

(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11月9日(09.11.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/214469 A1

(51) 国際特許分類:

G02F 1/025 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2022/019604

(22) 国際出願日: 2022年5月6日(06.05.2022)

(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: 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: 橋詰 泰彰 (HASHIZUME Yasuaki); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 小木曾 義弘 (OGISO Yoshihiro); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 N T T 知的

財産センタ内 Tokyo (JP). 尾崎 常祐 (OZAKI Josuke); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP). 石川 光映 (ISHIKAWA Mitsuteru); 〒1808585 東京都武蔵野市緑町3丁目9-1 N T T 知的財産センタ内 Tokyo (JP).

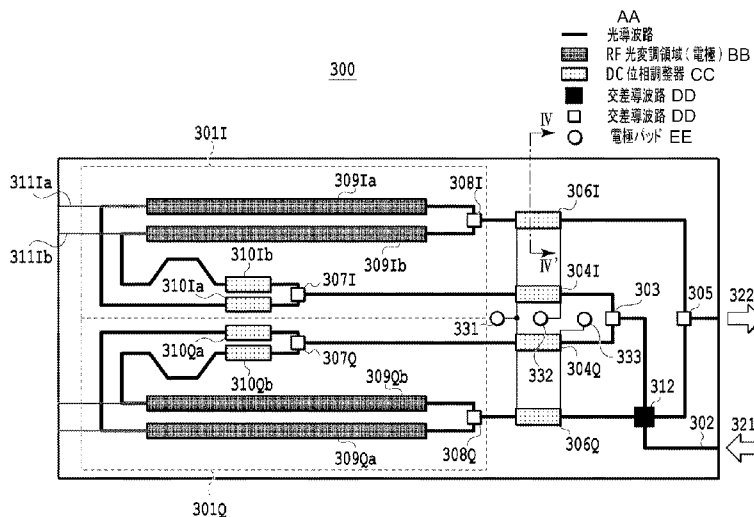
(74) 代理人: 特許業務法人 谷・阿部特許事務所 (TANI & ABE, P.C.); 〒1070052 東京都港区赤坂2丁目6番20号 Tokyo (JP).

(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, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,

(54) Title: IQ OPTICAL MODULATOR

(54) 発明の名称: IQ光変調器

[図3]



AA... OPTICAL WAVEGUIDE
BB... RF OPTICAL MODULATION REGION (ELECTRODE)
CC... DC PHASE ADJUSTER
DD... CROSS WAVEGUIDE
EE... ELECTRODE PAD

(57) Abstract: Provided is an IQ optical modulator with which degradation of high-frequency characteristics is suppressed, and reduced size and improved reliability of a phase adjuster can be achieved at the same time. Provided is an IQ optical modulator having a first optical modulator for an I channel and a second optical modulator for a Q channel, the IQ optical modulator being provided with: a first phase adjuster to which drive power is supplied in parallel with a phase adjuster inserted between a first optical demultiplexer and an input of the first optical modulator, and a phase adjuster inserted between an output of the first optical modulator and the first optical demultiplexer; and a second phase adjuster to which drive power is supplied in parallel with a phase adjuster inserted between the first optical demultiplexer and an input of the second optical modulator, and a phase adjuster inserted between an output of the second optical modulator and the first optical demultiplexer.

[続葉有]

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, SC, 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))

(57) 要約: 高周波特性の劣化を抑制するとともに、位相調整器の小型化と信頼性向上とを同時に図ることができるI/Q光変調器を提供する。Iチャネル用の第1光変調器とQチャネル用の第2光変調器とを有するI/Q光変調器であって、第1光分波器と前記第1光変調器の入力との間に挿入された位相調整器と、前記第1光変調器の出力と第1光合波器との間に挿入された位相調整器とに並列に駆動電力が供給される第1位相調整器と、前記第1光分波器と前記第2光変調器の入力との間に挿入された位相調整器と、前記第2光変調器の出力と前記第1光合波器との間に挿入された位相調整器とに並列に駆動電力が供給される第2位相調整器とを備えた。

明 細 書

発明の名称： I Q光変調器

技術分野

[0001] 本発明は、高速かつ広波長帯域動作可能なI Q光変調器に関する。

背景技術

[0002] 光通信システムの大容量化に伴い、高度な光変調方式に対応した高速光変調器が求められている。特にデジタルコヒーレント技術を用いた多値光変調器は、100Gbpsを超える大容量トランシーバ実現に大きな役割を果たしている。多値光変調器は、光入力を2つのアームに分波し、移相後に合波して干渉出力するマッハ・ツェンダー干渉型の光導波路(MZ光導波路)で構成された、ゼロチャープ駆動が可能な光変調器(MZM)が並列多段に内蔵されている。このような構成により、光の振幅及び位相に、それぞれ独立の信号を付加させることができる。

[0003] 現在、通信網への普及が進んでいる代表的な偏波多重型のI Q光変調器は、親MZMの各アームのそれぞれが子MZMで構成された、いわゆる入れ子構造を有する。X、Yの偏波チャネルのそれぞれに対応して子MZMが2つ並列に設けられ、計4つの子MZMを有するMZM(Quad-parallel MZM)が構成されている。各々の子MZMの2つのアームには、光導波路内を伝搬する光信号に変調動作を行うためのRF変調電気信号が入力される進行波型電極が設けられている。各偏波チャネルにおいて、このような対をなす2つの子MZMの一方がIチャネル、他方がQチャネルにあたる。

[0004] かかる偏波多重型のI Q光変調器は、子MZMのアーム光導波路に沿って設けられた変調電極の一端にRF変調電気信号を入力することにより、電気光学効果を生じさせて子MZMの光導波路内を伝搬する2つの光信号に位相変調を施している(特許文献1)。

[0005] 図1に、従来の偏波多重型のI Q光変調器の一例を示す。偏波多重型のI Q光変調器100は、半導体チップ上に、X偏波チャネル用のMZM101

XとY偏波チャネル用のMZM101Yとが形成され、それぞれにIチャネル用のMZM101XI, 101YIとQチャネル用のMZM101XQ, 101YQとを含む入れ子構造を有する。半導体チップの一方の辺の中央から形成された入力光導波路102は、MZM101X、101Yの間を通り、光分波器103に接続される。光分波器103の出力に、光分波器104X, 104Yが接続され、さらに、その出力にはMZM101XI, 101XQとMZM101YI, 101YQのそれぞれが接続される。

[0006] X偏波チャネル用のMZM101Xは、光分波器104Xと光合波器105Xとの間に、Iチャネル用のMZM101XIおよび位相調整器106XIと、Qチャネル用のMZM101XQおよび位相調整器106XQとが設けられている。さらに、Iチャネル用のMZM101XIは、光分波器107XIと光合波器108XIとの間に、MZ光導波路109XIa, 109XIbおよび位相調整器110XIa, 110XIbが設けられている。MZ光導波路109XIa, 109XIbに形成された進行波型電極は、半導体チップの他方の辺から形成されたRF信号線111XIa, 111XIbに接続され、RF変調信号が供給される。Qチャネル用の構成も同じであるので説明は省略する。また、Y偏波チャネル用のMZM101YもX偏波チャネル用のMZM101Xと同じ構造を有するので説明は省略する。

[0007] 入力光121は、入力光導波路102を経て光分波器103で分岐され、X, Y偏波の各チャネル光は、MZM101XとMZM101Yにおいて、RF変調信号によって光変調され、半導体チップの一方の辺から変調出力光122X, 122Yとして出力される。

[0008] この構成によれば、MZM101X、101Yのそれぞれにおいて、IQチャネル間で導波路構造が対称であるため、チップ内の温度変動・温度分布に対してチャネル間の特性誤差は小さい。一方、RF変調信号を入力するRF信号線111XIa, 111XIbの線路長L1が長くなるため、高周波特性の劣化が懸念される。

[0009] 図2に、従来の偏波多重型のIQ光変調器の他の例を示す。偏波多重型の

I Q光変調器200は、半導体チップ上に、X偏波チャネル用のMZM201XとY偏波チャネル用のMZM201Yとが形成され、それぞれにIチャネル用のMZM201XI, 201YIとQチャネル用のMZM201XQ, 201YQとを含む入れ子構造を有する。半導体チップの一方の辺の中央から形成された入力光導波路202は、MZM201X、201Yの間を通り、光分波器203に接続される。光分波器203の出力に、光分波器204X, 204Yが接続され、さらに、その出力側の光導波路を180°折り返して、MZM201XI, 201XQとMZM201YI, 201YQのそれぞれに接続している。

[0010] MZM201XとMZM201Yの構成は、折り返し構造を除いて、MZM101XとMZM101Yと同じなので説明は省略する。

[0011] 入力光221は、入力光導波路202を経て光分波器203で分岐され、X, Y偏波の各チャネル光は、MZM201XとMZM201Yにおいて、RF変調信号によって光変調され、半導体チップの一方の辺から変調出力光222X、222Yとして出力される。

[0012] この構成によれば、RF変調信号を入力するRF信号線211XIa, 211XIbの線路長L2を短尺化することができ、高周波特性の劣化を抑制することができる。一方、MZM201XとMZM201YとにおけるIQチャネル間の導波路構造が非対称性になるので、半導体チップ内の温度変動・温度分布に対して、IQチャネル間の特性誤差が大きくなってしまう。

[0013] 上述した例における位相調整器は、熱光学効果を利用した位相調整器である。光導波路の上方に装荷された金属材料（ヒータ）からなる位相調整電極に通電することにより、光導波路を加熱し、光導波路内を伝搬する光信号の位相を変化させている。ヒータは、抵抗の経時変動を抑制するため、ヒータの単位長さあたりの温度上昇を所定の温度に抑える必要がある。つまり、ヒータの長さは、信頼性の観点から最短にできる長さが決定され、IQ光変調器の小型化における課題であった。

[0014] 一方、ヒータへの要求として低抵抗化がある。ヒータを駆動する電源容量

と、ヒータに印加すべき電力は、I Q光変調器を実装するデバイス、使用する条件によって決まる。一例として、電源の最大電圧が5 Vであり、ヒータに印加すべき電力は最大100 mWと決められている。このとき、ヒータ抵抗は250 Ω で設計され、例えば、ヒータの長さは500 μ m、幅は10 μ mである。

[0015] ここで、最大電圧3.3 Vといった低電圧電源を使用したいという要求に応えるための一つの手法として、低抵抗化が考えられる。ヒータ抵抗を108.9 Ω とすれば、3.3 Vの電圧で100 mWの電力を印加することができる。低抵抗化のためには、ヒータの幅を太くするか、ヒータの長さを短くする必要がある。しかしながら、ヒータの幅を太くした場合には、ヒータの膜応力によって信頼性が低下してしまう。また、ヒータの長さを短くした場合でも、上述したように信頼性の低下につながってしまう。従って、位相調整器としてのヒータの低抵抗化に伴う信頼性を確保した上で、小型化を図ることが困難であるという課題があった。

先行技術文献

特許文献

[0016] 特許文献1：国際公開WO／2018／174083号公報

発明の概要

[0017] 本発明の目的は、高周波特性の劣化を抑制するとともに、位相調整器の小型化と信頼性向上とを同時に図ることができるI Q光変調器を提供することにある。

[0018] 本発明は、このような目的を達成するために、一実施態様は、Iチャネル用の第1光変調器とQチャネル用の第2光変調器とを有するI Q光変調器であって、半導体チップの一方の辺から形成された入力光導波路に接続され、前記第1および前記第2光変調器の間に設けられ、前記第1および前記第2光変調器に入力光を分波する第1光分波器と、前記第1および前記第2光変調器からの出力光を合波し、前記半導体チップの前記一方の辺から出力する第1光合波器と、前記第1光分波器と前記第1光変調器の入力との間に挿入

された位相調整器と、前記第 1 光変調器の出力と前記第 1 光合波器との間に挿入された位相調整器とに並列に駆動電力が供給される第 1 位相調整器と、前記第 1 光分波器と前記第 2 光変調器の入力との間に挿入された位相調整器と、前記第 2 光変調器の出力と前記第 1 光合波器との間に挿入された位相調整器とに並列に駆動電力が供給される第 2 位相調整器とを備えたことを特徴とする。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]図 1 は、従来の偏波多重型の I Q 光変調器の一例を示す図、
[図2]図 2 は、従来の偏波多重型の I Q 光変調器の他の例を示す図、
[図3]図 3 は、本発明の実施例 1 にかかる I Q 光変調器を示す図
[図4]図 4 は、実施例 1 にかかる I Q 光変調器の位相調整器の構造を示す断面図
[図5]図 5 は、本発明の実施例 2 にかかる I Q 光変調器を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0020] 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。
- [0021] 図 3 に、本発明の実施例 1 にかかる I Q 光変調器を示す。I Q 光変調器 300 は、単一偏波の I Q 光変調器であって、半導体チップ上に I チャンネル用の光変調器 (MZM) 301 I と Q チャンネル用の光変調器 (MZM) 301 Q とからなる入れ子構造を有する。半導体チップの一方の辺から形成された入力光導波路 302 は、光交差導波路 312 を介して MZM 301 I、301 Q の間に設けられた光分波器 303 (第 1 光分波器) に接続される。
- [0022] I Q 光変調器 300 は、光分波器 303 と光合波器 305 との間に、位相調整器 304 I、I チャンネル用の MZM 301 I および位相調整器 306 I と、位相調整器 304 Q、Q チャンネル用の MZM 301 Q および位相調整器 306 Q とが設けられている。さらに、I チャンネル用の MZM 301 I には、MZM 301 I、301 Q の間に光分波器 307 I (第 2 光分波器) および位相調整器 310 I a、310 I b が設けられ、その出力側の光導波路を 180° 折り返して、マッハ・ツェンダー干渉型のアーム光導波路 (MZ 光

導波路) 3091a, 3091bに接続している。すなわち、光分波器3071の光伝搬方向とMZ光導波路3091a, 3091bの光伝搬方向が反対方向である。なお、位相調整器3101a, 3101bからMZ光導波路3091a, 3091bまでの光導波路の長さが等しくなるように、折り返し部分の内側の光導波路には、折り曲げ部を設けている。

[0023] MZ光導波路3091a, 3091bの出力は、光合波器3081(第2光合波器)で合波され、位相調整器3061に入力される。MZ光導波路3091a, 3091bに形成された進行波型電極は、半導体チップの他方の辺から形成されたRF信号線3111a, 3111bに接続され、RF変調信号が供給される。Qチャネル用のMZM301Q側の構成も同じであるので説明は省略する。

[0024] 入力光321は、入力光導波路302を経てMZM301IとMZM301Qにおいて、RF変調信号によって光変調され、光合波器305(第1光合波器)で合波されて、半導体チップの一方の辺から変調出力光322として出力される。

[0025] この構成によれば、IQチャネル間で導波路構造が対称であるため、チップ内の温度変動・温度分布に対してチャネル間の特性誤差は小さい。また、位相調整器3101a, 3101bをMZM301I, 301Qの間に設けたので、RF信号線3111a, 3111bの線路長を短尺化することができる。同時に、IQ光変調器300の短尺化も図ることができる。

[0026] 光交差導波路312は、2つの光導波路の交差部が、光の伝搬方向が直交する十字型に配置された2つの1×1MMIカプラから構成されている。2つの1×1MMIカプラは、十字型の平面形状をなし、同一のコア・クラッド構造で形成されており、伝搬方向が直交する2つの光が同一平面で交差する構造になっている。1×1MMIカプラでは、多数のモードが独立して伝搬するが、それぞれのモードは異なる伝搬速度を有しているため、ある伝搬長において、それらのモードの干渉結果として光が集光する機能を有する。2つのMMIカプラの交差部の中心を、この集光点とすることにより、低損

失な光交差導波路として機能させることができる。

[0027] 図4に、実施例1にかかるI Q光変調器の位相調整器の構造を示す。図3に示したI V-I V'における断面図である。位相調整器3061は、基板であるS i-n P層401上に、n-i n P層402、下部半導体クラッド層403、半導体コア層404、上部半導体クラッド層405が順に積層されている。下部半導体クラッド層403から上部半導体クラッド層405までは、ドライエッチングによって所望のメサ構造が形成され、1つの光導波路として機能する。光導波路は、有機材料406で覆われて平坦化されており、有機材料406の上にヒータ407となる金属電極が形成されている。光導波路幅（メサ幅）は $2\mu\text{m}$ 、ヒータの幅は $2\mu\text{m}$ であり、長さは $435\mu\text{m}$ である。

[0028] 実施例1において、I Qチャネル間の位相調整器は、I チャネル用のMZM3011の前後に、同じ長さの位相調整器3041, 3061が配置されている。2つのヒータに電力を供給する配線は、グラウンド用電極パッド331と駆動用電極パッド332とに接続され、ヒータの電源は、2つのヒータを並列に駆動電力を供給する。ヒータの抵抗は、幅 $2\mu\text{m}$ 、長さ $435\mu\text{m}$ の場合 217.5Ω である。この2つのヒータを並列接続しているため、合成抵抗は 108.75Ω となる。上述したように、ヒータに印加すべき駆動電力を最大 100mW とすると、ヒータの電源に必要な出力電圧は 3.29V となり、汎用の 3.3V の電源で駆動することができる。

[0029] ヒータの抵抗は経時変化し、デバイスによって許容される抵抗変化は決められている。5%の抵抗変化を許容した場合、抵抗が5%変化するまでの時間を、ヒータ寿命と定義する。ヒータ寿命は、ヒータの発熱温度に依存しており、ヒータに印加する電力に依存する。ヒータに印加する電力は、デバイスの設計によって必要な電力が決められる（例えば、 100mW など）。以上のことから、ヒータ長を長くするほど、単位長さあたりに消費される電力（単位長さあたりのヒータ温度）は小さくなるため、ヒータ寿命は長くなる。逆に、ヒータ長を短くすると、ヒータ寿命は短くなる。つまり、ヒータ寿

命が決まると、最低限必要なヒータの長さが決まる。

[0030] ヒータへの印加電力を最大100mWとすると、ヒータ寿命の観点からヒータ長は500 μ m以上が必要である。位相調整器として白金ヒータを用いて、電源電圧3.3Vの電源を使用し、ヒータ長500 μ mを満たすためには、ヒータ幅は約4.5 μ mとする必要がある。しかしながら、ヒータの膜応力によって、ヒータ幅が3 μ m以上では、膜の剥がれが発生し易くなるため、ヒータ幅は3 μ m未満とする必要がある。

[0031] 次に、ヒータ抵抗の並列化によって低抵抗化する場合を考える。同じく、印加電力100mW、電源電圧3.3V、ヒータ長500 μ mとした場合、1本のヒータをヒータ幅2 μ m、ヒータ長435 μ mとし、それらを並列化することにより、合成抵抗は108.75 Ω となる。ただし、この場合、435 μ mが2本となり、全長は870 μ mとなりヒータが長くなり、チップサイズが大きくなってしまう。

[0032] そこで、実施例1では、位相調整器304I、306Iの2本のヒータを、MZM301I、301Qの入出力側に分けて配置している。ヒータの設置場所は、入力光導波路302側の導波路の余長部に並列に配置することにより、IQ光変調器300を長尺化することなく、ヒータの低抵抗化を実現することができる。

[0033] 図5に、本発明の実施例2にかかる偏波多重型のIQ光変調器を示す。偏波多重型のIQ光変調器600は、半導体チップ上に、図3に示した実施例1のIQ光変調器300を、X偏波チャネル用およびY偏波チャネル用に2つ並列に集積して、入れ子構造にしている。半導体チップの一方の辺の中央から形成された入力光導波路502は、光分波器510に接続され、その出力はX偏波チャネル用のMZM501XとY偏波チャネル用のMZM501Yに入力される。

[0034] 光分波器510の出力には、光交差導波路512X、512Yを介して、光分波器503X、503Yが接続される。光分波器503Xと光合波器505Xとの間に、位相調整器504XI、Iチャネル用のMZM501XI

および位相調整器506X Iと、位相調整器504X Q、Qチャンネル用のMZM501X Qおよび位相調整器506X Qとが設けられている。光分波器503Yと光合波器505Yとの間の構成も同じである。MZM501X I, X QとMZM501Y I, Y Qの構成は、MZM301 I, 301 Qと同じである。

[0035] 入力光521は、入力光導波路502を経て光分波器503で分岐され、X, Y偏波の各チャンネル光は、MZM501XとMZM501Yにおいて、RF変調信号によって光変調され、半導体チップの一方の辺から変調出力光522X、522Yとして出力される。

[0036] この構成によれば、XY偏波間およびIQチャンネル間で導波路構造が対称であるため、チップ内の温度変動・温度分布に対してチャンネル間の特性誤差は小さい。また、実施例1と同様に、RF信号線の短尺化によるIQ光変調器500の短尺化も図ることができる。さらに、IQチャンネル間の位相調整器をMZM501の前後に配置することにより、IQ光変調器300を長尺化することなく、ヒータの低抵抗化を実現することができる。

請求の範囲

- [請求項1] Iチャネル用の第1光変調器とQチャネル用の第2光変調器とを有するI/Q光変調器であって、
- 半導体チップの一方の辺から形成された入力光導波路に接続され、前記第1および前記第2光変調器の間に設けられ、前記第1および前記第2光変調器に入力光を分波する第1光分波器と、
- 前記第1および前記第2光変調器からの出力光を合波し、前記半導体チップの前記一方の辺から出力する第1光合波器と、
- 前記第1光分波器と前記第1光変調器の入力との間に挿入された位相調整器と、前記第1光変調器の出力と前記第1光合波器との間に挿入された位相調整器とに並列に駆動電力が供給される第1位相調整器と、
- 前記第1光分波器と前記第2光変調器の入力との間に挿入された位相調整器と、前記第2光変調器の出力と前記第1光合波器との間に挿入された位相調整器とに並列に駆動電力が供給される第2位相調整器と
- を備えたことを特徴とするI/Q光変調器。
- [請求項2] 前記入力光導波路は、前記第1または前記第2位相調整器のいずれか一方と前記第1光合波器との間の光導波路と交差し、2つの光導波路の交差部が、光の伝搬方向が直交する十字型に配置された2つの1×1MMIカップラから構成されていることを特徴とする請求項1に記載のI/Q光変調器。
- [請求項3] 前記第1および前記第2光変調器のそれぞれは、前記第1光分波器で分波された光を2つのアーム光導波路に分岐する第2光分波器を、前記第1および前記第2光変調器の間に有し、前記第2光分波器の光伝搬方向と前記第1および前記第2光変調器の光伝搬方向が反対方向であることを特徴とする請求項1または2に記載のI/Q光変調器。
- [請求項4] 偏波多重型のI/Q光変調器であって、

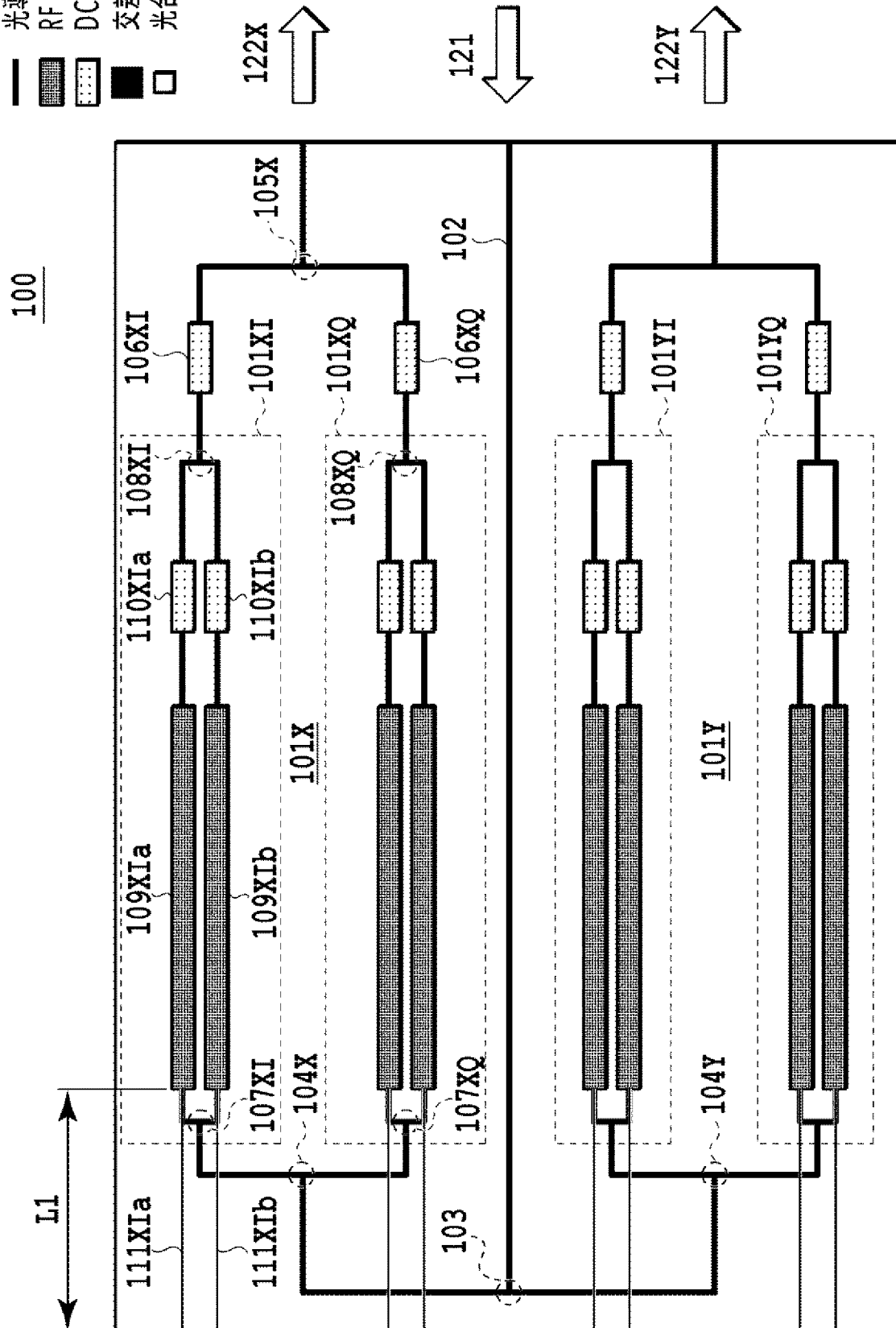
半導体チップ上に並列に集積され、X偏波チャネル用のI Q光変調器およびY偏波チャネル用のI Q光変調器として、請求項1に記載の2つのI Q光変調器と、

前記半導体チップの一方の辺から形成された入力光導波路に接続され、前記2つのI Q光変調器のそれぞれの第1光分波器に入力光を分波する第3光分波器と

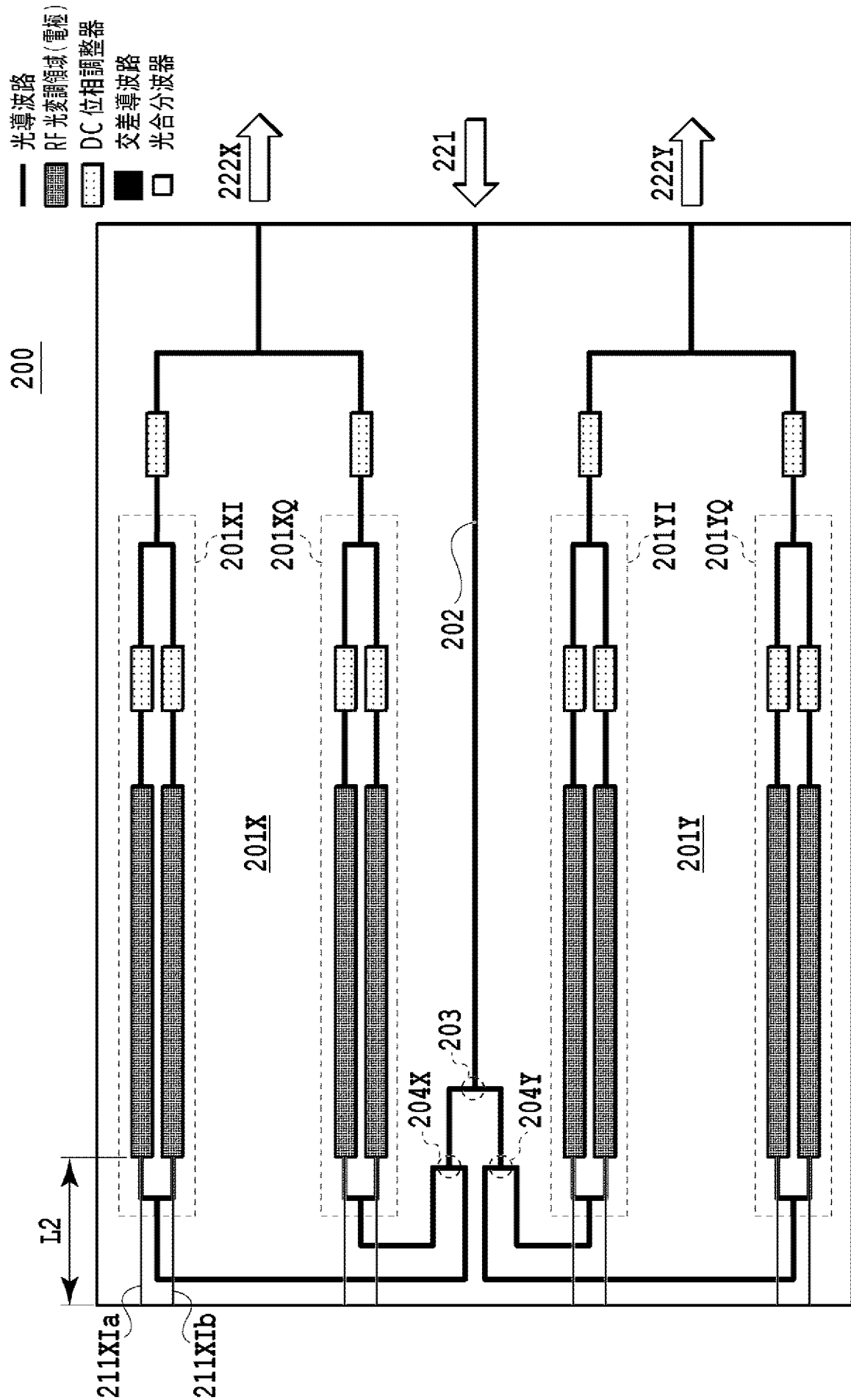
を備えたことを特徴とするI Q光変調器。

[図1]

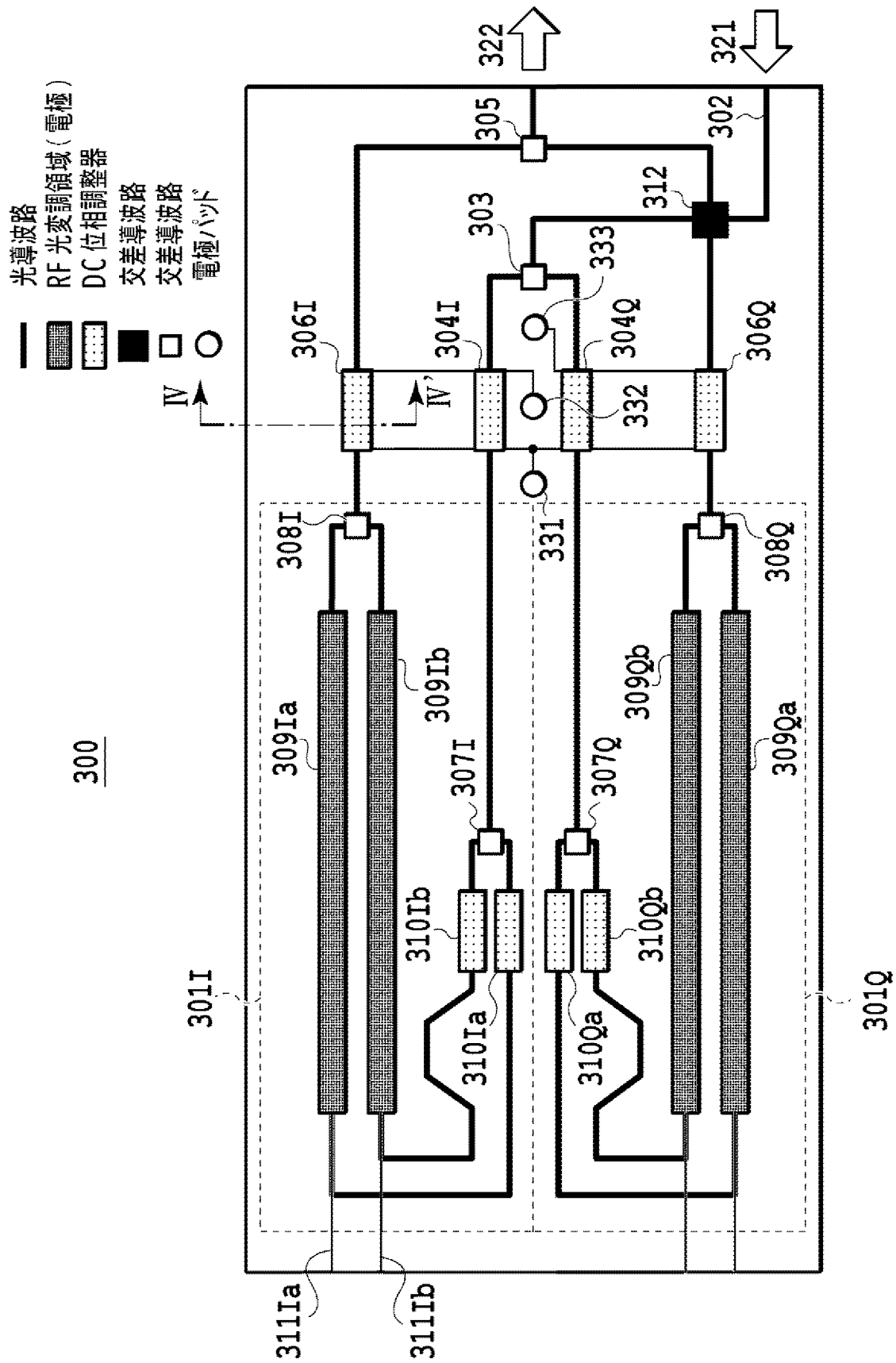
- 光導波路
- ▨ RF光変調領域(電極)
- ▤ DC位相調整器
- 交差導波路
- 光合分波器



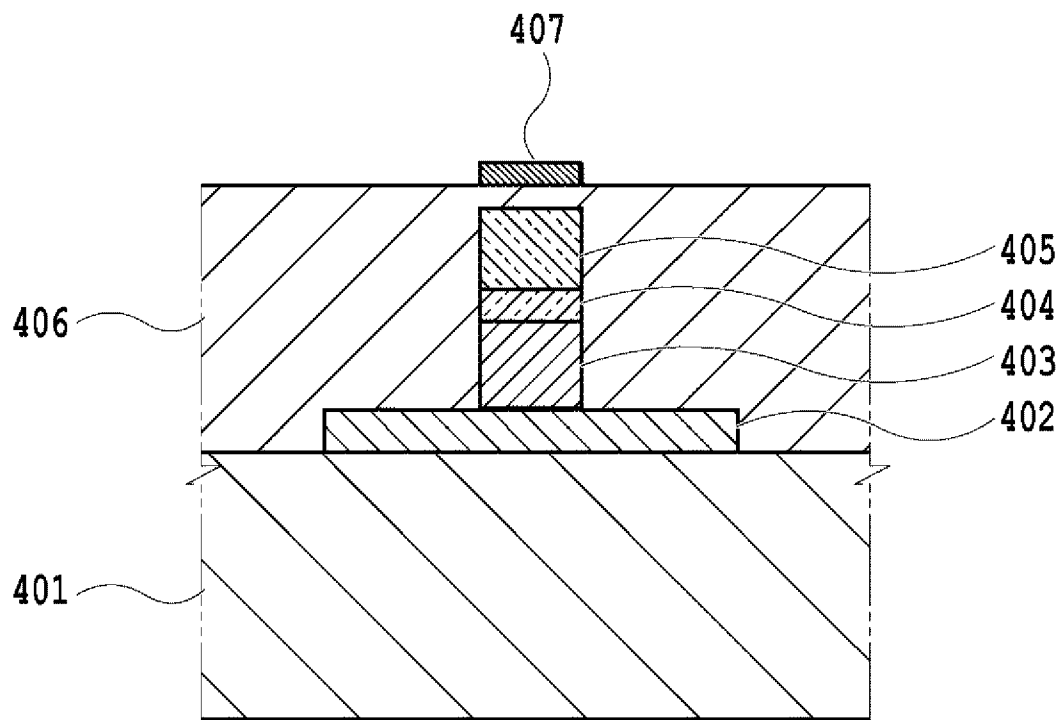
[図2]



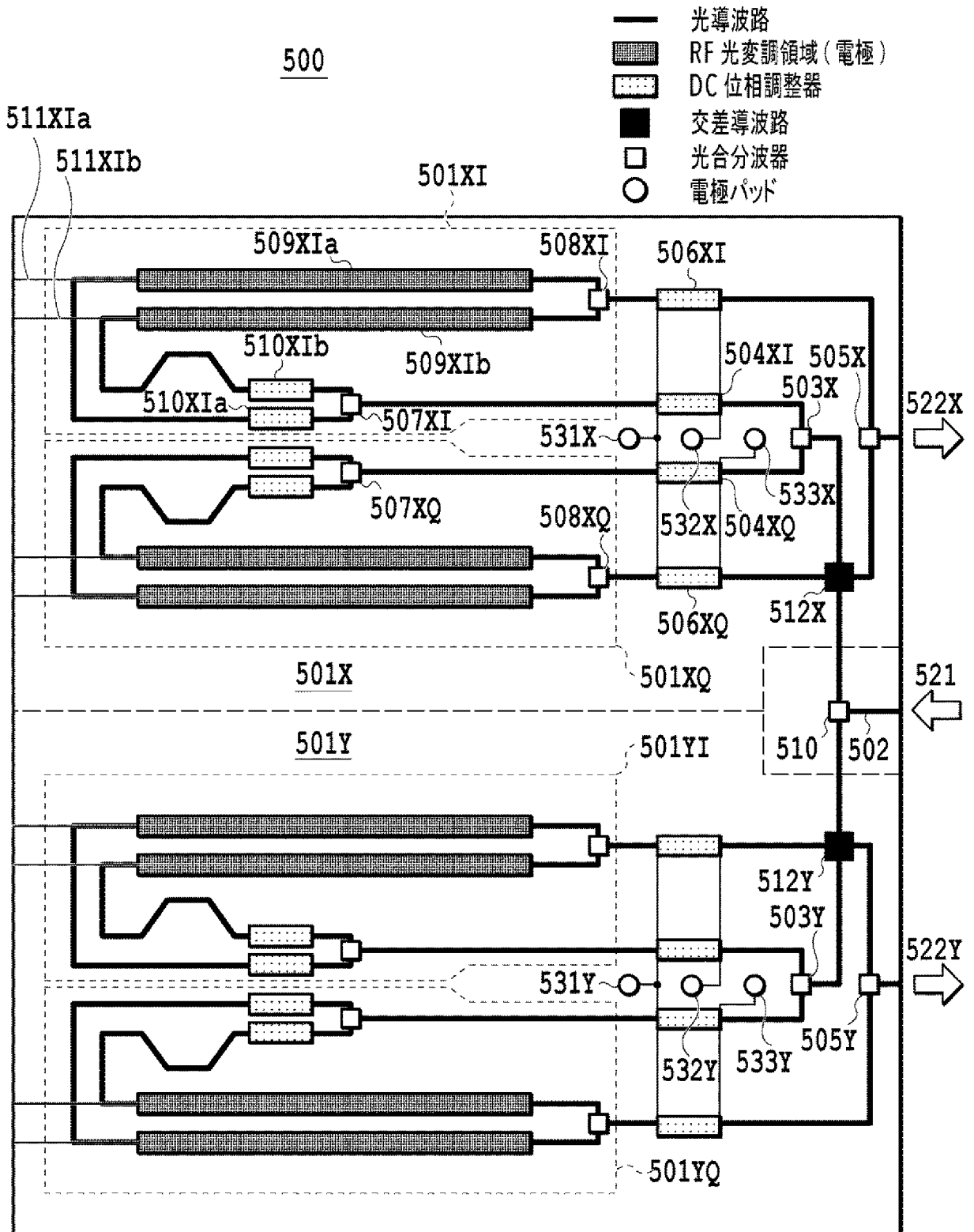
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/019604

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G02F 1/025**(2006.01)i

FI: G02F1/025

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 1971-2022

Registered utility model specifications of Japan 1996-2022

Published registered utility model applications of Japan 1994-2022

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

IEEE Xplore

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2022/029855 A1 (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 10 February 2022 (2022-02-10) paragraphs [0031]-[0110], fig. 5-15	1-4
A	JP 2017-098362 A (FUJITSU LIMITED) 01 June 2017 (2017-06-01) paragraphs [0056]-[0058], fig. 9	1-4
A	JP 2019-015791 A (SUMITOMO ELECTRIC IND., LIMITED) 31 January 2019 (2019-01-31) paragraphs [0020]-[0034], fig. 1-2	1-4
A	JP 2021-162558 A (SUMITOMO ELECTRIC IND., LIMITED) 11 October 2021 (2021-10-11) paragraphs [0035]-[0046], fig. 3A	1-4
A	JP 2012-163876 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 30 August 2012 (2012-08-30) paragraphs [0064]-[0072], fig. 5	1-4

☒ 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

24 May 2022

Date of mailing of the international search report

14 June 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

International application No.

PCT/JP2022/019604**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2020/0064706 A1 (LUMENTUM TECHNOLOGY UK LIMITED) 27 February 2020 (2020-02-27) paragraphs [0041]-[0043], fig. 2-3	1-4
A	OZAKI et al. 500-Gb/s/ λ Operation of Ultra-Low Power and Low-Temperature-Dependence InP-Based High-Bandwidth Coherent Driver Modulator. Journal of Lightwave Technology. 15 September 2020, vol. 38, no. 18, pages 5086-5091 fig. 1	1-4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/019604

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2022/029855	A1	10 February 2022	(Family: none)	
JP	2017-098362	A	01 June 2017	(Family: none)	
JP	2019-015791	A	31 January 2019	US 2019/0011800 A1 paragraphs [0031]-[0058], fig. 1-2	
JP	2021-162558	A	11 October 2021	US 2021/0311268 A1 paragraphs [0048]-[0059], fig. 3A CN 113494992 A	
JP	2012-163876	A	30 August 2012	(Family: none)	
US	2020/0064706	A1	27 February 2020	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02F 1/025(2006.01)i FI: G02F1/025														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2022年</td> </tr> </table> 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） IEEE Xplore			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2022年	日本国実用新案登録公報	1996-2022年	日本国登録実用新案公報	1994-2022年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2022年													
日本国実用新案登録公報	1996-2022年													
日本国登録実用新案公報	1994-2022年													
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	WO 2022/029855 A1（日本電信電話株式会社）10.02.2022（2022-02-10） [0031]-[0110], 図5-15	1-4												
A	JP 2017-098362 A（富士通株式会社）01.06.2017（2017-06-01） [0056]-[0058], 図9	1-4												
A	JP 2019-015791 A（住友電気工業株式会社）31.01.2019（2019-01-31） [0020]-[0034], 図1-2	1-4												
A	JP 2021-162558 A（住友電気工業株式会社）11.10.2021（2021-10-11） [0035]-[0046], 図3A	1-4												
A	JP 2012-163876 A（日本電信電話株式会社）30.08.2012（2012-08-30） [0064]-[0072], 図5	1-4												
A	US 2020/0064706 A1（LUMENTUM TECHNOLOGY UK LIMITED）27.02.2020（2020-02-27） [0041]-[0043], 図2-3	1-4												
☒ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 24.05.2022		国際調査報告の発送日 14.06.2022												
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） 奥村 政人 2L 4752 電話番号 03-3581-1101 内線 3295												

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	OZAKI et al., 500-Gb/s/ λ Operation of Ultra-Low Power and Low-Temperature-Dependence InP-Based High-Bandwidth Coherent Driver Modulator, Journal of Lightwave Technology, 2020.09.15, Vol. 38, No. 18, pp. 5086-5091 図1	1-4

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/JP2022/019604

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2022/029855	A1	10.02.2022	(ファミリーなし)	
JP	2017-098362	A	01.06.2017	(ファミリーなし)	
JP	2019-015791	A	31.01.2019	US 2019/0011800 A1	
				[0031]-[0058], 図1-2	
JP	2021-162558	A	11.10.2021	US 2021/0311268 A1	
				[0048]-[0059], 図3A	
				CN 113494992 A	
JP	2012-163876	A	30.08.2012	(ファミリーなし)	
US	2020/0064706	A1	27.02.2020	(ファミリーなし)	