制御でき、ゼロチャープの光変調信号が生成可能なマッハツェンダ変調器が用いられている（例えば、特許文献1参照）。また、時間当たりの信号容量を増大させるため、変調器に求められる応答速度はますます増大し続けている。64 G B a u d又は96 G B a u d以上の変調電気信号を低損失で入力し、電気－光相互作用により高速な変調光信号が生成可能な光変調器が望まれている。

[0003] 上記の光変調器の実現のため、進行波型電極を備えたマッハツェンダ変調器が精力的に開発されている。進行波電極は差動信号によって駆動されることに最適化された高周波線路構造にすることで、電力効率の高い差動ドライバによる駆動を可能としている。

[0004] ドライバの特性インピーダンス又は終端抵抗と進行波電極のインピーダンスを整合させる必要がある。インピーダンス整合が得られていないと、ドライバから進行波電極に電気信号を入力する際に反射が生じて電力ロスになる。また、終端抵抗部分ではインピーダンス不整合により反射した電気信号が進行波電極内を後進し、その後進波とも光が相互作用することで変調波形の劣化が生じる。

[0005] また、電極内を伝搬するマイクロ波と電極近傍に設置した導波路内を進行する光の伝搬速度を整合させる必要がある。速度整合が得られていないと、マイクロ波と共に伝搬しながら電界振幅による変調を受ける変調光と位相ズレが生じる。特にマイクロ波の波長が短くなる高周波ほど顕著に位相ズレが

あらわれることになり、変調帯域の劣化につながる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：日本特開2016-24409号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上記のようにインピーダンス整合及び速度整合を満たした上で、進行波電極内を伝搬するマイクロ波の損失を低減して、変調帯域を向上させる必要がある。低損失化は、単位長さあたりの電気－光相互作用（屈折率変化）を大きくし、結果的に必要な位相回転量を得るための変調器長を短くすることでも達成される。しかし、より本質的には進行波電極の抵抗及び進行波電極間の抵抗を低減することで達成される。特に高周波では進行波電極間の半導体抵抗及びコンタクト抵抗に起因した損失が支配的であり、これらの抵抗低減が変調帯域の向上にとって重要である。

[0008] 本開示は、上述のような課題を解決するためになされたもので、その目的は変調帯域を向上させることができるマッハツェンダ変調器を得るものである。

課題を解決するための手段

[0009] 本開示に係るマッハツェンダ変調器は、半絶縁性基板と、前記半絶縁性基板の上に形成されたp型半導体層と、前記p型半導体層の上に形成され、互いに離間した第1及び第2のアーム導波路と、前記第1及び第2のアーム導波路の上にそれぞれ形成された第1及び第2の進行波電極と、前記第1のアーム導波路と前記第2のアーム導波路の間において前記p型半導体層に接触し、DCバイアス用の電源に接続されていない金属電極とを備えることを特徴とする。

発明の効果

[0010] 本開示では、金属電極を、第1のアーム導波路と第2のアーム導波路の間

において p 型半導体層に接触させている。p 型半導体層に対して金属電極が並列に接続されるため、アーム間の抵抗値が大幅に低下する。従って、進行波電極を伝搬するマイクロ波の損失を低減し、電気－光変換の変調帯域を大幅に向上させることができる。

図面の簡単な説明

- [0011] [図1]実施の形態 1 に係るマッハツェンダ変調器を示す平面図である。
- [図2]実施の形態 1 に係るマッハツェンダ変調器を示す断面図である。
- [図3]実施の形態 1 に係るマッハツェンダ変調器の等価回路図である。
- [図4]実施の形態 1 及び比較例の電気－光変調帯域の計算結果を示すグラフである。
- [図5]実施の形態 2 に係るマッハツェンダ変調器を示す断面図である。
- [図6]実施の形態 3 に係るマッハツェンダ変調器を示す断面図である。

発明を実施するための形態

- [0012] 実施の形態に係るマッハツェンダ変調器について図面を参照して説明する。同じ又は対応する構成要素には同じ符号を付し、説明の繰り返しを省略する場合がある。

- [0013] 実施の形態 1.

図 1 は、実施の形態 1 に係るマッハツェンダ変調器を示す平面図である。ここでは一つのマッハツェンダ変調器 1 のみを示しているが、実際の I Q 変調器では同様のマッハツェンダ変調器が複数並ぶ構成となる。

- [0014] 光入力導波路 2 から入力した光を MM I カプラ 3 が 2 つに分波し、マッハツェンダ干渉器を構成するアーム導波路 4 a, 4 b にそれぞれ導く。アーム導波路 4 a, 4 b の上にはそれぞれ進行波電極 5 a, 5 b が設けられている。グランド線路 6 a, 6 b がそれぞれ進行波電極 5 a, 5 b に平行して設けられている。

- [0015] 進行波電極 5 a, 5 b に入力した差動変調の電界振幅によってアーム導波路 4 a, 4 b を導波する光の位相が変調される。進行波電極 5 a, 5 b の端には進行波電極 5 a, 5 b の差動インピーダンスと整合した終端抵抗 7 が接

続されている。終端抵抗 7 は、進行波電極 5 a, 5 b 内を伝搬した電界振幅の反射を抑制する。位相変調を受けた光は MM I カプラ 8 によって合波される前に、位相調整器 9 a, 9 b によって光出力導波路 10 に結合するように光位相を調整する。

[0016] 図 2 は、実施の形態 1 に係るマッハツェンダ変調器を示す断面図である。半絶縁性基板 11 の上に p 型半導体層 12 が形成されている。アーム導波路 4 a, 4 b が互いに離間して p 型半導体層 12 の上に形成されている。アーム導波路 4 a, 4 b の上にそれぞれ進行波電極 5 a, 5 b が形成されている。

[0017] アーム導波路 4 a は、p 型クラッド層 13 a と、p 型クラッド層 13 a の上に形成された導波路層 14 a と、導波路層 14 a の上に形成された n 型クラッド層 15 a とを有する。アーム導波路 4 b は、p 型クラッド層 13 b と、p 型クラッド層 13 b の上に形成された導波路層 14 b と、導波路層 14 b の上に形成された n 型クラッド層 15 b とを有する。導波路層 14 a, 14 b は半導体量子井戸で構成されている。

[0018] 導波路層 14 a の側面は、半絶縁性の半導体埋め込み層 16 a と絶縁膜 17 a により覆われて外部環境から保護されている。同様に、導波路層 14 b の側面は、半絶縁性の半導体埋め込み層 16 b と絶縁膜 17 b により覆われている。

[0019] アーム導波路 4 a とアーム導波路 4 b の間において、金属電極 18 が p 型半導体層 12 の上に形成されている。金属電極 18 の下面は p 型半導体層 12 の上面に接触している。金属電極 18 の側面は絶縁膜 17 a, 17 b に接触している。金属電極 18 は p 型半導体層 12 以外の他の構成に電氣的に接続されておらず、p 型半導体層 12 だけに接続されている。特に、金属電極 18 は、DC バイアス用の電源に接続されておらず、バイアス印加用の電極ではない。

[0020] 図 3 は、実施の形態 1 に係るマッハツェンダ変調器の等価回路図である。進行波電極 5 a, 5 b のインピーダンス整合、光との伝搬速度整合条件を満

たす必要がある。このため、進行波電極 5 a, 5 b のインダクタンス L_a , L_b 、及び、n 型クラッド層 15 a, 15 b と p 型クラッド層 13 a, 13 b に挟まれた導波路層 14 a, 14 b のキャパシタンス C_a , C_b を特定の値に制御する必要がある。インダクタンス L_a , L_b は、進行波電極 5 a, 5 b の厚さ、幅、及び、電極間隔によって制御される。導波路層 14 a, 14 b のキャパシタンス C_a , C_b は、導波路層 14 a, 14 b の幅、及び、n 型クラッド層 15 a, 15 b と p 型クラッド層 13 a, 13 b の間の厚さで制御される。

[0021] 例として、差動インピーダンスを $70\ \Omega$ とし、マイクロ波の伝搬速度を屈折率 3.5 の導波路を導波する光と整合させた場合の各パラメータを示す。進行波電極 5 a, 5 b の厚さは約 $2.5\ \mu\text{m}$ 、幅は約 $3.5\ \mu\text{m}$ 、電極中心間の距離は約 $15\ \mu\text{m}$ とする。導波路層 14 a, 14 b の幅は約 $1.5\ \mu\text{m}$ 、n 型クラッド層 15 a, 15 b と p 型クラッド層 13 a, 13 b の間の厚さは約 $0.8\ \mu\text{m}$ とする。この条件で上記の差動インピーダンス、伝搬速度に整合させることができる。なお、導波路層 14 a, 14 b 及び半絶縁性の半導体埋め込み層 16 a, 16 b の誘電率は 1.4 程度とした。

[0022] インピーダンス及び伝搬速度の整合が得られるパラメータは上記の例に限らず、進行波電極 5 a, 5 b の厚さ、幅、電極間隔などに自由度がある。例えば電極間隔を広げた場合にはインダクタンスを所望の値にするために電極の厚さと幅を大きくとることになり、進行波電極 5 a, 5 b の抵抗 R_a , R_b を小さくすることができ、 $20\ \text{GHz}$ 以下の比較的低周波域での通過特性が改善する。

[0023] 金属電極 18 が設けられていない場合、アーム間の抵抗値は p 型半導体層 12 の抵抗値 R_1 のみで決まる。進行波電極 5 a, 5 b の間隔の拡大に対してアーム間の抵抗値は顕著に増加し、 $20\ \text{GHz}$ 以上の高周波領域での通過特性が悪化する。一方、金属電極 18 の低抵抗な抵抗 R_2 が p 型半導体層 12 に並列に接続されている場合は、電極間隔の拡大によるアーム間の抵抗値増加は僅かであり、高周波領域での通過特性悪化は限定的なものとなる。

[0024] 図4は、実施の形態1及び比較例の電気－光変調帯域の計算結果を示すグラフである。比較例には金属電極18が設けられていない。20GHz以上の高周波域においては、アーム間の抵抗値が通過特性の支配要因となる。実施の形態1では金属電極18によりアーム間の抵抗値が低減されるため、電気－光変換の3dB帯域を97GHzまで向上させることができる。

[0025] また、半絶縁性基板11の表面の面方位は<100>である。導波路形成後の再成長形状の制約からアーム導波路4a、4bの延伸方向は<011>であることが望ましい。この導波路延伸方向の場合に半絶縁性基板11の上にp型クラッド層、導波路層、n型クラッド層の順に積層することでポッケルス効果による位相変調効率の向上が見込める。このような積層構造の場合、導波路層とn型クラッド層をドライエッチングしてマッハツェンダ干渉器を構成するようにアーム導波路4a、4bを分離形成する。アーム導波路4a、4bのn型クラッド層15a、15bの上にそれぞれ進行波電極5a、5bを形成することで、p型クラッド層13a、13bの上に進行波電極5a、5bを形成した場合と比較してコンタクト抵抗を大幅に低減することができる。一方、分離形成したアーム導波路4a、4bをp型半導体層12で接続しているため、マッハツェンダ変調器のアーム間の抵抗値はp型半導体層12の抵抗値によって支配される。p型半導体層12の抵抗値は、ドーピングするアクセプタ濃度、アーム間の距離で制御することができる。しかし、アクセプタ濃度を増やした場合には光吸収損失増加、アーム間の距離を近づけた場合にはインダクタンスが低下することでインピーダンス整合が困難になるなどの問題がある。

[0026] そこで、本実施の形態では、金属電極18を、アーム導波路4aとアーム導波路4bの間においてp型半導体層12に接触させている。p型半導体層12に対して金属電極18が並列に接続されるため、アーム間の抵抗値が大幅に低下する。従って、進行波電極5a、5bを伝搬するマイクロ波の損失を低減し、電気－光変換の変調帯域を大幅に向上させることができる。

[0027] また、金属電極18は、絶縁膜17aから絶縁膜17bまでの全ての領

域において p 型半導体層 1 2 に接触するように形成されている。これにより、アーム間の抵抗値を最大限に低下させることができる。

[0028] p 型半導体層 1 2 は InGaAs などからなり、p 型クラッド層 1 3 a, 1 3 b は InP などからなる。従って、p 型半導体層 1 2 は p 型クラッド層 1 3 a, 1 3 b よりもバンドギャップエネルギーが小さい。このため、金属電極 1 8 と p 型半導体層 1 2 のコンタクト抵抗を低減することができる。

[0029] なお、金属電極 1 8 を形成することで高周波における誘導成分（インダクタンス）が低下する。このため、インピーダンスが低下し、マイクロ波の伝搬速度が上昇する。この金属電極 1 8 による影響を考慮してインピーダンス整合及び速度整合を行う必要がある。

[0030] 実施の形態 2.

図 5 は、実施の形態 2 に係るマッハツェンダ変調器を示す断面図である。本実施の形態ではアーム導波路 4 a とアーム導波路 4 b の間において p 型クラッド層 1 3 を分離エッチングしない。金属電極 1 8 は p 型クラッド層 1 3 に接触している。これによりアーム間の抵抗値を更に低減し、変調帯域の更なる広帯域化を図ることができる。その他の構成及び効果は実施の形態 1 と同様である。

[0031] ただし、p 型クラッド層 1 3 の材料として導波路層 1 4 a, 1 4 b より屈折率の低い InP などを用いる。このため、 InGaAs などのバンドギャップエネルギーの小さい材料と比較して金属電極 1 8 とのコンタクト抵抗が高くなる。また、p 型クラッド層 1 3 は導波路層 1 4 a, 1 4 b の近傍に配置されるため、価電子帯間吸収による光吸収を抑制するように、p 型クラッド層 1 3 のアクセプタ濃度を $1.0 \times 10^{18} [\text{cm}^{-3}]$ 程度以下に低くする必要がある。従って、金属電極 1 8 と p 型クラッド層 1 3 のコンタクト抵抗が高くなる傾向がある。よって、金属電極 1 8 を形成したことによるアーム間の抵抗値低減効果を十分に発揮するためには、金属電極 1 8 を形成した後のシンター処理を適切に実施する必要がある。

[0032] 実施の形態 3.

図6は、実施の形態3に係るマッハツェンダ変調器を示す断面図である。本実施の形態では、実施の形態2のp型クラッド層13の上に、p型クラッド層13よりもバンドギャップエネルギーが小さいp型コンタクト層19を形成している。金属電極18はp型コンタクト層19に接触している。バンドギャップエネルギーが小さいp型コンタクト層19は、p型クラッド層13よりも金属電極18とのコンタクト抵抗が小さい。これにより、アーム間のp型半導体層の厚さを保持しつつ、金属電極18による抵抗低減効果も十分に得られる。従って、電気-光変換の3dB帯域を100GHz以上に向上できることが期待される。その他の構成及び効果は実施の形態2と同様である。

符号の説明

[0033] 1 マッハツェンダ変調器、4a, 4b アーム導波路、5a, 5b 進行波電極、11 半絶縁性基板、12 p型半導体層、13a, 13b p型クラッド層、14a, 14b 導波路層、15a, 15b n型クラッド層、17a, 17b 絶縁膜、18 金属電極、19 p型コンタクト層

請求の範囲

- [請求項1] 半絶縁性基板と、
前記半絶縁性基板の上に形成されたp型半導体層と、
前記p型半導体層の上に形成され、互いに離間した第1及び第2の
アーム導波路と、
前記第1及び第2のアーム導波路の上にそれぞれ形成された第1及び第2の進行波電極と、
前記第1のアーム導波路と前記第2のアーム導波路の間において前記p型半導体層に接触し、DCバイアス用の電源に接続されていない金属電極とを備えることを特徴とするマッハツェンダ変調器。
- [請求項2] 前記第1及び第2のアーム導波路の側面をそれぞれ覆う第1及び第2の絶縁膜を更に備え、
前記金属電極は、前記第1の絶縁膜から前記第2の絶縁膜までの全ての領域において前記p型半導体層に接触するように形成されていることを特徴とする請求項1に記載のマッハツェンダ変調器。
- [請求項3] 前記第1及び第2のアーム導波路の各々は、p型クラッド層と、前記p型クラッド層の上に形成された導波路層と、前記導波路層の上に形成されたn型クラッド層とを有し、
前記p型半導体層は、前記p型クラッド層よりもバンドギャップエネルギーが小さいことを特徴とする請求項1又は2に記載のマッハツェンダ変調器。
- [請求項4] 前記p型半導体層はp型クラッド層を有し、
前記第1及び第2のアーム導波路の各々は、前記p型クラッド層の上に形成された導波路層と、前記導波路層の上に形成されたn型クラッド層とを有し、
前記金属電極は前記p型クラッド層に接触していることを特徴とする請求項1又は2に記載のマッハツェンダ変調器。
- [請求項5] 前記p型半導体層は、p型クラッド層と、前記p型クラッド層の上

に形成され、前記 p 型クラッド層よりもバンドギャップエネルギーが小さい p 型コンタクト層とを有し、

前記第 1 及び第 2 のアーム導波路の各々は、前記 p 型クラッド層の上に形成された導波路層と、前記導波路層の上に形成された n 型クラッド層とを有し、

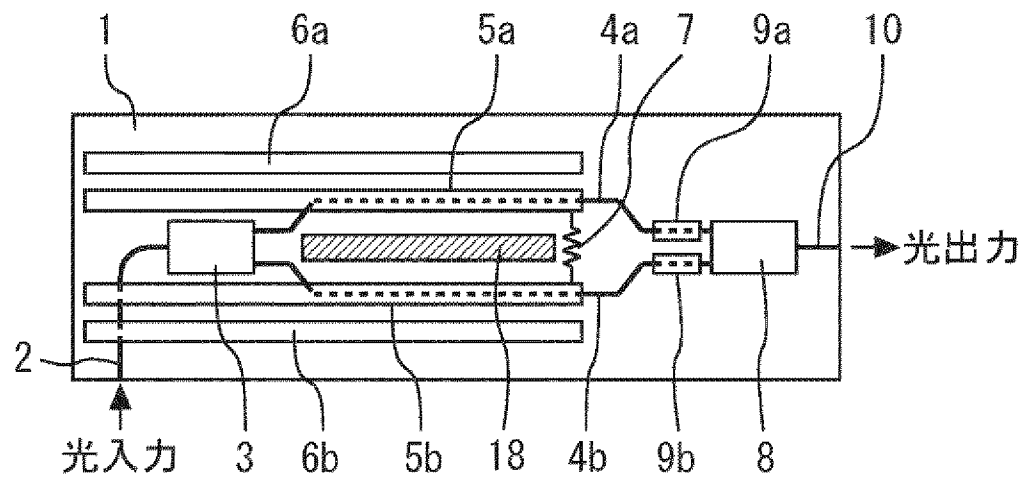
前記金属電極は前記 p 型コンタクト層に接触していることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のマッハツェンダ変調器。

[請求項 6]

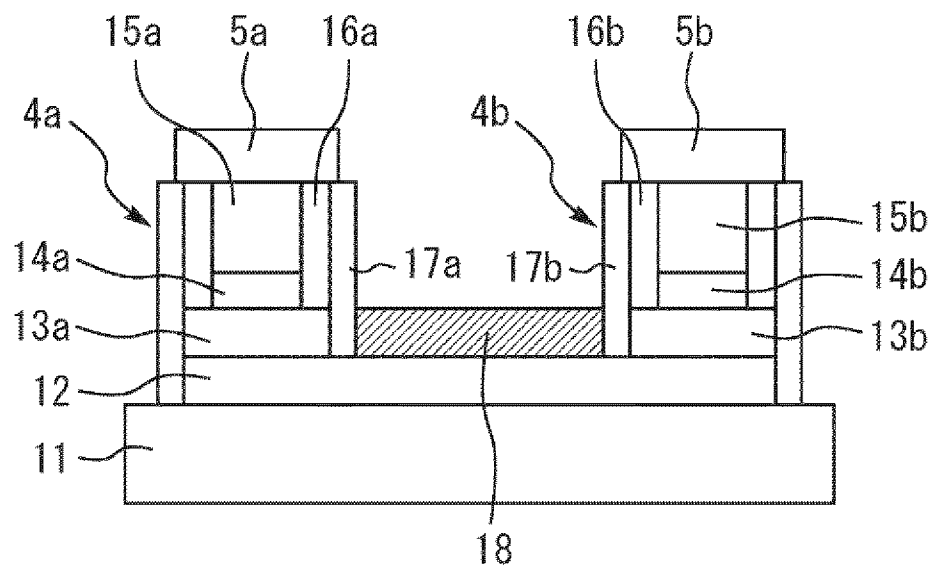
前記半絶縁性基板の表面の面方位は $\langle 100 \rangle$ であり、

前記第 1 及び第 2 のアーム導波路の延伸方向は $\langle 011 \rangle$ であることを特徴とする請求項 1 ～ 5 の何れか 1 項に記載のマッハツェンダ変調器。

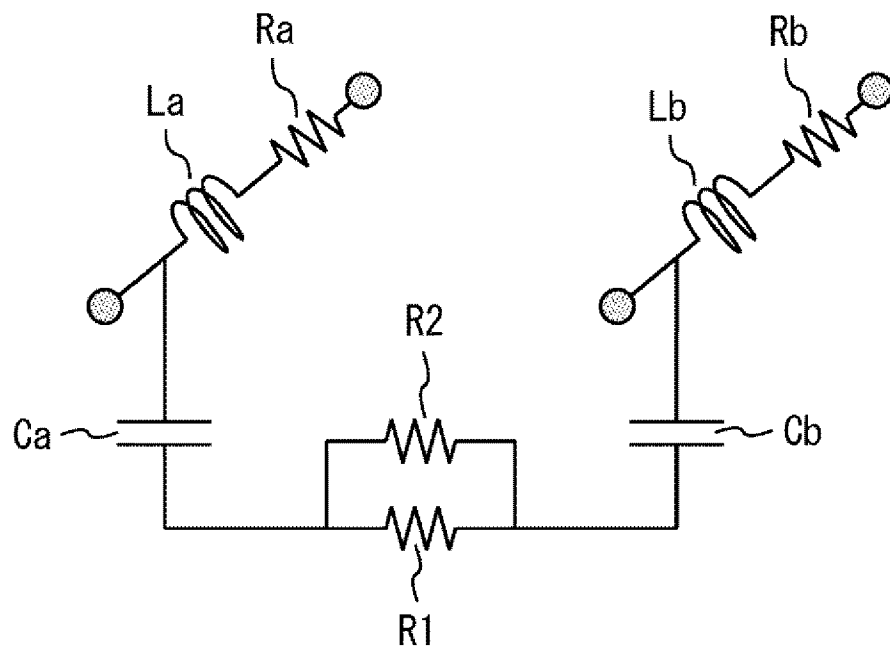
[図1]



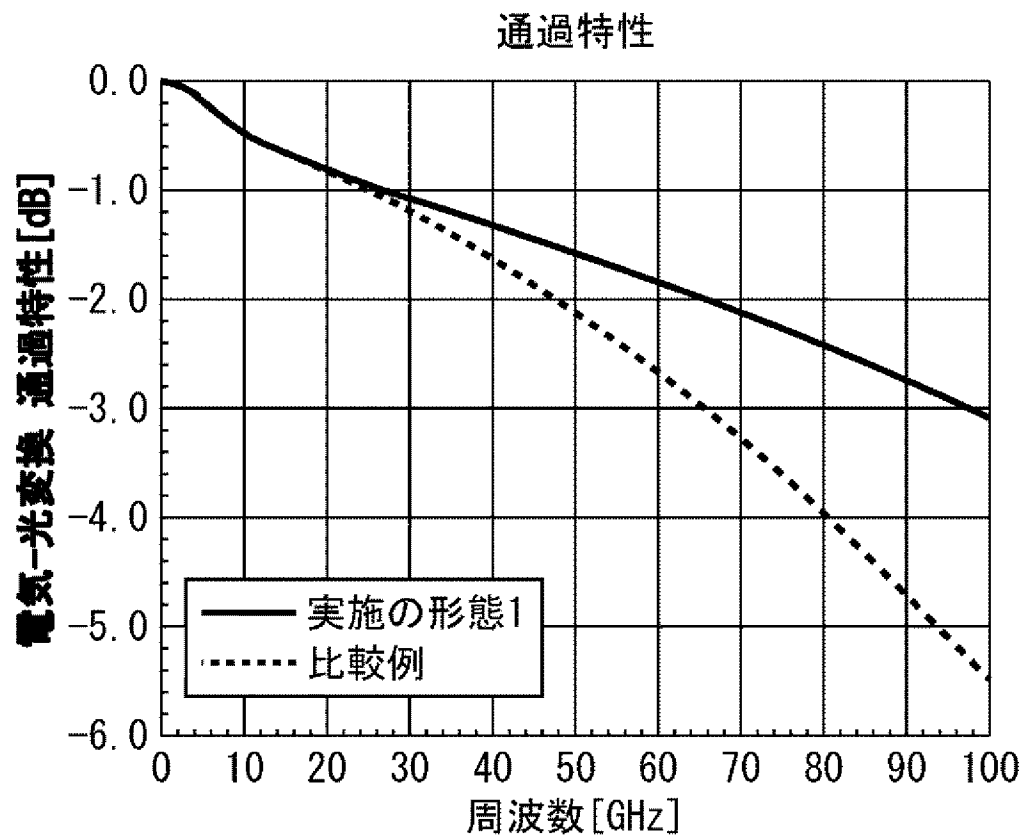
[図2]



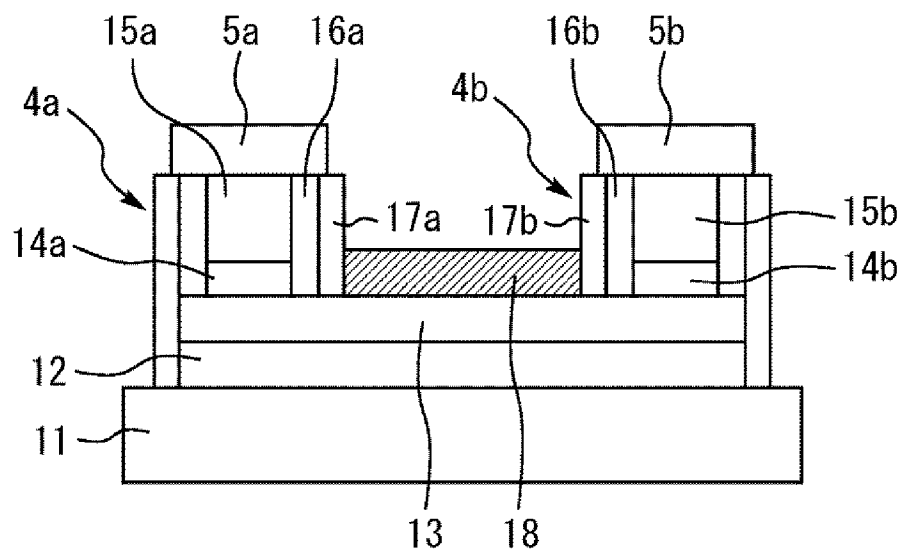
[図3]



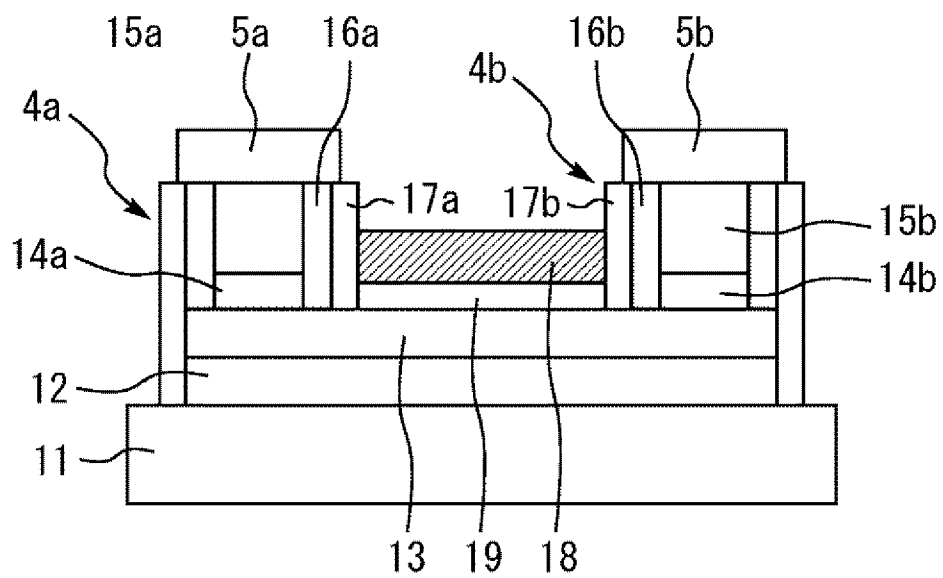
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/043252

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G02F 1/017**(2006.01)i

FI: G02F1/017 502

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

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 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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	JP 2010-8869 A (FUJITSU LTD) 14 January 2010 (2010-01-14) paragraphs [0002]-[0003], [0008]-[0023], [0041]-[0066], fig. 1-2, 6-9	1-2, 4
Y		3, 5-6
Y	JP 2017-227801 A (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 28 December 2017 (2017-12-28) paragraphs [0013], [0016]-[0018], [0038], fig. 1-2	3, 5-6
Y	WO 2016/194369 A1 (NIPPON TELEGRAPH & TELEPHONE) 08 December 2016 (2016-12-08) paragraphs [0017]-[0021], fig. 5	6
A	US 10831044 B1 (ACACIA COMMUNICATIONS, INC.) 10 November 2020 (2020-11-10) entire text, all drawings	1-6

☐ 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

23 December 2021

Date of mailing of the international search report

11 January 2022

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/043252

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2010-8869	A	14 January 2010	(Family: none)	
JP	2017-227801	A	28 December 2017	(Family: none)	
WO	2016/194369	A1	08 December 2016	US 2018/0164654 A1 paragraphs [0029]-[0033], fig. 5	
				EP 3306381 A1	
				CN 107615140 A	
US	10831044	B1	10 November 2020	US 10488683 B1	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02F 1/017(2006.01)i FI: G02F1/017 502		
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		
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 1971-2021年 日本国実用新案登録公報 1996-2021年 日本国登録実用新案公報 1994-2021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	JP 2010-8869 A（富士通株式会社）14.01.2010（2010-01-14） [0002]-[0003], [0008]-[0023], [0041]-[0066], 図1-2, 6-9	1-2, 4
Y		3, 5-6
Y	JP 2017-227801 A（日本電信電話株式会社）28.12.2017（2017-12-28） [0013], [0016]-[0018], [0038], 図1-2	3, 5-6
Y	WO 2016/194369 A1（日本電信電話株式会社）08.12.2016（2016-12-08） [0017]-[0021], 図5	6
A	US 10831044 B1（ACACIA COMMUNICATIONS, INC.）10.11.2020（2020-11-10） 全文, 全図	1-6
☐ 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 23.12.2021	国際調査報告の発送日 11.01.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 百瀬 正之 2L 4084 電話番号 03-3581-1101 内線 3255	

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/JP2021/043252

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	2010-8869	A	14.01.2010	(ファミリーなし)			
JP	2017-227801	A	28.12.2017	(ファミリーなし)			
WO	2016/194369	A1	08.12.2016	US	2018/0164654	A1	
				[0029]-[0033], FIG. 5			
				EP	3306381	A1	
				CN	107615140	A	
US	10831044	B1	10.11.2020	US	10488683	B1	