(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
2017 年 10 月 5 日(05.10.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/168791 A1

(51) 国際特許分類:
G02F 1/035 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2016/078430

(22) 国際出願日: 2016 年 9 月 27 日(27.09.2016)

(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 2016-066407 2016 年 3 月 29 日(29.03.2016) 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２８ 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２８ 住友大阪セメント株式会社内 Tokyo (JP). 市川 潤一郎(**ICHIKAWA Junichiro**); 〒1028465 東京都千代田区六番町６番地２８ 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１９号 芳明ビル４階 Tokyo (JP).

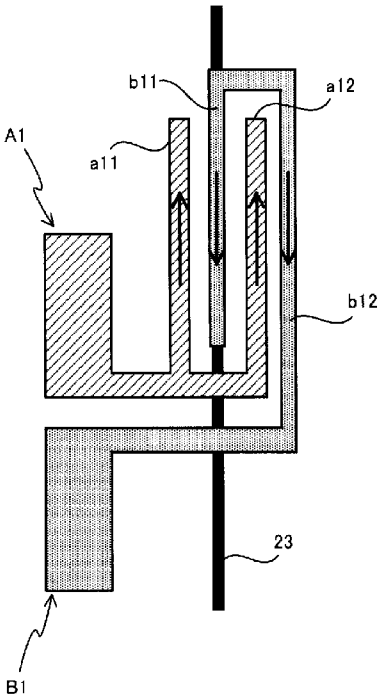
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, 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, 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),

[続葉有]

(54) **Title**: OPTICAL WAVEGUIDE ELEMENT

(54) 発明の名称 : 光導波路素子



(57) **Abstract**: The purpose of the present invention is to provide an optical waveguide element capable of reducing the instability of a DC bias applied to an optical waveguide due to electrical noise captured by a bias electrode and achieving stable operating characteristics. Provided is an optical waveguide element that comprises an electro-optical substrate, an optical waveguide formed on the substrate, a modulation electrode for applying to the optical waveguide an electric field corresponding to a modulation signal, and a bias electrode for applying to the optical waveguide an electric field corresponding to a DC bias, wherein in order to prevent the bias electrode from capturing electrical noise, at least one (B1) of a pair of electrodes is configured to form a plurality of electrode components (b11, b12) by folding one electric line in at least part of the bias electrode.

(57) 要約: バイアス電極が電気的ノイズを拾って光導波路に印加するＤＣバイアスが不安定化することを抑制し、動作特性が安定した光導波路素子を提供すること。 電気光学効果を有する基板と、該基板に形成された光導波路と、該光導波路に変調信号に対応する電界を印加するための変調電極と、該光導波路にＤＣバイアスに対応する電界を印加するためのバイアス電極と、を備えた光導波路素子において、バイアス電極が電気的ノイズを捕捉するのを抑制するため、バイアス電極の少なくとも一部について、一対の電極の少なくとも一方（Ｂ１）は、一本の電気線路を折り返して複数の電極部分（ｂ１１，ｂ１２）を形成している。

WO 2017/168791 A1

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)）

明　細　書

発明の名称 ： 光導波路素子

技術分野

[0001] 本発明は、光導波路素子に関し、特に、光導波路に変調信号及びＤＣバイアスに対応する電界を印加するため、変調電極とバイアス電極とを個別に備えた光導波路素子に関する。

背景技術

[0002] 光通信分野又は光計測分野において、光変調器に光導波路素子が多用されている。図１は、特許文献１に開示されている光導波路素子の一例である。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に光導波路２を形成している。光導波路２は、分岐導波路（２１１，２１２）を備えたマッハツェンダー型導波路となっている。光導波路に沿って、光導波路に変調信号に応じた電界を印加するための変調電極３とＤＣバイアスに対応した電界を印加するためのバイアス電極４が形成されている。

[0003] バイアス電極は導波路の長さ方向に沿って変調電極と並んで形成されるので、変調動作に要する半波長電圧（Ｖπ）を低減すべく変調電極を長くすると、バイアス電極の長さは短くなる。従って、バイアス電極は光導波路への作用効果がより高い電極構成にしなければならないこととなる。

[0004] 変調電極３は、信号電極（３１１，３１２）と接地電極（３２１～３２３）で構成される。バイアス電極は、一対の電極（４１，４２）を備え、各電極に直流（ＤＣ）バイアス電圧（Ｖ１，Ｖ２）が印加される、所謂、「差動バイアス電極」を構成している。

[0005] バイアス電極を構成する各電極には、光導波路に沿った複数の電極部分（４１１～４１３，４２１～４２３）が形成されている。例えば、電極４１は、一本の電気線路から分岐した複数の電極部分（４１１～４１３）が並列した櫛歯状構造をしている。電極４２も同様に櫛歯状構造をしている。

[0006] 図２は、他の光導波路素子の例であり、基板１に形成された光導波路は、

複数のマッハツェンダー型導波路を入れ子状に配置したネスト型光導波路となっている。図２の光導波路素子では、バイアス電極４は、２つの対となる電極（４３と４４，４５と４６）で構成され、光導波路にＤＣバイアスに対応した電界を印加する部分では、複数の電極部分が櫛歯状に配置されている。光導波路への作用効果を高めるため電極の間隔が狭い。

[0007] 高速／大容量の光ファイバ通信を実現するため、光導波路素子に適用される変調方式は、従来の強度変調（On-Off keying）などから、位相変調を用いたＱＰＳＫ（Quadrature Phase Shift Keying）、又はＤＰ－ＱＰＳＫ（Dual Polarization - Quadrature Phase Shift Keying）等、多値変調又は多値変調に偏波多重を取り入れた伝送フォーマットが主流になっている。このため、一つの基板に組み込まれる変調部の数も増え、それに伴いＤＣバイアスを印加する箇所も多くなる。結果として、基板上には、図１又は図２に示すような櫛歯状構造をした電極が多く配置されることとなる。

[0008] 櫛歯状構造した２つの電極が、互いに噛み合うように配置されると、差動バイアス電極が櫛歯状構造部分で、容量結合又は電界結合などによるアンテナ又はスロット線路として機能する。このため、アンテナとして機能した場合には、外来の電磁波（マイクロ波）をノイズとして拾い易くなり、スロット線路として機能した場合には、バイアス電極を伝搬する電気的なノイズを拾い易くなる。その結果、光導波路に印加されるＤＣバイアスが不安定となる現象を生じる。

[0009] さらに、拾うノイズが大きくなると、櫛歯状構造をした電極間で放電も発生し、電極自体が損傷することも危惧される。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開２００３－２３３０４２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 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、バイアス電極が電気的ノイズを拾って光導波路に印加するＤＣバイアスが不安定化することを抑制し、動作特性が安定した光導波路素子を提供することである。

課題を解決するための手段

[0012] 上記課題を解決するため、本発明の光導波路素子は、以下のような技術的特徴を有する。

（１） 電気光学効果を有する基板と、該基板に形成された光導波路と、該光導波路に変調信号に対応する電界を印加するための変調電極と、該光導波路にＤＣバイアスに対応する電界を印加するためのバイアス電極と、を備えた光導波路素子において、該バイアス電極が電気的ノイズを捕捉するのを抑制するため、該バイアス電極は、差動バイアス電極を構成する少なくとも一対の電極Ａ１及びＢ１を有し、該電極Ａ１が、一本の電気線路から分岐した複数の電極部分ａ１が並列した櫛歯状構造であり、該電極Ｂ１が、一本の電気線路を折り返して複数の電極部分ｂ１が並列に配置された折り返し構造であり、並列した該電極部分ａ１の間に該電極部分ｂ１の一部が配置されていることを特徴とする。

[0013] （２） 電気光学効果を有する基板と、該基板に形成された光導波路と、該光導波路に変調信号に対応する電界を印加するための変調電極と、該光導波路にＤＣバイアスに対応する電界を印加するためのバイアス電極と、を備えた光導波路素子において、該バイアス電極が電気的ノイズを捕捉するのを抑制するため、該バイアス電極は、差動バイアス電極を構成する少なくとも一対の電極Ａ２及びＢ２を有し、該電極Ａ２が、一本の電気線路を折り返して複数の電極部分ａ２が並列に配置された折り返し構造あり、該電極Ｂ２が、一本の電気線路を折り返して複数の電極部分ｂ２が並列に配置された折り返し構造であり、並列した該電極部分ａ２の間に該電極部分ｂ２の一部が配置されていることを特徴とする。

[0014] （３） 上記（１）又は（２）のいずれかに記載の光導波路素子において、該光導波路にＤＣバイアスを印加することに関与する電極部分のうち少なく

とも一本の電極部分の幅は、他の電極部分の幅よりも狭く構成されていることを特徴とする。

[0015] （４） 上記（１）乃至（３）のいずれかに記載の光導波路素子において、該光導波路にＤＣバイアスを印加することに関与する電極部分の間隔より、該光導波路にＤＣバイアスを印加することに関与していない電極部分の間隔の方が狭くなるよう構成されていることを特徴とする。

[0016] （５） 上記（１）乃至（４）のいずれかに記載の光導波路素子において、該バイアス電極を構成する前記一対の電極は、該光導波路にＤＣバイアスを印加することに関与する電極部分以外の場所に、該光導波路にＤＣバイアスを印加することに関与する該電極部分の間よりも放電し易い構成を設けることを特徴とする。

発明の効果

[0017] 本発明により、バイアス電極を櫛歯状構造をした電極と折り返し構造をした電極との組み合わせで構成、または２つの折り返し構造をした電極により構成している。この構成により、従来のような、櫛歯状構造をした２つの電極が互いに噛み合うように配置される構成を排除できる。その結果、バイアス電極が電気的ノイズを拾って光導波路に印加するＤＣバイアスが不安定化することを抑制し、動作が安定した光導波路素子を提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]従来の光導波路素子の一例を示す平面図である。

[図2]従来の光導波路素子の他の例を示す平面図である。

[図3]本発明の光導波路素子に係る第１実施例を示す平面図である。

[図4]本発明の光導波路素子に係る第２実施例を示す平面図である。

[図5]本発明の光導波路素子に係る第３実施例を示す平面図である。

[図6]本発明の光導波路素子に係る第４実施例を示す平面図である。

[図7]本発明の光導波路素子に係る第５実施例を示す平面図である。

[図8]本発明の光導波路素子に係る第６実施例を示す平面図である。

[図9]本発明の光導波路素子に係る第７実施例を示す平面図である。

[図10]本発明の光導波路素子に係る第８実施例を示す平面図である。

[図11]本発明の光導波路素子に係る第９実施例を示す平面図である。

[図12]本発明の光導波路素子に係る第１０実施例を示す平面図である。

[図13]本発明の光導波路素子に係る第１１実施例を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明に係る光導波路素子について、図３乃至１３を用いて詳細に説明する。

本発明の一態様の光導波路素子は、図１及び図２に示した従来例と同様に、電気光学効果を有する基板１と、該基板に形成された光導波路２と、該光導波路に変調信号に対応する電界を印加するための変調電極３と、該光導波路にＤＣバイアスに対応する電界を印加するためのバイアス電極４とを備えた光導波路素子を対象としている。

特に、バイアス電極４が電気的ノイズを捕捉するのを抑制するための構成として、図３乃至１２を備えている。

[0020] 電気光学効果を有する基板１としては、ＬｉＮｂＯ$_3$又はＬｉＴａＯ$_3$等の誘電体又はＩｎＰ又はＳｉ等の半導体を用いたものなどがある。本発明の光導波路素子においても、当該基板の材料は特に限定されないが、従来から公知の誘電体又は半導体の基板を用いることできる。また、光導波路２の形成に際しても、ＬｉＮｂＯ$_3$の誘電体基板にＴｉを熱拡散させ光導波路を形成する方法又はリッジ型光導波路など、公知の技術を用いることが可能である。

[0021] 本発明の光導波路素子の特徴である、バイアス電極４が電気的ノイズを捕捉するのを抑制するための構成について説明する。本発明の光導波路素子では、バイアス電極の少なくとも一部について、一対の電極の少なくとも一方は、一本の電気線路を折り返して複数の電極部分を形成している。これにより、複数の電極部分で電気的ノイズを捕捉した際も、ノイズ電流が流れる方向が一本の電気線路内で互いに異なる方向となる。このため、電気的ノイズの捕捉効果が抑制することが可能となる。

[0022] バイアス電極の具体的な構成としては、以下の２つの構成が例示される。

第１の構成としては、バイアス電極は、差動バイアス電極を構成する少なくとも一対の電極Ａ１及びＢ１を有し、該電極Ａ１が、一本の電気線路から分岐した複数の電極部分ａ１が並列した櫛歯状構造であり、該電極Ｂ１が、一本の電気線路を折り返して複数の電極部分ｂ１が並列に配置された折り返し構造であり、並列した該電極部分ａ１の間に該電極部分ｂ１の一部が配置されている。

[0023] 第２の構成としては、バイアス電極は、差動バイアス電極を構成する少なくとも一対の電極Ａ２及びＢ２を有し、該電極Ａ２が、一本の電気線路を折り返して複数の電極部分ａ２が並列に配置された折り返し構造あり、該電極Ｂ２が、一本の電気線路を折り返して複数の電極部分ｂ２が並列に配置された折り返し構造であり、並列した該電極部分ａ２の間に該電極部分ｂ２の一部が配置されている。

[0024] 上述した第１の構成に係る実施例について説明する。

図３は、バイアス電極の構成の一部を例示したものである。以下の図４乃至図１３についても同様である。

図３はＺカット型基板に光導波路２３を設けた場合の例（第１実施例）を示している。一対のバイアス電極の内、一方の電極Ａ１は櫛歯状構造であり、電極部分ａ１１及びａ１２を形成している。これに対し他方の電極Ｂ１は、一本の電気線路を折り返すことで、複数の電極部分ｂ１１及びｂ１２を構成している。

[0025] 図３の電極部分（ａ１１，ａ１２，ｂ１１，ｂ１２）に表示された矢印は、電気的ノイズの電流の流れる方向であり、櫛歯状構造の電極Ａ１では互い同じ方向の電流となっている。しかしながら、電極Ｂ１では、一本の電気線路としてみた場合に、互いに逆方向となり打ち消しあっている。このため、バイアス電極による電気的ノイズの捕捉が抑制される。

[0026] 図４は、第２実施例であり、Ｚカット型基板上の２本の光導波路（２３１，２３２）にＤＣバイアスを印加する構成を示したものである。電極Ａ１は

、櫛歯状構造を有し、複数の電極部分（ａ１３，ａ１４）を形成している。電極Ｂ１は、折り返し構造であり、複数の電極部分（ｂ１３，ｂ１４）を形成している。電極Ｂ１において電気的ノイズの電流の流れる方向が異なるので、第１実施例と同様に、電気的ノイズの捕捉を抑制することが可能となる。

[0027] 図５は、第３実施例であり、Ｘカット型基板上に２本の光導波路（２３１，２３２）を設け、ＤＣバイアスを印加するよう構成している。電極の構造は、第１実施例と同様であるので、説明は省略する。

[0028] 図６は、第４実施例であり、第３実施例と同様に、Ｘカット型基板上の２本の光導波路にＤＣバイアスを印加している。電極の構造が、第２実施例と同様であるが、電極Ａ１の櫛歯状構造の一部を省略して示している。

[0029] 次に、上述した第２の構成に係る実施例について説明する。

図７は、第５実施例であり、バイアス電極を構成する一対の電極（Ａ２，Ｂ２）を、各々、一本の電気線路を折り返した構成で、複数の電極部分（ａ２１，ａ２２及びｂ２１）を構成している。図７では、Ｚカット型基板上の１本の光導波路２３にＤＣバイアスを印加する構成を示している。

[0030] 本発明において、１本の電気線路に複数の電極部分を形成する構成は、図３の電極Ｂ１のように、連続した１つの電極で構成するだけでなく、図７の電極Ａ２のように、電気線路の一部をＡｕ線などのワイヤーボンディングＬ１で構成することも可能である。

[0031] 図７の第５実施例に示すように、電極Ａ２においては、一つの電気線路が折り返して配置されるので、電気的ノイズによる電流の流れる方向が１つの電気線路の内部で互いに異なる方向となる。これにより、電気的ノイズの捕捉を抑制することが可能となる。

[0032] 図８は、第６実施例を示す。Ｘカット型基板上の２本の光導波路（２３１，２３２）にＤＣバイアスを印加するための構成を示したものである。バイアス電極については、第５実施例と同様であるので、説明を省略する。

[0033] 図９は、第７実施例であり、Ｚカット型基板上の２本の光導波路（２３１

，２３２）にＤＣバイアスを印加するための構成を示している。２つの電極Ａ２及びＢ２について、各々、電気線路の途中にワイヤーボンディング（Ｌ１，Ｌ２）を設けて、折り返し構造の電極となっている。

[0034] さらに、上記第１又は第２構成に加え、光導波路にＤＣバイアスを印加することに関与する電極部分のうち、少なくとも一本の電極部分の幅は、他の電極部分の幅よりも狭く構成することが可能である。この構成により、電気的ノイズにより電極部分に流れる電流の大きさを異ならせ、電極が電気的ノイズの捕捉を抑制することが可能になる。

[0035] 具体例としては、図１０に示した第８実施例又は図１１に示した第９実施例が、これに該当する。図１０の第８実施例は、図３の第１実施例を変形したものであり、特に、一方の電極（例えば、櫛歯状構造をした電極Ａ１）の電極部分（ａ１１，ａ１２）の電極の幅（Ｗ１１，Ｗ１３）を、他方の電極（Ｂ１）の電極部分（ｂ１１，ｂ１２）の幅（Ｗ１２，Ｗ１４）よりも太くなるように構成している。当然、同じ電極に形成された異なる電極部分であっても、互いに電極幅を異なるように構成することも可能である。

[0036] 図１１に示した第９実施例は、図４の第２実施例の変形例である。同じ電極（例えば、Ａ１）に形成される複数の電極部分（ａ１３とａ１４）で、互いに電極幅が異なるように形成している。なお、Ｚカット型基板を使用する場合には、光導波路の上側に一部の電極部分（ａ１３，ｂ１４）が配置されるので、電極幅を太くする構成は、光導波路の上側に配置される電極部分以外に適用してもよい。

[0037] また、光導波路にＤＣバイアスを印加することに関与する電極部分の間隔より、該光導波路にＤＣバイアスを印加することに関与していない電極部分の間隔の方が狭くなるよう構成することが可能である。この構成により、電極部分の間ごとに電気容量が異なり、容量結合などによる電気的ノイズの捕捉を抑制することが可能となる。

[0038] 具体例としては、図１２に示す第１０実施例がこれに該当する。各電極部分（ａ１１とｂ１１，ｂ１１とａ１２，ａ１２とｂ１２）間の間隔（Ｇ１，

Ｇ２，Ｇ３）の少なくとも一つが、他の電極部分の間隔と異なるように設定される。ＤＣバイアスの電界強度は、電極部分の間隔にも依存するので、光導波路にＤＣバイアスを印加することに関与する電極部分以外の電極部分について、間隔を異なるよう設定している。

[0039] 異ならせる電極部分の間隔は、ＤＣバイアスの印加に関与する電極部分（ａ１１とｂ１１，又はｂ１１とａ１２）の間隔よりも、広くても狭くても良い。ただし、後述する放電箇所を設ける観点から、狭く構成しても良い。

[0040] ところで、電気的ノイズを捕捉した場合には、電極間で放電現象が発生し、光導波路に電界を印加するための電極が損傷することが危惧される。このため、仮に、バイアス電極が電気的ノイズを捕捉した場合でも、電界の印加に支障ない箇所で放電を発生させ、必要な電極への損傷を抑制することが可能である。

[0041] この放電対策については、図１３の第１１実施例に示すように、バイアス電極を構成する一対の電極は、光導波路にＤＣバイアスを印加することに関与する電極部分以外の場所に、該光導波路にＤＣバイアスを印加することに関与する該電極部分（ａ１６，ａ１７，ｂ１５）の間よりも放電し易い構成Ｙを設けることで対応することが可能である。

[0042] 放電し易い箇所は、一対の電極を局所的に近づけることで容易に形成することが可能であり、図１２のように、ＤＣバイアスの印加に関与していない電極部分の幅を狭くする。例えば一対の電極（例えば、Ａ１とＢ１）の給電パッド部分の電極間隔を狭く構成するなど、種々の形態を採用することが可能である。

[0043] また、仮に放電が発生しても、ＤＣバイアスに電界を印加する電極部分への損傷を少なくするため、放電が発生する電極部分の幅を太くすることも可能である。例えば、図１０に示すように、仮に、放電が電極部分ａ１２とｂ１２との間に発生しても、電極部分ａ１２又は電極部分ｂ１２の幅を太くすることで、ＤＣバイアスが印加に関与する電極部分間（例えば、ｂ１１とａ１２との間）への損傷を抑制することも可能となる。

産業上の利用可能性

[0044] 以上、説明したように、本発明によれば、バイアス電極が電気的ノイズを拾って光導波路に印加するＤＣバイアスが不安定化することを抑制し、動作特性が安定した光導波路素子を提供することができる。

符号の説明

[0045] １　電気光学効果を有する基板

２　光導波路

２１１，２１２，２２１～２２４　光導波路（分岐導波路）

３　変調電極

３１１～３１４　信号電極

３２１～３２６　接地電極

４　バイアス電極

ａ１１～ａ２５，ｂ１１～２５　電極部分

請求の範囲

[請求項1] 電気光学効果を有する基板と、

該基板に形成された光導波路と、

該光導波路に変調信号に対応する電界を印加するための変調電極と、

該光導波路にＤＣバイアスに対応する電界を印加するためのバイアス電極と、を備えた光導波路素子において、

該バイアス電極が電気的ノイズを捕捉するのを抑制するため、

該バイアス電極は、差動バイアス電極を構成する少なくとも一対の電極Ａ１及びＢ１を有し、

該電極Ａ１が、一本の電気線路から分岐した複数の電極部分ａ１が並列した櫛歯状構造であり、

該電極Ｂ１が、一本の電気線路を折り返して複数の電極部分ｂ１が並列に配置された折り返し構造であり、

並列した該電極部分ａ１の間に該電極部分ｂ１の一部が配置されていることを特徴とする光導波路素子。

[請求項2] 電気光学効果を有する基板と、

該基板に形成された光導波路と、

該光導波路に変調信号に対応する電界を印加するための変調電極と、

該光導波路にＤＣバイアスに対応する電界を印加するためのバイアス電極と、を備えた光導波路素子において、

該バイアス電極が電気的ノイズを捕捉するのを抑制するため、

該バイアス電極は、差動バイアス電極を構成する少なくとも一対の電極Ａ２及びＢ２を有し、

該電極Ａ２が、一本の電気線路を折り返して複数の電極部分ａ２が並列に配置された折り返し構造あり、

該電極Ｂ２が、一本の電気線路を折り返して複数の電極部分ｂ２が

並列に配置された折り返し構造であり、

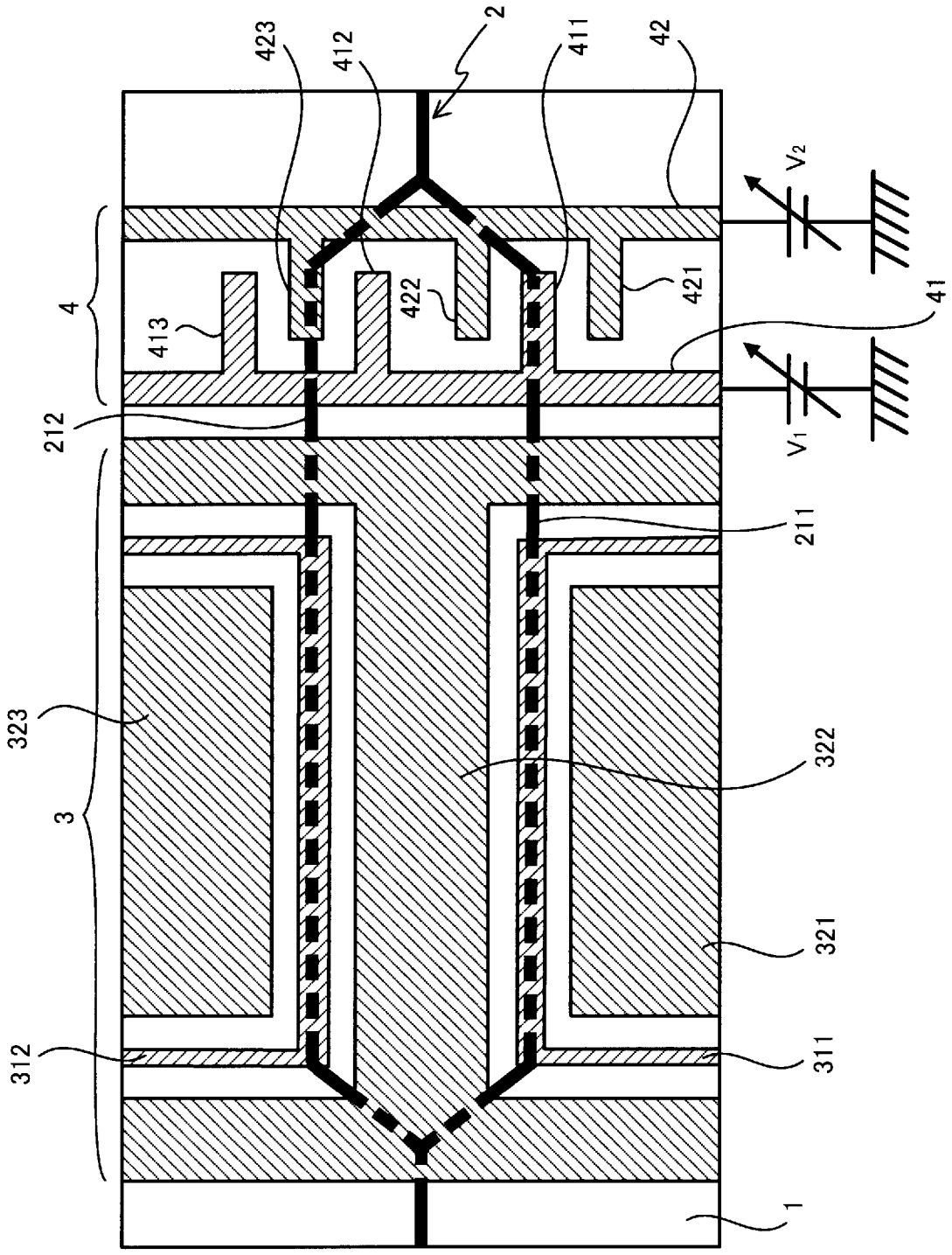
並列した該電極部分ａ２の間に該電極部分ｂ２の一部が配置されていることを特徴とする光導波路素子。

[請求項3] 請求項１又は２のいずれかに記載の光導波路素子において、該光導波路にＤＣバイアスを印加することに関与する電極部分のうち少なくとも一本の電極部分の幅は、他の電極部分の幅よりも狭く構成されていることを特徴とする光導波路素子。

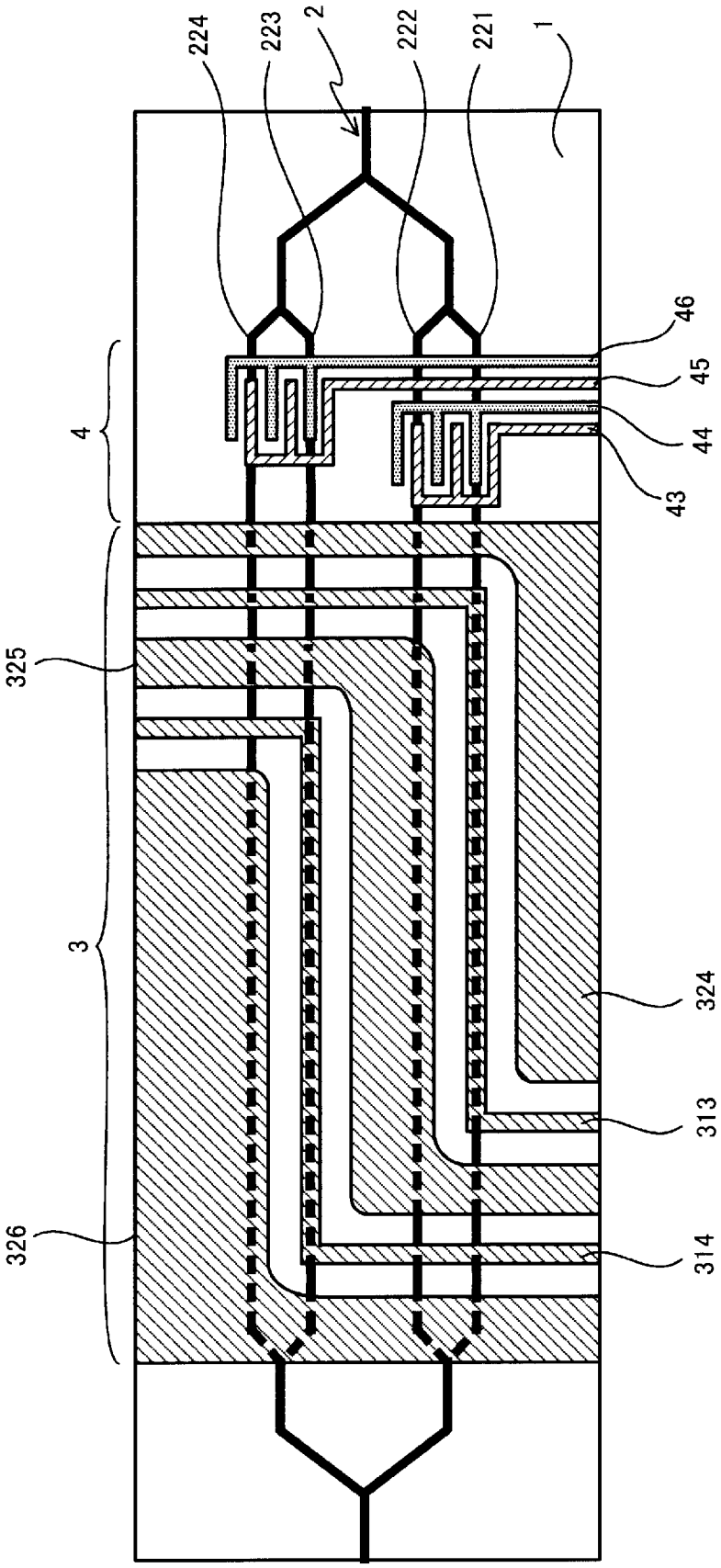
[請求項4] 請求項１乃至３のいずれかに記載の光導波路素子において、該光導波路にＤＣバイアスを印加することに関与する電極部分の間隔より、該光導波路にＤＣバイアスを印加することに関与していない電極部分の間隔の方が狭くなるよう構成されていることを特徴とする光導波路素子。

[請求項5] 請求項１乃至４のいずれかに記載の光導波路素子において、該バイアス電極を構成する前記一対の電極は、該光導波路にＤＣバイアスを印加することに関与する電極部分以外の場所に、該光導波路にＤＣバイアスを印加することに関与する該電極部分の間よりも放電し易い構成を設けることを特徴とする光導波路素子。

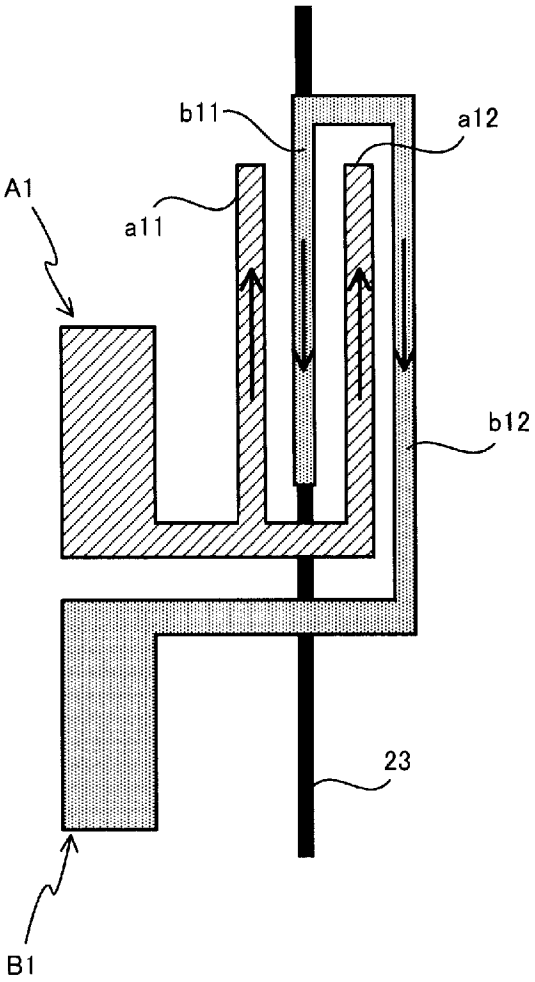
[図1]


423
412
2
411
42
V_2
421
422
413
4
41
212
V_1
211
323
322
3
321
312
311
1

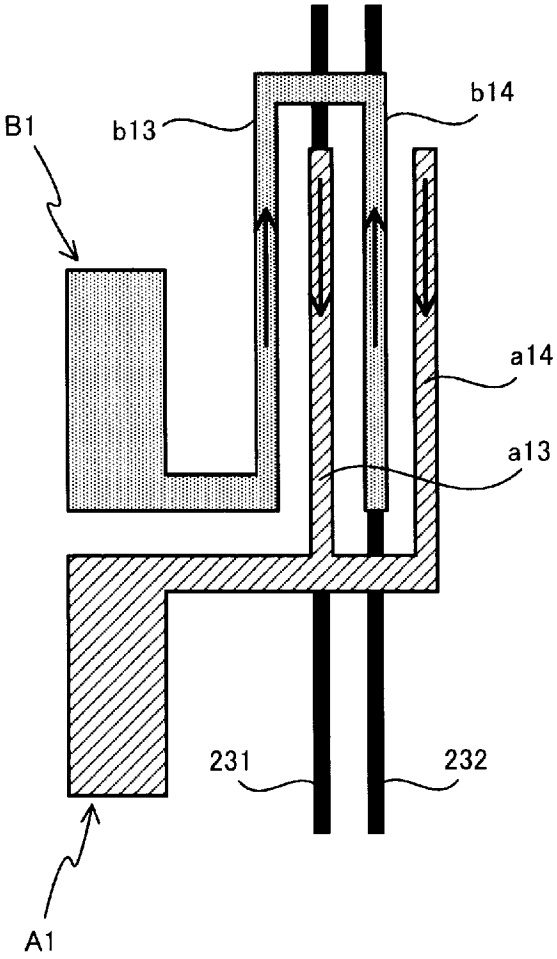
[図2]



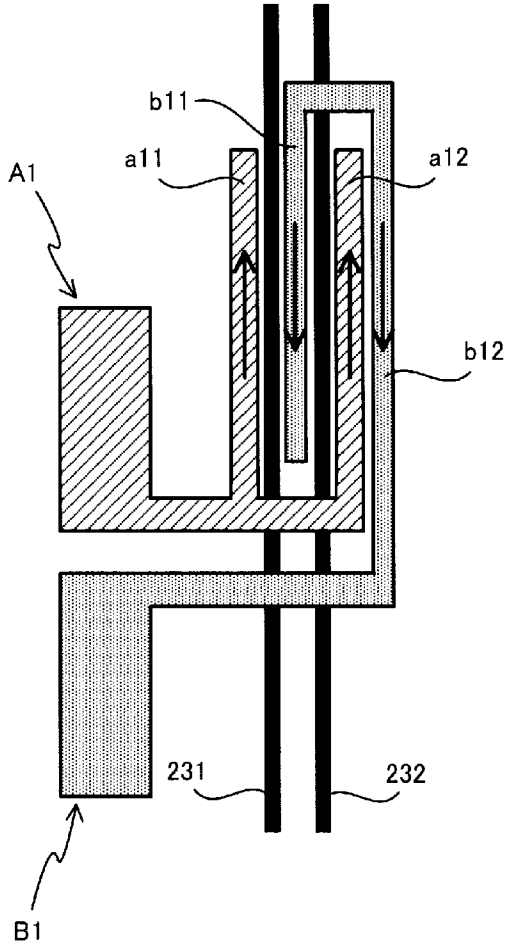
[図3]



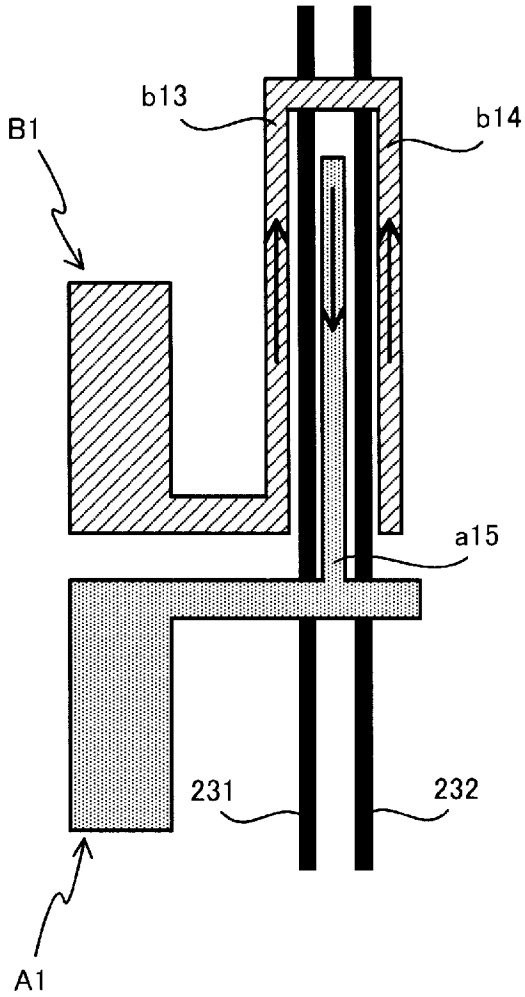
[図4]



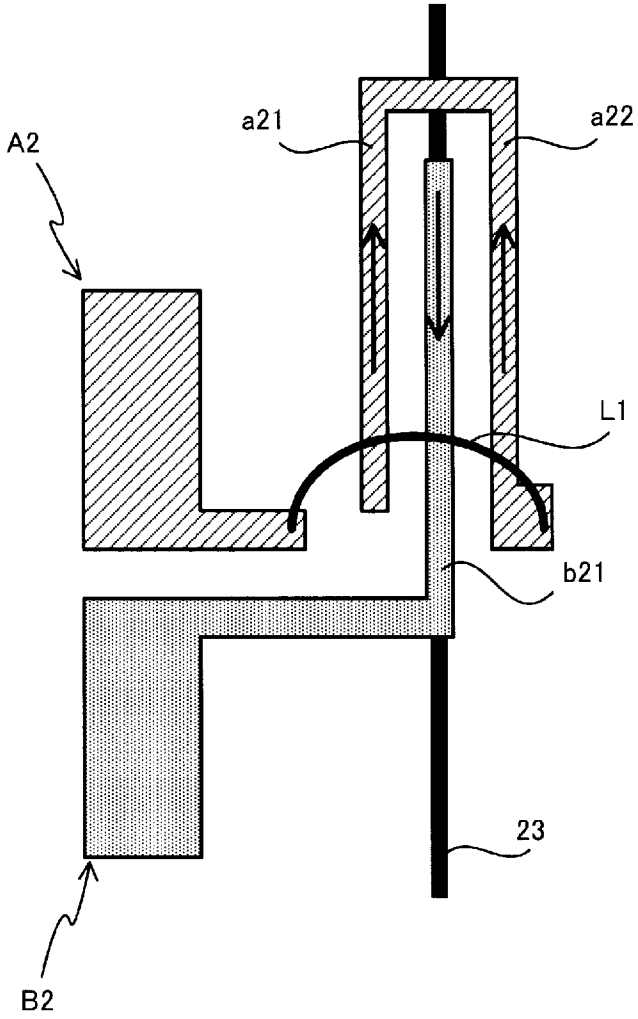
[図5]



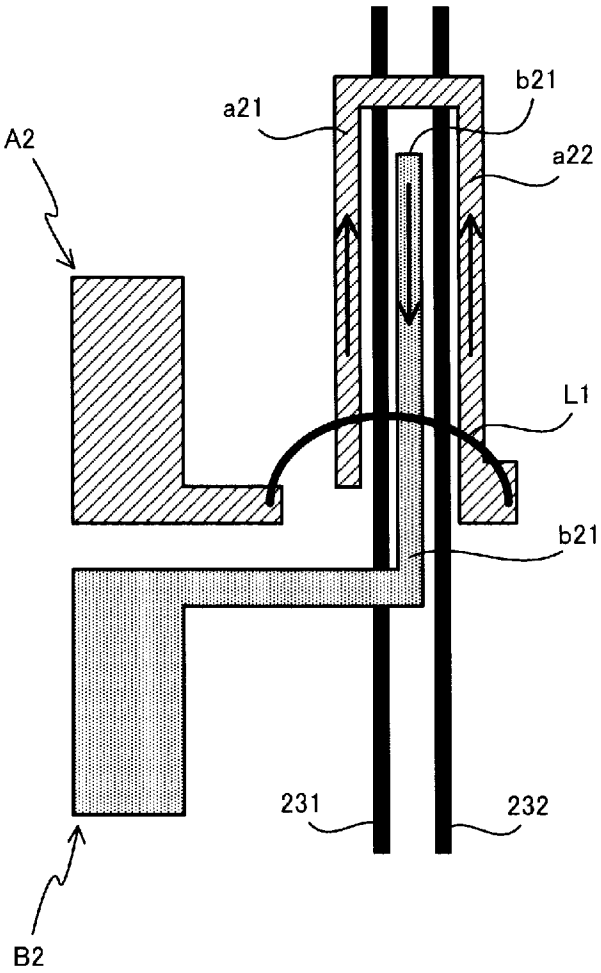
[図6]



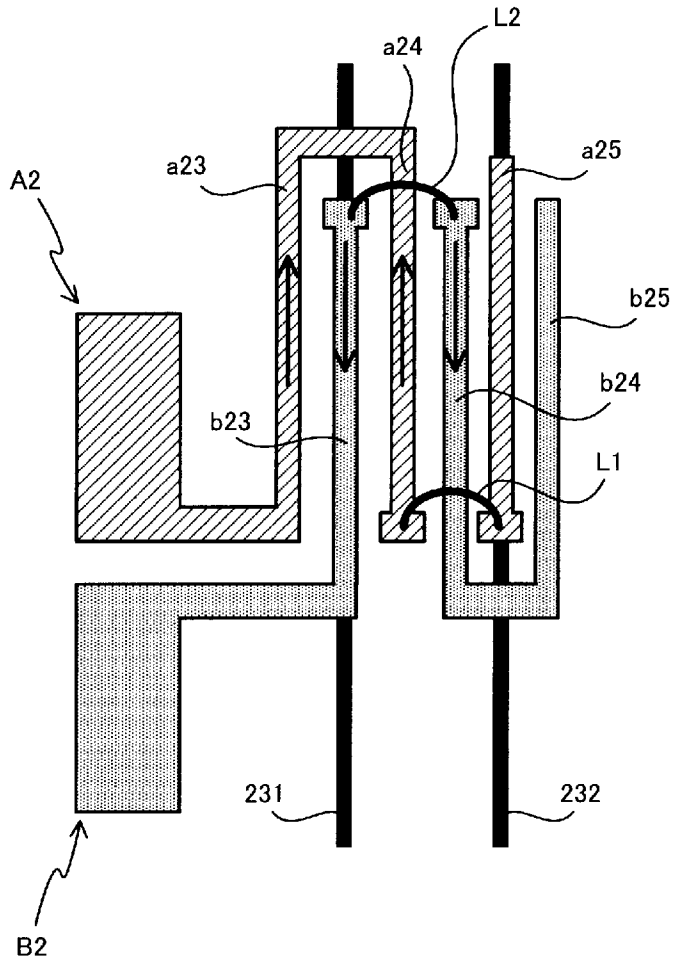
[図7]



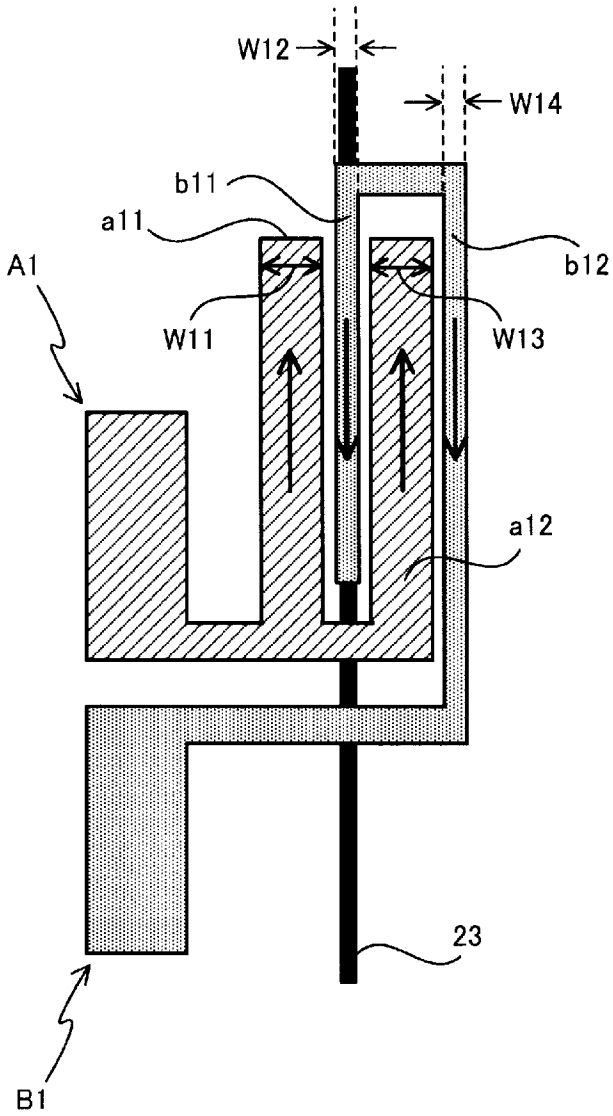
[図8]



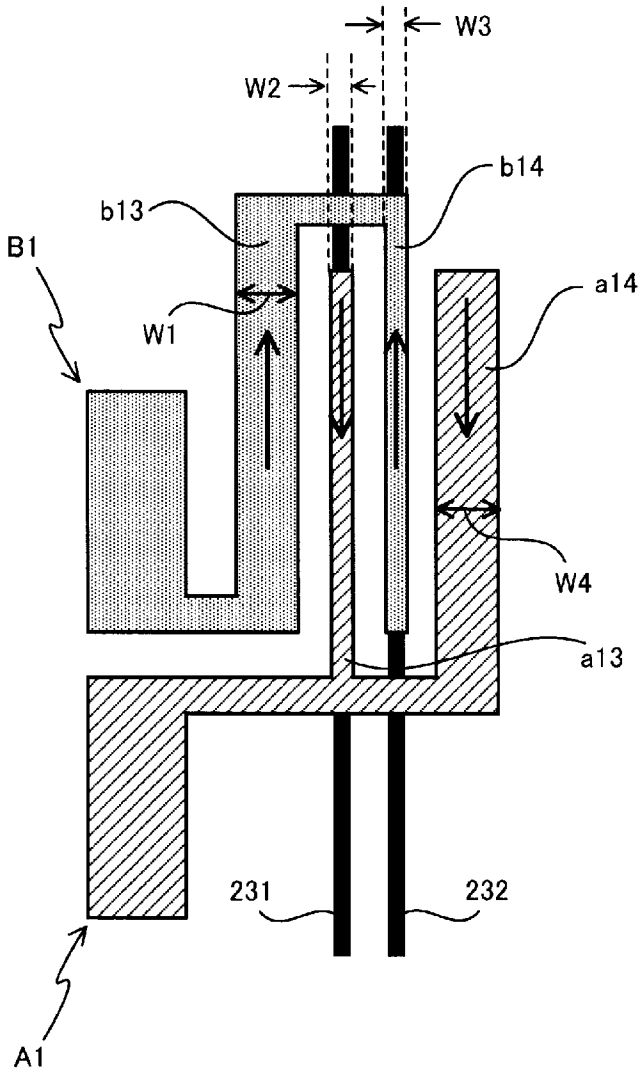
[図9]



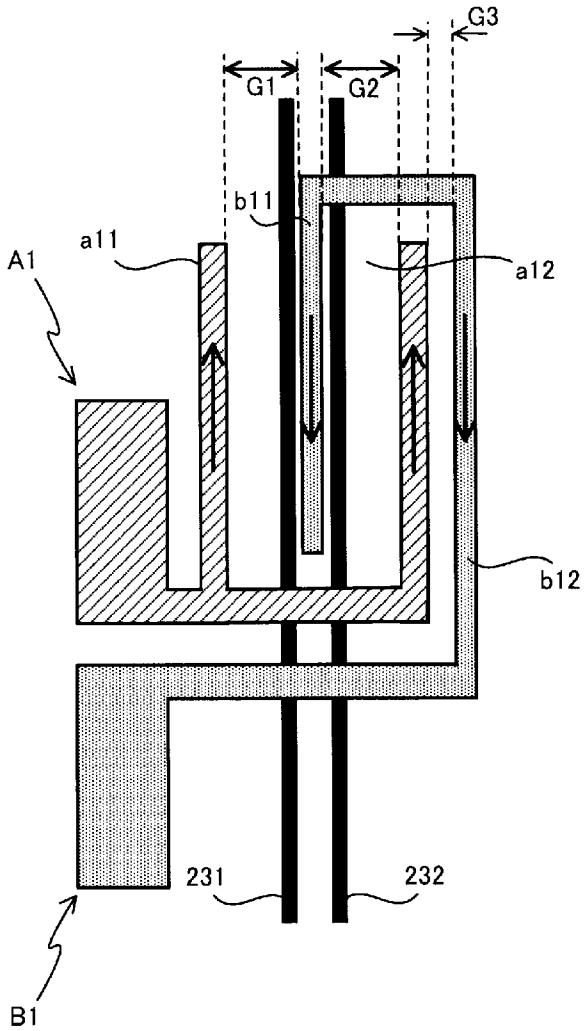
[図10]



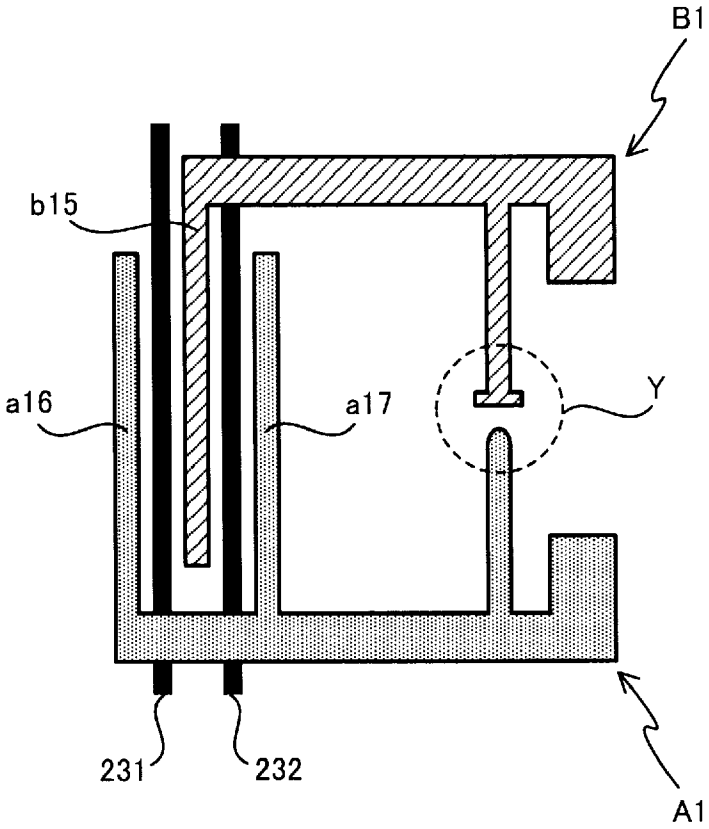
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/078430

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)
G02F1/00-1/125, G02F1/21-7/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
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 2011-028014 A (Fujitsu Optical Components Ltd.), 10 February 2011 (10.02.2011), paragraphs [0006] to [0007], [0013] to [0026], [0053] to [0061]; fig. 1, 8 & US 2011/0019956 A1 paragraphs [0025] to [0026], [0029] to [0042], [0069] to [0077]	1,3-5 2
X	JP 2011-158652 A (Fujitsu Optical Components Ltd.), 18 August 2011 (18.08.2011), paragraphs [0011] to [0040], [0045] to [0046]; fig. 2, 5, 7, 10 & US 2011/0188799 A1 paragraphs [0022] to [0051], [0056] to [0057]	1-5

☒ 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	Date of mailing of the international search report
15 December 2016 (15.12.16)	27 December 2016 (27.12.16)
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/JP2016/078430

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-048825 A (Tokin Corp.), 15 February 2002 (15.02.2002), paragraphs [0020] to [0022]; fig. 2 (Family: none)	2
A	JP 2014-071383 A (Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.), 21 April 2014 (21.04.2014), paragraph [0024]; fig. 2 & US 2014/0093202 A1 paragraph [0031] & CN 103713402 A	3

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０７８４３０

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.　G02F1/00-1/125, 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	１９７１－２０１６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 2011-028014 A (富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社) 2011.02.10, [0006]-[0007], [0013]-[0026], [0053]-[0061], 図 1,8 & US 2011/0019956 A1, [0025]-[0026], [0029]-[0042], [0069]-[0077]	1,3-5 2
X	JP 2011-158652 A (富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社) 2011.08.18, [0011]-[0040], [0045]-[0046], 図 2,5,7,10 & US 2011/0188799 A1, [0022]-[0051], [0056]-[0057]	1-5

☑　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	国際調査報告の発送日
１５．１２．２０１６	２７．１２．２０１６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｌ　４７５２
奥村　政人
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
Y	JP 2002-048825 A (株式会社トーキン) 2002.02.15, [0020]-[0022], 図 2 (ファミリーなし)	2
A	JP 2014-071383 A (住友大阪セメント株式会社) 2014.04.21, [0024], 図 2 & US 2014/0093202 A1, [0031] & CN 103713402 A	3