

(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11月2日(02.11.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/188167 A1

(51) 国際特許分類:
G02F 1/035 (2006.01)

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).

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/016136

(22) 国際出願日: 2017年4月24日(24.04.2017)

(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 2016-090364 2016年4月28日(28.04.2016) 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 2 8 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 宮崎 徳一 (MIYAZAKI Norikazu);
〒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).
菅又 徹 (SUGAMATA Toru); 〒1028465 東京

(74) 代理人: 特許業務法人クシブチ国際特許事務
所(KUSHIBUCHI & ASSOCIATES); 〒3308669
埼玉県さいたま市大宮区桜木町一丁目 7 番地
5 ソニックシティビル 1 8 階 Saitama (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, 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, SM,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: OPTICAL MODULATOR WITH FPC AND OPTICAL TRANSMISSION DEVICE USING SAME

(54) 発明の名称: F P C 付き光変調器、及びそれを用いた光送信装置

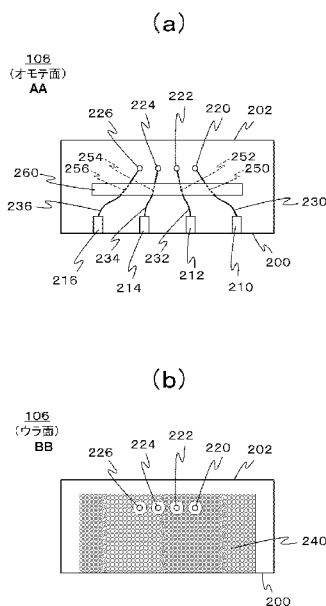


FIG. 2:
AA (Front surface)
BB (Back surface)

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to, in an optical modulator provided with an FPC that is electrically connected to an external circuit board, maintain high optical transmission quality by appropriately driving the optical modulator even if reflection of a high-frequency signal occurs in a connection portion of the FPC and an optical modulator main body. An optical modulator (100) is provided with a flexible printed circuit (106) that is electrically connected to a circuit board (300). The flexible printed circuit is provided with at least one wiring pattern (230, 232, 234, 236) for propagating a high-frequency signal, and the wiring pattern is provided with at least one high-frequency attenuation part (250, 252, 254, 256) for attenuating the power of the high-frequency signal by a predetermined amount.

(57) 要約: 外部の回路基板との電氣的接続を行う F P C を備えた光変調器において、F P C と光変調器本体との接続部分において高周波信号の反射が生ずる場合でも当該光変調器を適切に駆動して光伝送品質を高く維持すること。回路基板 (300) との間で電氣的接続を行うフレキシブル配線板 (106) を備えた光変調器 (100) であって、前記フレキシブル配線板は高周波信号を伝搬する少なくとも一つの配線パターン (230、232、234、236) を備え、前記配線パターンは、前記高周波信号のパワーを所定の量だけ減衰させる少なくとも一つの高周波減衰部 (250、252、254、256) を備える。

(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))

明 細 書

発明の名称：F P C 付き光変調器、及びそれを用いた光送信装置 技術分野

[0001] 本発明は、光変調器及び光送信装置に関し、特に、高周波信号を入力するためのF P C (Flexible Printed Circuits、フレキシブル配線板) を備える光変調器、及びこれを用いた光送信装置に関する。

背景技術

[0002] 高速／大容量光ファイバ通信システムにおいては、導波路型の光変調素子を組み込んだ光変調器が多く用いられている。中でも、電気光学効果を有するL i N b O₃ (以下、L Nともいう) を基板に用いた光変調素子は、光の損失が少なく且つ広帯域な光変調特性を実現し得ることから、高速／大容量光ファイバ通信システムに広く用いられている。

[0003] このL Nを用いた光変調素子では、マッハツェンダ型光導波路と、当該光導波路に変調信号である高周波信号を印加するためのR F 電極と、当該導波路における変調特性を良好に保つため種々の調整を行うためのバイアス電極と、が設けられている。そして、光変調素子に設けられたこれらの電極は、当該光変調素子を収容する光変調器の筐体に設けられたリードピンやコネクタを介して、外部の電子回路に接続される。

[0004] 一方、光ファイバ通信システムにおける変調方式は、近年の伝送容量の増大化の流れを受け、Q P S K (Quadrature Phase Shift Keying) やD P - Q P S K (Dual Polarization - Quadrature Phase Shift Keying) 等、多値変調や、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となっている。

[0005] Q P S K 変調を行う光変調器 (Q P S K 光変調器) やD P - Q P S K 変調を行う光変調器 (D P - Q P S K 光変調器) は、入れ子構造になった複数のマッハツェンダ型光導波路を備え、複数の高周波信号電極及び複数のバイアス電極を備えることから (例えば、特許文献1 参照)、光変調器の筐体のサイ

ズが大型化する傾向があり、特に小型化の要請が強い。

[0006] この小型化の要請に対応する一つの策として、従来、R F 電極のインタフェースとして光変調器の筐体に設けられていたプッシュオン型の同軸コネクタを、バイアス電極のインタフェースと同様のリードピンに置き換え、これらのリードピンを外部の回路基板に接続するためのF P C（フレキシブル配線板（F P C : Flexible Printed Circuits）を付加した光変調器が提案されている。

[0007] 例えば、D P - Q P S K 光変調器では、それぞれにR F 電極を有する4つのマッハツェンダ型光導波路で構成される光変調素子が用いられる。この場合、光変調器の筐体に4つのプッシュオン型同軸コネクタを設けたのでは筐体の大型化は避けられないが、同軸コネクタに代えてリードピンとF P Cとを用いれば、小型化が可能となる。

[0008] また、光変調器の筐体のリードピンと、当該光変調器に変調動作を行わせるための電子回路が搭載された回路基板と、の間が、上記F P Cを介して接続されるので、従来用いていた同軸ケーブルの余長処理を行う必要がなくなり、光送信装置内における光変調器の実装スペースを縮小することができる。

[0009] 光変調器に用いられるF P Cは、例えば柔軟性のあるポリイミドベースの材料を基板（以下、F P C 基板）として用いて作製され、一方の端部付近に設けられた複数のスルーホールそれぞれが、配線パターンを介して、他方の端部に設けられたパッドのそれぞれに電氣的に接続されている。そして、光変調器の筐体の底面又は側面から突き出た複数のリードピンが上記複数のスルーホールにそれぞれ挿通されて例えばハンダにより固定され且つ電氣的に接続され、上記複数のパッドが回路基板に例えばハンダにより固定され且つ接続される。これにより、当該回路基板上のパッドから与えられる高周波信号が、それぞれ対応する上記スルーホールとリードピンとを介して、光変調素子の対応するR F 電極に与えられて、高速光変調が行われる。

[0010] 上記のF P Cを用いた光変調器では、上述のように、筐体を小型化するこ

とができ、回路基板上における光変調器の実装スペースも縮小することができるので、光送信装置の小型化に大きく貢献し得る。

[0011] 図9は、そのようなFPCを備える従来の光変調器の構成を示す図であり、図9(a)は光変調器の上面図、図9(b)は正面図、図9(c)は底面図である。この光変調器900は、光変調素子902と、光変調素子902を収容する筐体904と、フレキシブル配線板(FPC)906と、光変調素子902に光を入射するための光ファイバ908と、光変調素子902から出力される光を筐体904の外部へ導く光ファイバ910と、を備える。

[0012] 筐体904には、光変調素子902の4つのRF電極(不図示)にそれぞれ接続された4つのリードピン920、922、924、926が設けられており、当該リードピン920、922、924、926は、FPC906に設けられた後述するスルーホール1020、1022、1024、1026に挿通されて例えばハンダにより固定され且つ電氣的に接続されている。

[0013] 図10は、FPC906の構成を示す図である。図10(a)は、FPC906の一の面(例えば図9(c)に示された面。ここでは「オモテ面」と称する。)の構成を示す図であり、図10(b)は、FPC906の他の面(「ウラ面」と称する)の構成を示す図である。図10(a)に示すオモテ面には、図示下側の一の辺1000の近傍に、当該一の辺1000の方向に沿って4つのパッド1010、1012、1014、1016が並んで設けられている。また、辺1000に対向する他の辺1002の側には、例えば辺1002の方向に沿って、4つのスルーホール1020、1022、1024、1026が並んで設けられている。さらに、4つのパッド1010、1012、1014、1016は、それぞれ、配線パターン1030、1032、1034、1036によりスルーホール1020、1022、1024、1026に電氣的に接続されている。

[0014] 一方、図10(b)に示すウラ面には、グランドパターン1040(図示ハッチング部分)が形成されている。また、グランドパターン1040とスルーホール1020、1022、1024、1026との電氣的な接触を避

けるため、グラウンドパターン1040を構成する導体は、スルーホール1020、1022、1024、1026の周辺部において円形状に除去されている。

[0015] 図10(a)に示すオモテ面に形成された配線パターン1030、1032、1034、1036は、それぞれ、FPC906の基板を挟んでウラ面にグラウンドパターン1040が形成されていることにより、例えば、特性インピーダンスが50Ωとなるように設計され得る。

[0016] そして、4つのパッド1010、1012、1014、1016が外部の回路基板のパッドに対してそれぞれ例えばハンダにより固定され且つ電氣的に接続されることにより、光変調器900が備える光変調素子902のRF電極と当該回路基板上に構成された電子回路とが電氣的に接続されて、光変調器900が駆動される。なお、FPC906の形状は、配線パターンを極力短くしてマイクロ波損失を低く抑えるべく、図示のように信号伝送方向に短い辺を持つ横長の長方形になるのが一般的であり、図示の例のように4つのパッド1010、1012、1014、1016を持つ場合には、長辺方向で約20mm以下、短辺方向で約10mm以下程度の長方形となる。

[0017] 図11は、電子回路が構成された回路基板に光変調器900を接続した状態の一例を示す図であり、図11(a)は光変調器900の上面方向(図9(a)に示す面が見える方向)から見た図、図11(b)は図11(a)におけるBB断面矢視図である。なお、図11(b)において光変調器900の内部の構成については記載を省略している。

[0018] 回路基板1100上には、光変調器900の光変調素子902を駆動するための駆動回路1104を含む電子回路が構成されており、光変調器900と回路基板1100とは、例えば光送信装置の筐体内のベース1102に固定されている。図11(a)に示すように、光変調器900のFPC906は、リードピン920、922、924、926との接続部分から図示左方へ延在し、図11(b)に示すように、左側端部が回路基板1100に接するように図示斜め左下方向に曲げられ、これにより、FPC906のパッド

1010、1012、1014、1016が回路基板1100上のパッド1110、1112、1114、1116に例えばハンダにより固定され且つ電氣的に接続される（図11（a））。

[0019] なお、グランドパターン1040と光変調器900との接続は、例えば、光変調素子902上に形成されているグランドパターンに接続されたグランド用リードピン（不図示）を筐体904に設けておくものとし、当該グランド用リードピンと系合する孔（不図示）をFPC906に設けておくものとして、当該グランド用リードピンを当該孔に挿通してグランドパターン1040にハンダ付けすることにより行うものとすることができる。また、グランドパターンと回路基板1100との接続は、例えば、FPC906に、グランドパターン1040にロウ付けされた導体ピン（不図示）を設けておくものとし、当該導体ピンと、回路基板1100上のグランドパターンとをハンダ接続することにより行うものとすることができる。

[0020] 上記の構成を有する光変調器900では、回路基板1100上に設けられた駆動回路1104と光変調器900のリードピン920、922、924、926までの間が、所定の特性インピーダンスを持つ配線パターン1030、1032、1034、1036により接続される。これにより、駆動回路1104の出力インピーダンスと、光変調器900の入力インピーダンスと、配線パターン1030、1032、1034、1036の特性インピーダンスと、を一致（マッチング）させておくことで、原理上は、駆動回路1104から光変調器900まで高周波信号を効率的に伝搬させることができる。

[0021] しかしながら、実際には、FPC906等の製造ばらつきに起因して、駆動回路1104から光変調器900までの高周波信号経路にインピーダンスのミスマッチ部分が発生し、当該インピーダンスミスマッチに起因する高周波信号の反射が発生し得る。そして、このようなインピーダンスミスマッチは、特に、筐体904に設けられたリードピン920、922、924、926と、FPC906に設けられたスルーホール1020、1022、10

24、1026とのハンダ接続部において発生し易い。

[0022] すなわち、一般に、リードピン920、922、924、926の外径と、スルーホール1020、1022、1024、1026の内径とは、製品間において常に一定とはならず、或る寸法公差をもって製造される。このため、リードピン920、922、924、926と、スルーホール1020、1022、1024、1026との間のハンダ接続部においては、リードピン920、922、924、926の外周と、スルーホール1020、1022、1024、1026の内面との間の距離のばらつきや、ハンダの形状ばらつき等を生じ、これらのばらつきに起因してインピーダンスミスマッチを生じ易い。

[0023] このようなインピーダンスミスマッチが生じると、当該ミスマッチの生じた部分では、当該部分を通過する高周波信号のパワーの一部が伝搬方向に対し逆方向に向かって反射され、例えば駆動回路1104の出力に入射される。その結果、駆動回路1104における動作が不安定となり、場合によっては当該駆動回路1104から出力される高周波信号にノイズ等の不安定現象が生じて、光変調器900を用いた光システムの伝送品質に問題が生じ得る。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0024] 上記背景より、外部の回路基板との電氣的接続を行うFPCを備えた光変調器において、FPCと光変調器本体との接続部分において高周波信号の反射が生ずる場合でも当該光変調器を適切に駆動して光伝送品質を高く維持することのできる構成の実現が望まれている。

課題を解決するための手段

[0025] 本発明の一の態様は、回路基板との間で電氣的接続を行うフレキシブル配線板を備えた光変調器である。当該光変調器は、前記フレキシブル配線板は高周波信号を伝搬する少なくとも一つの配線パターンを備え、前記配線パターンは、前記高周波信号のパワーを所定の量だけ減衰させる少なくとも一つ

の高周波減衰部を備え。

本発明の他の態様によると、前記高周波減衰部は、高周波減衰膜が装荷された前記配線パターンの部分で構成される。

本発明の他の態様によると、前記高周波減衰膜は、カーボン及び又はフェライトを含む素材で構成される。

本発明の他の態様によると、前記高周波減衰部は、高周波信号の伝搬方向が所定の曲率をもって90度以上の角度まで曲がるよう構成された曲線状の導体パターンである。

本発明の他の態様によると、前記高周波減衰部は、高周波信号の伝搬方向が90度以上の角度まで屈曲するように構成された導体パターンである。

本発明の他の態様によると、前記フレキシブル配線板は、一の面に前記配線パターンが設けられ、他の面にグラウンドパターンが設けられており、前記高周波減衰部は、前記一の面に設けられた前記配線パターンの一部から所定の距離範囲にある前記他の面のグラウンドパターンの導体の一部を除去することにより構成される。

本発明の他の態様によると、前記一の面に設けられた前記配線パターンの前記一部は、前記配線パターンを構成する導体パターンの曲がり部分である。

本発明の他の態様によると、前記一の面に設けられた前記配線パターンの前記一部は、高周波信号の伝搬方向が所定の曲率をもって90度以上の角度まで曲がるよう構成された曲線状の導体パターンの曲がり部分である。

本発明の他の態様によると、前記一の面に設けられた前記配線パターンの前記一部は、高周波信号の伝搬方向が90度以上の角度まで屈曲するよう構成された導体パターンの曲がり部分である。

本発明の他の態様は、上記いずれかの光変調器と、少なくとも、当該光変調器に変調動作を行わせるための高周波信号を出力する電子回路と、を備える光送信装置である。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の第1の実施形態に係る光変調器の構成を示す図である。

[図2]図1に示す光変調器に用いられるFPCの構成を示す図である。

[図3]図1に示す光変調器を、電子回路が構成された回路基板に接続した状態の一例を示す図である。

[図4]図1に示す光変調器に用いられるFPCの第1の変形例を示す図である。
。

[図5]図1に示す光変調器に用いられるFPCの第2の変形例を示す図である。
。

[図6]図1に示す光変調器に用いられるFPCの第3の変形例を示す図である。
。

[図7]図1に示す光変調器に用いられるFPCの第4の変形例を示す図である。
。

[図8]本発明の第2の実施形態に係る光通信装置の構成を示す図である。

[図9]従来の光変調器の構成を示す図である。

[図10]図9に示す光変調器に用いられるFPCの構成を示す図である。

[図11]図9に示す光変調器を、電子回路が構成された回路基板に接続した状態の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、図面を参照して、本発明の実施の形態を説明する。＜第1の実施形態＞ まず、本発明の第1の実施形態に係る光変調器について説明する。図1は、本発明の一実施形態に係る光変調器の構成を示す図である。

本光変調器100は、光変調素子102と、光変調素子102を収容する筐体104と、当該筐体104に設けられた後述するリードピン120、122、124、26と外部の回路基板との間で電氣的接続を行うフレキシブル配線板（FPC）106と、光変調素子102に光を入射するための光ファイバ108と、光変調素子102から出力される光を筐体104の外部へ導く光ファイバ110と、を備える。

[0028] 光変調素子102は、例えばLN基板上に設けられた4つのマッハツェン

ダ型光導波路と、当該マッハツェンダ型光導波路上にそれぞれ設けられて光導波路内を伝搬する光波を変調する4つの高周波電極（RF電極）と、を備えたDP-QPSK光変調器である。光変調素子102から出力される2つの光は、例えばレンズ光学系により偏波合成され、光ファイバ110を介して筐体104の外部へ導かれる。

[0029] 筐体104は、上記光変調素子102が備える4つのRF電極（不図示）のそれぞれに接続された4つのリードピン120、122、124、126を備える。筐体104に設けられたリードピン120、122、124、126は、FPC106に設けられた後述するスルーホール220、222、224、226に挿通され、当該スルーホール220、222、224、226とリードピン120、122、124、126との間がそれぞれ例えばハンダにより接続され及び固定されている。

[0030] 図2は、FPC106の構成を示す図である。図2（a）は、FPC106の一の面（図1（c）に示された面（「オモテ面」と称する））の構成を示す図であり、図2（b）は、FPC106の他の面（「ウラ面」と称する）の構成を示す図である。

[0031] FPC106は、例えばポリイミドを主原料とした基板（以下、FPC基板）を用いて作製されている。FPC106は、例えば平面視が矩形に構成されている。従来技術の説明において上述したように、FPC906の形状は、配線パターンを極力短くしてマイクロ波損失を低く抑えるべく、横長の長方形になるのが一般的である。このため、本実施形態では、FPC906と同様に、FPC106は矩形形状を為すものとしている。ただし、FPC106の形状は、これに限らず、例えば略四辺形の形状を為すものとすることができる。

[0032] 図2（a）に示すFPC106のオモテ面の、図示下側の一の辺200の近傍には、当該一の辺200の方向に沿って4つのパッド210、212、214、216が並んで設けられている。また、辺200に対向する他の辺202の側には、例えば辺202の方向に沿って、4つのスルーホール22

0、222、224、226が並んで設けられている。さらに、4つのパッド210、212、214、216は、それぞれ、配線パターン230、232、234、236によりスルーホール220、222、224、226に電氣的に接続されている。

[0033] 上述のように、4つのスルーホール220、222、224、226は、それぞれ、筐体104が備える4つのリードピン120、122、124、126に接続されており、外部の回路基板に設けられた電子回路の一部を構成するパッドに対して（例えばハンダにより）パッド210、212、214、216がそれぞれ電氣的に接続されることにより、当該電子回路から出力される高周波信号が、FPC106を介して光変調素子102のRF電極に印加される。

[0034] 配線パターン230、232、234、236が設けられたフレキシブル配線板106のオモテ面に対向するウラ面には、図2（b）に示すように、オモテ面の配線パターン230、232、234、236に対応する位置を含むように、グランドパターン240（図示ハッチング部分）が設けられている。また、グランドパターン240とスルーホール220、222、224、226との電氣的な接触を避けるため、グランドパターン240を構成する導体は、スルーホール220、222、224、226の周辺部において円形状に除去されている。

[0035] このように、FPC106の基板を挟んで配線パターン230、232、234、236と対向する位置にグランドパターン240が設けられていることにより、配線パターン230、232、234、236を、所望の（例えば50Ωの）特性インピーダンスを持つ高周波信号線路となるように設計することができる。

[0036] なお、配線パターン230、232、234、236が、マイクロストリップ線路、コプレーナ線路、グランデットコプレーナ線路など、高周波用の信号線路として公知の線路を構成するように、オモテ面にもグランドパターン（不図示）を設けるものとしてもよい。

[0037] F P C 1 0 6 のサイズは、上述した従来の F P C 9 0 6 と同様に、配線パターン 2 3 0、2 3 2、2 3 4、2 3 6 を極力短くしてマイクロ波損失を低く抑えるべく、例えば長辺方向（辺 2 0 0 の方向）の長さが約 20mm 以下、短辺方向（辺 2 0 0 に対し垂直な方向）の長さが約 10mm 以下となり得る。

[0038] 図 3 は、電子回路が構成された回路基板に光変調器 1 0 0 を接続した状態の一例を示す図であり、図 3（a）は光変調器 1 0 0 の上面方向（図 1（a）に示す面が見える方向）から見た図、図 3（b）は図 3（a）における A A 断面矢視図である。なお、図 3（b）において光変調器 1 0 0 の内部の構成については記載を省略している。

[0039] 回路基板 3 0 0 上には、光変調器 1 0 0 の光変調素子 1 0 2 を駆動するための駆動回路 3 0 4（例えば駆動回路が集積された I C（集積回路 Integrated Circuit））を含む電子回路が構成されており、光変調器 1 0 0 と回路基板 3 0 0 とは、例えば光送信装置の筐体内のベース 3 0 2 に固定されている。図 3（a）に示すように、光変調器 1 0 0 の F P C 1 0 6 は、リードピン 1 2 0、1 2 2、1 2 4、1 2 6 との接続部分から図示左方へ延在し、図 3（b）に示すように、左側端部が回路基板 3 0 0 と接するように図示斜め左下方向に曲げられ、これにより、F P C 1 0 6 のパッド 2 1 0、2 1 2、2 1 4、2 1 6 が回路基板 3 0 0 上のパッド 3 1 0、3 1 2、3 1 4、3 1 6 に例えばハンダにより固定され且つ電氣的に接続される（図 3（a））。

[0040] なお、グランドパターン 2 4 0 と光変調器 1 0 0 との接続は、例えば、光変調素子 1 0 2 上に形成されているグランドパターンに接続されたグランド用リードピン（不図示）を筐体 1 0 4 に設けておくものとし、当該グランド用リードピンと系合する孔（不図示）を F P C 1 0 6 に設けておくものとして、当該グランド用リードピンを当該孔に挿通してグランドパターン 2 4 0 にハンダ付けすることにより行うものとすることができる。また、グランドパターン 2 4 0 と回路基板 3 0 0 との接続は、例えば、F P C 1 0 6 に、グランドパターン 2 4 0 にロウ付けされた導体ピン（不図示）を設けておくものとし、当該導体ピンと、回路基板 3 0 0 上のグランドパターンとをハンダ

付けすることにより行うものとすることができる。

[0041] 特に、本実施形態の光変調器100では、図2(a)に示すように、高周波信号を伝搬させる導体パターンである配線パターン230、232、234、236が、それぞれ、当該高周波信号のパワーを所定の量だけ減衰させる高周波減衰部250、252、254、256（それぞれ配線パターン230、232、234、236の一部を構成する図示点線部分）を備えている。より具体的には、本実施形態における高周波減衰部250、252、254、256は、それぞれ、カーボン及び又はフェライトを含む素材から成る高周波減衰膜260が装荷された配線パターン230、232、234、236の部分（すなわち、当該高周波減衰膜260により覆われた配線パターン230、232、234、236の部分）で構成されている。

[0042] このような高周波減衰膜260が装荷された配線パターン230、232、234、236の部分は、それぞれ、当該配線パターン230、232、234、236を伝搬する高周波信号の一部が高周波減衰膜260に流れ込んで熱となって消費されるため、当該高周波信号のパワーを所定の量（A（％）とする）だけ減衰させる高周波減衰部250、252、254、256として機能する。この高周波信号パワーの減衰量Aは、当該高周波減衰膜260のサイズ（厚さや、配線パターン230、232、234、236の長さ方向（高周波信号の伝搬方向）に沿った距離）により調整することができる。

[0043] これにより、例えば駆動回路304から出力された高周波信号は、高周波減衰部250、252、254、256においてそれぞれ所定量A（％）だけ減衰して光変調器100に到達することとなるが、高周波減衰部250、252、254、256の通過後、光変調素子102上の電極（不図示）に至るまでの間のいずれかの位置（例えばスルーホール220、222、224、226とリードピン120、122、124、126との間のハンダ接続部）で反射した高周波信号は、高周波減衰部250、252、254、256を再び通過して所定量A（％）だけ更に減衰してから駆動回路304に

到達するので、当該高周波信号の反射に起因する駆動回路 304 の動作の不安定現象が防止（又は抑制）される。

[0044] その結果、光変調器 100 を駆動回路 304 により適切に駆動して、光伝送品質を高く維持することができる。

[0045] なお、本実施形態では、配線パターン 230、232、234、236 のそれぞれに一つの高周波減衰部が設けられるものとしたが、これらの各配線パターンに設けられる高周波減衰部は、一つに限らず、複数でもよい。

[0046] また、本実施形態では、高周波減衰部 250、252、254、256 は、それぞれ高周波減衰膜 260 が装荷された配線パターン 230、232、234、236 の部分で構成されるものとしたが、これに限らず、高周波が減衰される限りにおいて任意の構成とすることができる。また、このような高周波減衰部 250、252、254、256 は、高周波信号パワーを反射させることなく吸収し及び又は発散させることで当該高周波信号パワーを減衰させるものであることが望ましい。

[0047] 次に、本実施形態の変形例を、図 4～図 7 を用いて説明する。以下に示す FPC は、それぞれ、FPC 106 に代えて光変調器 100 に用いることができる。

[0048] 〔第 1 の変形例〕 まず、図 1 に示す光変調器 100 に用いられる FPC 106 の第 1 の変形例について説明する。

[0049] 図 2 に示す FPC 106 では、高周波減衰部 250、252、254、256 は、高周波減衰膜 260 が装荷された配線パターン 230、232、234、236 の部分として構成されている。これに対し、本変形例では、高周波減衰部は、高周波信号の伝搬方向が 90 度以上の角度まで、屈曲するように、及び又は所定の曲率をもって曲がるように構成された曲線状の、導体パターンの部分により構成されている。

[0050] 図 4 は、本変形例に係る、FPC 106 に代えて用いることのできる FPC 400 の構成を示す図である。図 4（a）は、FPC 400 の一の面（図 1（c）に示された FPC 106 の面に相当する面（「オモテ面」と称する

))の構成を示す図であり、図4(b)は、FPC400の他の面(「ウラ面」と称する)の構成を示す図である。なお、図4において、図2に示すFPC106と同じ構成要素については、図2における符号と同じ符号を用いるものとし、上述した図2についての説明を援用する。

[0051] 図4に示すFPC400は、図2に示すFPC106と同様の構成を有するが、高周波減衰膜260を有さず、配線パターン230、232、234、236に代えて、配線パターン430、432、434、436を有する点異なる。

[0052] 配線パターン430、432、434、436は、それぞれ、その一部が高周波減衰部450、452、454、456を構成しており、高周波減衰部450、452、454、456のそれぞれは、高周波信号の伝搬方向を90度変化させる導体パターンの2つの屈曲部と、所定の曲率をもって高周波信号の伝搬方向を180度変化させる曲線状の導体パターンの曲がり部と、で構成されている。例えば高周波減衰部450は、高周波信号の伝搬方向を90度変化させる2つの屈曲部462、464と、所定の曲率をもって高周波信号の伝搬方向を180度変化させる曲がり部466と、を有している。また、FPC400のウラ面には、FPC106のグランドパターン240と同様の構成を有するグランドパターン440(図示ハッチング部分)が形成されている。

[0053] 導体パターンである配線パターン430を伝搬する高周波信号は、当該高周波信号が有する直進性のため、そのパワーの一部が屈曲部462、464や所定の小さな曲率を持つ曲がり部466において導体パターンから漏れ出して発散する(すなわち、配線パターン430内を導波モードで伝搬する高周波信号のパワーの一部が屈曲部462、464及び又は曲がり部466において放射モードに変換されて空中に放射される)。その結果、高周波減衰部450は、これを構成する屈曲部462、464及び曲がり部466から発散されるパワー分だけ高周波信号パワーを減衰させる減衰器として機能する。また、その減衰量は、屈曲部462、464における高周波信号の伝搬

方向の変化の角度の大きさ、及び又は曲がり部 4 6 6 の曲率及び又は高周波信号の伝搬方向の変化の角度の大きさにより、所望の値に調整又は設計することができる。

[0054] その他の高周波減衰部 4 5 2、4 5 4、4 5 6 については、図 4 に示すように、高周波減衰部 4 5 0 について上述した構成と同様の構成を有しているので、当該その他の高周波減衰部の構成の詳細及び作用については、上述の高周波減衰部 4 5 0 についての説明を援用するものとする。

[0055] なお、本実施形態では、高周波減衰部 4 5 0、4 5 2、4 5 4、4 5 6 は、それぞれ 2 つの屈曲部と一つの曲がり部とにより構成されるものとしたが、これに限らず、必要とされる減衰量に応じて、高周波信号の伝搬方向を 90 度以上の角度まで屈曲させる少なくとも一つの屈曲部（すなわち、導体パターンの屈曲部）、及び又は所定の曲率をもって高周波信号の伝搬方向を 90 度以上の角度まで変化させる少なくとも一つの曲がり部（すなわち、導体パターンの曲がり部）により構成されるものとすることができる。

[0056] 〔第 2 の変形例〕 次に、図 1 に示す光変調器 1 0 0 に用いられる F P C 1 0 6 の第 2 の変形例について説明する。

[0057] 本変形例では、高周波減衰部が、ウラ面にグラウンドパターンが設けられた F P C のオモテ面に設けられた配線パターンの部分であって、当該ウラ面のグラウンドパターンが設けられていない部分までの距離が、当該配線パターンの他の部分に比べて短い所定の距離である部分で構成されている。このような高周波減衰部は、例えば、F P C のウラ面に設けられたグラウンドパターンの一部を、当該 F P C のオモテ面に設けられた配線パターンの一部の近傍（例えば、配線パターンの当該一部の位置から所定の距離範囲）において除去することにより構成するものとすることができる。なお、冗長な記載を避けて理解を容易にするため、本変形例の説明においては、何某かの「近傍」とは、上記と同様に、例えば当該何某から「所定の距離範囲」の部分を意味するものとする。

[0058] 図 5 は、本変形例に係る、F P C 1 0 6 に代えて用いることのできる F P

C 5 0 0の構成を示す図である。図5 (a) は、F P C 5 0 0の一の面 (図1 (c) に示されたF P C 1 0 6の面に相当する面 (「オモテ面」と称する)) の構成を示す図であり、図5 (b) は、F P C 5 0 0の他の面 (「ウラ面」と称する) の構成を示す図である。なお、図5において、図2に示すF P C 1 0 6と同じ構成要素については、図2における符号と同じ符号を用いるものとし、上述した図2についての説明を援用する。

[0059] 図5に示すF P C 5 0 0は、図2に示すF P C 1 0 6と同様の構成を有するが、高周波減衰膜2 6 0を有さず (図5 (a))、且つグランドパターン2 4 0に代えてグランドパターン5 4 0 (図示ハッチング部分) を有する点異なる (図5 (b))。なお、F P C 5 0 0のオモテ面を示す図5 (a) には、F P C 5 0 0のウラ面 (図5 (b)) に設けられたグランドパターン5 4 0とオモテ面 (図5 (a)) に設けられた配線パターン2 3 0、2 3 2、2 3 4、2 3 6との位置関係を明らかにすべく、ウラ面に設けられたグランドパターン5 4 0を、点線で囲まれたハッチング部分として示している。なお、当該部分は、オモテ面からウラ面を透視して見た形状であるので、図5 (b) に示すウラ面上のグランドパターン5 4 0の形状に対し図示左右が逆転している。

[0060] F P C 5 0 0のウラ面に設けられたグランドパターン5 4 0は、当該グランドパターン5 4 0を構成する導体が除去された導体除去部5 6 0、5 6 2、5 6 4、5 6 6を有している。そして、導体除去部5 6 0、5 6 2、5 6 4、5 6 6は、それぞれ、オモテ面の配線パターン2 3 0、2 3 2、2 3 4、2 3 6の曲がり部近傍まで延在している。

[0061] これにより、配線パターン2 3 0、2 3 2、2 3 4、2 3 6の曲がり部分は、その近傍においてウラ面のグランドパターン5 4 0の導体が除去されていることから、当該曲がり部分を伝搬する高周波信号の当該曲がり部分内への閉じ込めの強さが弱まることとなる。その結果、当該曲がり部分を導波モードで伝搬する高周波信号の一部が放射モードに変換されて空中へ放射される。すなわち、導体除去部5 6 0、5 6 2、5 6 4、5 6 6によりグランド

パターン５４０の導体がその近傍において除去された、配線パターン２３０、２３２、２３４、２３６の曲がり部分のそれぞれは、高周波信号パワーの一部を放射により減衰させる高周波減衰部５５０、５５２、５５４、５５６を構成する。

[0062] なお、本実施形態では、図５に示すように、配線パターン２３０、２３２、２３４、２３６の曲がり部分の近傍のグラウンドパターン５４０の導体を除去するものとしたが、これに限らず、配線パターン２３０、２３２、２３４、２３６の直線部分の近傍におけるグラウンドパターン５４０の導体を除去するものとしてもよい。この場合にも、当該直線部分を伝搬する高周波信号の閉じ込めの強さを低減して、導波モードで伝搬する高周波信号のパワーの一部を放射モードとして空中へ発散させて、当該直線部分を伝搬する高周波信号のパワーを減衰させることができる。

[0063] また、図５に示すように、配線パターン２３０、２３２、２３４、２３６の曲がり部分の近傍までグラウンドパターン５４０の導体除去部５６０、５６２、５６４、５６６を延在させて高周波減衰部５５０、５５２、５５４、５５６を構成するほか、ＦＰＣ５００の基板を挟んで配線パターン２３０、２３２、２３４、２３６の曲がり部分の直下までグラウンドパターン５４０の導体除去部を延在させて高周波減衰部を構成しても良い。この場合にも、当該高周波減衰部において高周波信号の閉じ込めを弱め、当該高周波信号の一部のパワーを放射モードとして空中へ発散させることで、配線パターンを伝搬する高周波信号を減衰させることができる。

[0064] さらに、本実施形態では、グラウンドパターンは、配線パターン２３０等が設けられていないウラ面にのみ設けられるものとしたが、これに限らず、配線パターン２３０等が設けられたオモテ面にも設けられるものとすることができる。この場合には、ウラ面のグラウンドパターン５４０に導体除去部５６０、５６２、５６４、５６６を設けることに代えて、又はこれに加えて、配線パターン２３０等の一部の近傍においてオモテ面に設けられたグラウンドパターンの導体の一部を除去して、高周波減衰部を構成するものとする事が

できる。このように、配線パターン２３０等の一部の近傍においてオモテ面に設けられたグラウンドパターンの導体の一部を除去した場合にも、図５に示す本変形例と同様に、当該配線パターン２３０等の一部における高周波信号の閉じ込めを弱め、当該高周波信号の一部のパワーを放射モードとして空中へ発散させて、当該配線パターン２３０等を伝搬する高周波信号のパワーを減衰させることができる。

[0065] 〔第３の変形例〕 次に、図１に示す光変調器１００に用いられるＦＰＣ１０６の第３の変形例について説明する。

[0066] 本変形例は、第１の変形例に係るＦＰＣ４００において、第２の変形例に係るＦＰＣ５００と同様に、ウラ面のグラウンドパターンの導体を一部除去することにより高周波減衰部を構成するものである。すなわち、高周波信号の伝搬方向が９０度以上の角度まで屈曲するように及び又は所定の曲率をもって曲がるように構成された導体パターンの屈曲部及び又は曲がり部の近傍の、グラウンドパターンの導体の一部を除去することにより、高周波減衰部が構成される。

[0067] 図６は、本変形例に係る、ＦＰＣ１０６に代えて用いることのできるＦＰＣ６００の構成を示す図である。図６（ａ）は、ＦＰＣ６００の一の面（図１（ｃ）に示されたＦＰＣ１０６の面に相当する面（「オモテ面」と称する））の構成を示す図であり、図６（ｂ）は、ＦＰＣ６００の他の面（「ウラ面」と称する）の構成を示す図である。なお、図６において、図２又は図４に示すＦＰＣ１０６又はＦＰＣ４００と同じ構成要素については、図２又は図４における符号と同じ符号を用いるものとし、上述した図２又は図４についての説明を援用する。

[0068] 図６に示すＦＰＣ６００は、図４に示すＦＰＣ４００と同様の構成を有するが、グラウンドパターン４４０に代えて、グラウンドパターン６４０（図示ハッチング部分）を有する点が異なる（図６（ｂ））。また、高周波減衰部４５０、４５２、４５４、４５６に代えて、高周波減衰部６５０、６５２、６５４、６５６を有する点が異なる。なお、ＦＰＣ６００のオモテ面を示す図

6 (a) には、FPC600のウラ面（図6 (b)）に設けられたグランドパターン640とオモテ面（図6 (a)）に設けられた配線パターン430、432、434、436との位置関係を明らかにすべく、ウラ面に設けられたグランドパターン640を、点線で囲まれたハッチング部分として示している。なお、当該部分は、オモテ面からウラ面を透視して見た形状であるので、図6 (b) に示すウラ面上のグランドパターン640の形状に対し図示左右が逆転している。

[0069] FPC600のウラ面に設けられたグランドパターン640は、当該グランドパターン640を構成する導体が除去された導体除去部660、662、664、666を有している。そして、導体除去部660、662、664、666は、それぞれ、オモテ面の配線パターン430、432、434、436の180度曲がり部の近傍まで延在している（例えば、配線パターン430の曲がり部466の近傍まで導体除去部660が延在している）。

[0070] そして、高周波減衰部650、652、654、656は、それぞれ、第1の変形例における高周波減衰部450、452、454、456と同様に、高周波信号の伝搬方向を90度変化させる導体パターンの2つの屈曲部（例えば、配線パターン430の屈曲部462、464）と、所定の曲率をもって高周波信号の伝搬方向を180度変化させる導体パターンの180度曲がり部（例えば、配線パターン430の曲がり部466）と、を含むほか、当該曲がり部の近傍の導体除去部660、662、664、666の部分とで構成される。

[0071] これにより、配線パターン430、432、434、436の180度曲がり部は、その近傍においてウラ面のグランドパターン640の導体が除去されていることから、当該曲がり部を伝搬する高周波信号の当該曲がり部内への閉じ込めの強さが弱まることとなり、当該高周波信号のパワーの一部が空中へ発散されることとなるので、高周波減衰部650、652、654、656における高周波信号パワーの減衰量は、第1の変形例に係る高周波減衰部450、452、454、456に比べてより大きくなる。

[0072] なお、本実施形態では、図6に示すように、配線パターン430、432、434、436の180度曲がり部（例えば配線パターン430の曲がり部466）の近傍のグラウンドパターン640の導体を除去するものとしたが、これに限らず、配線パターン430、432、434、436の少なくとも一の屈曲部（例えば配線パターン430の屈曲部462又は464）の近傍のグラウンドパターン640の導体を除去するものとしても、上記と同様の効果を得ることができる。

[0073] 〔第4の変形例〕 次に、図1に示す光変調器100に用いられるFPC106の第4の変形例について説明する。

[0074] 本変形例では、それぞれの配線パターンに、高周波信号の伝搬方向を90度変化させる屈曲部及び又は所定の曲率をもって高周波信号の伝搬方向を180度変化させる曲がり部が複数設けられており、そのそれぞれが高周波減衰部を構成している。

[0075] 図7は、本変形例に係る、FPC106に代えて用いることのできるFPC700の構成を示す図である。図7（a）は、FPC700の一の面（図1（c）に示されたFPC106の面に相当する面（「オモテ面」と称する））の構成を示す図であり、図7（b）は、FPC700の他の面（「ウラ面」と称する）の構成を示す図である。なお、図7において、図2に示すFPC106と同じ構成要素については、図2における符号と同じ符号を用いるものとし、上述した図2についての説明を援用する。

[0076] 図7に示すFPC400は、図2に示すFPC106と同様の構成を有するが、高周波減衰膜260を有さず、配線パターン230、232、234、236に代えて、配線パターン730、732、734、736を有する点異なる。

[0077] 配線パターン730は、高周波信号の伝搬方向を90度変化させる屈曲部で構成される4つの高周波減衰部750、752、754、756を有している。また、配線パターン732は、所定の曲率をもって高周波信号の伝搬方向を180度変化させる曲がり部で構成される高周波減衰部760と、所

定の曲率をもって高周波信号の伝搬方向を90度又はそれ以上の角度で変化させる曲がり部で構成される高周波減衰部762、764、766、768を有している。

[0078] これにより、配線パターン730、732は、それぞれ、複数の高周波減衰部750、752、754、756及び760、762、764、766、768により、スルーホール220、222、224、226とリードピン120、122、124、126とのハンダ接続部において反射される高周波信号のパワーをより効果的に低減して、光変調器100を駆動する電子回路（例えば、駆動回路304）への高周波信号の逆流に起因する不安定現象の発生を防止し、光変調器100の安定した駆動を実現することができる。

[0079] なお、図7に示すように、配線パターン734は、配線パターン732に対し線対称を成して当該配線パターン732と同様の構成を有し、配線パターン732と同様の作用を有する。また、配線パターン736は、配線パターン730に対し線対称を成して当該配線パターン730と同様の構成を有し、配線パターン732と同様の作用を有する。従い、配線パターン734及び736の構成及び作用については、上述した配線パターン732及び730の構成及び作用についての説明を援用するものとする。

[0080] <第2の実施形態> 次に、本発明の第2の実施形態について説明する。本実施形態は、第1の実施形態に示す光変調器100（図4～図7に示すいずれかの變形例に係るFPCを用いるものを含む）を搭載した光送信装置である。

[0081] 図8は、本実施形態に係る光送信装置の構成を示す図である。本光送信装置800は、光変調器802と、光変調器802に光を入射する光源804と、変調信号生成部806と、変調データ生成部808と、を有する。

[0082] 光変調器802は、図1に示す光変調器100である（FPC106に代えて、図4～7に示すFPC400、500、600、700のいずれかを備えていてもよい）。変調データ生成部808は、外部から与えられる送信

データを受信して、当該送信データを送信するための変調データ（例えば、送信データを所定のデータフォーマットに変換又は加工したデータ）を生成し、当該生成した変調データを変調信号生成部 806 へ出力する。

[0083] 変調信号生成部 806 は、光変調器 802 に変調動作を行わせるための電気信号を出力する駆動回路（例えば駆動回路 304）を含む電子回路であり、変調データ生成部 808 が出力した変調データに基づき、光変調器 802 に当該変調データに従った光変調動作を行わせるための高周波信号である変調信号を生成して、光変調器 100 に入力する。当該変調信号は、光変調器 100 が備える光変調素子 102 の 4 つの RF 電極（不図示）に対応する 4 つの RF 信号から成る。

[0084] 当該 4 つの RF 信号は、光変調器 100 の FPC 106（上述したとおり、FPC 106 についての上述した変形例のいずれかであってもよい）のパッド 210、212、214、216 にそれぞれ入力され、配線パターン 230、232、234、236、スルーホール 220、222、224、226、及びリードピン 120、122、124、126 を介して上記 RF 電極にそれぞれ印加される。

[0085] これにより、光源 804 から出力された光は、光変調器 100 により変調され、変調光となって光送信装置 800 から出力される。

[0086] 特に、本光送信装置 800 では、上述した構成を有する光変調器 100 を光変調器 802 として用いるので、光変調器 100 が備える FPC 106 等のスルーホール 220 等と筐体 104 のリードピン 120 等との接続部分において高周波信号の反射が生ずる場合でも、変調信号生成部 806 に逆流する高周波信号のパワーを効果的に低減して変調信号生成部 806 の不安定動作の発生を防止し、光変調器 100 を適切に駆動して光伝送品質を高く維持することができる。

符号の説明

[0087] 100、802、900・・・光変調器、102、902・・・光変調素子、104・・・筐体、106、400、500、600、700、906

・・・FPC、108、110、908、910・・・光ファイバ、120、122、124、126、920、922、924、926・・・リードピン、200、202、204、206、1000、1002、1004、1006・・・辺、210、212、214、216、310、312、314、316、1010、1012、1014、1016、1110、1112、1114、1116・・・パッド、220、222、224、226、1020、1022、1024、1026・・・スルーホール、230、232、234、236、430、432、434、436、730、732、734、736、1030、1032、1034、1036・・・配線パターン、240、440、540、640、740、1040・・・グラウンドパターン、250、252、254、256、450、452、454、456、550、552、554、556、650、652、654、656、750、752、754、756、760、762、764、766、768・・・高周波減衰部、260・・・高周波減衰膜、300、1100・・・回路基板、302、1102・・・ベース、304、1104・・・駆動回路、462、464・・・屈曲部、466・・・曲がり部、560、562、564、566、660、662、664、666・・・導体除去部、800・・・光送信装置、804・・・光源、806・・・変調信号生成部、808・・・変調データ生成部。

請求の範囲

- [請求項1] 回路基板との間で電氣的接続を行うフレキシブル配線板を備えた光変調器であって、
- 前記フレキシブル配線板は高周波信号を伝搬する少なくとも一つの配線パターンを備え、
- 前記配線パターンは、前記高周波信号のパワーを所定の量だけ減衰させる少なくとも一つの高周波減衰部を備える、
- 光変調器。
- [請求項2] 前記高周波減衰部は、高周波減衰膜が装荷された前記配線パターンの部分で構成される、
- 請求項1に記載の光変調器。
- [請求項3] 前記高周波減衰膜は、カーボン及び又はフェライトを含む素材で構成される、
- 請求項2に記載の光変調器。
- [請求項4] 前記高周波減衰部は、高周波信号の伝搬方向が所定の曲率をもって90度以上の角度まで曲がるよう構成された曲線状の導体パターンである、
- 請求項1に記載の光変調器。
- [請求項5] 前記高周波減衰部は、高周波信号の伝搬方向が90度以上の角度まで屈曲するように構成された導体パターンである、
- 請求項1に記載の光変調器。
- [請求項6] 前記フレキシブル配線板は、一の面に前記配線パターンが設けられ、他の面にグラウンドパターンが設けられており、
- 前記高周波減衰部は、前記一の面に設けられた前記配線パターンの一部から所定の距離範囲にある前記他の面のグラウンドパターンの導体の一部を除去することにより構成される、
- 請求項1に記載の光変調器。
- [請求項7] 前記一の面に設けられた前記配線パターンの前記一部は、前記配線

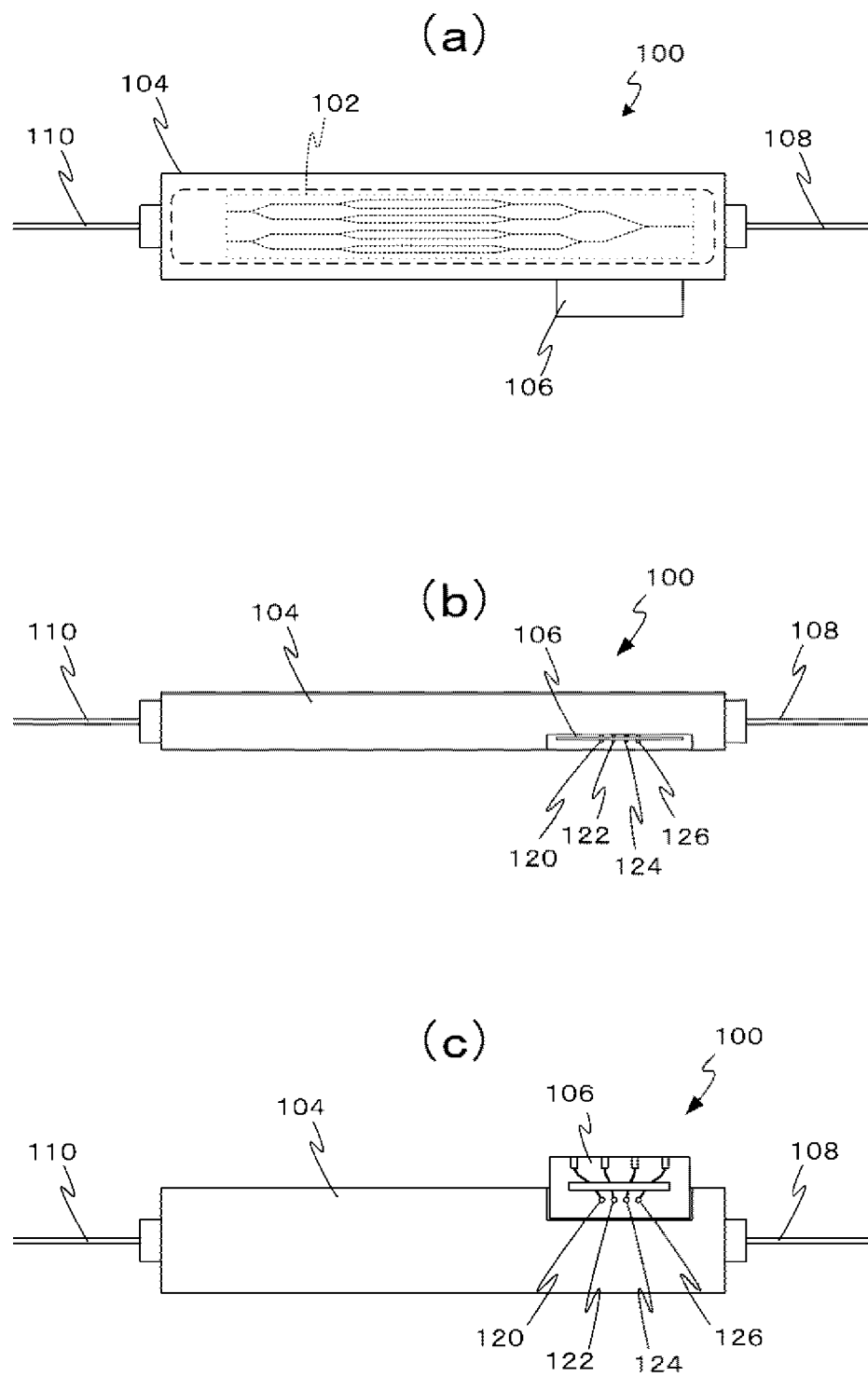
パターンを構成する導体パターンの曲がり部分である、
請求項 6 に記載の光変調器。

[請求項8] 前記一の面に設けられた前記配線パターンの前記一部は、高周波信号の伝搬方向が所定の曲率をもって 90 度以上の角度まで曲がるよう構成された曲線状の導体パターンの曲がり部分である、
請求項 6 に記載の光変調器。

[請求項9] 前記一の面に設けられた前記配線パターンの前記一部は、高周波信号の伝搬方向が 90 度以上の角度まで屈曲するよう構成された導体パターンの曲がり部分である、
請求項 6 に記載の光変調器。

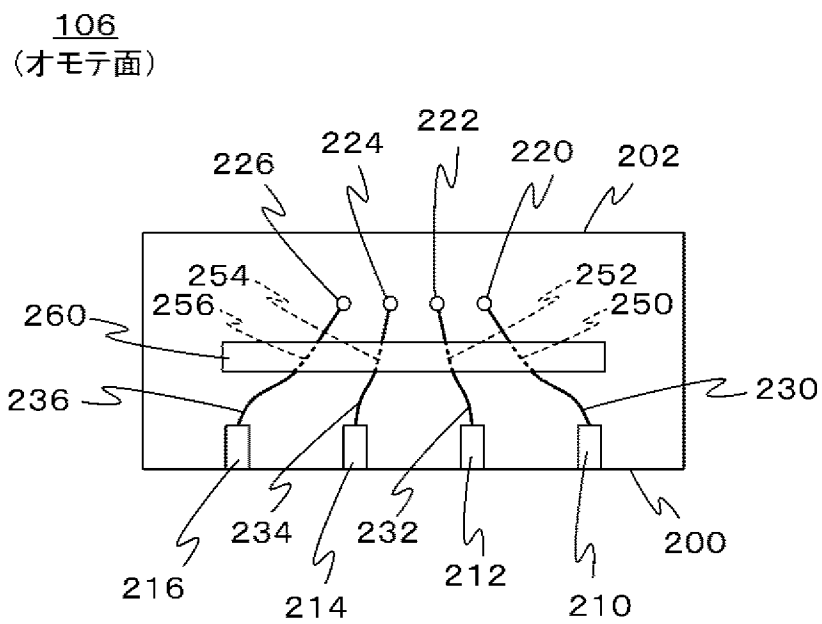
[請求項10] 請求項 1 ないし 9 のいずれか一項に記載の光変調器と、
少なくとも、当該光変調器に変調動作を行わせるための高周波信号を出力する電子回路と、
を備える、
光送信装置。

[図1]

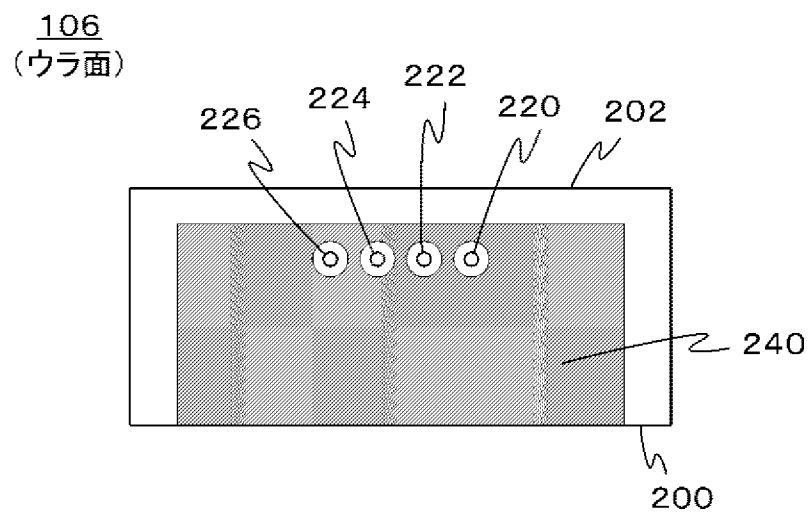


[図2]

(a)

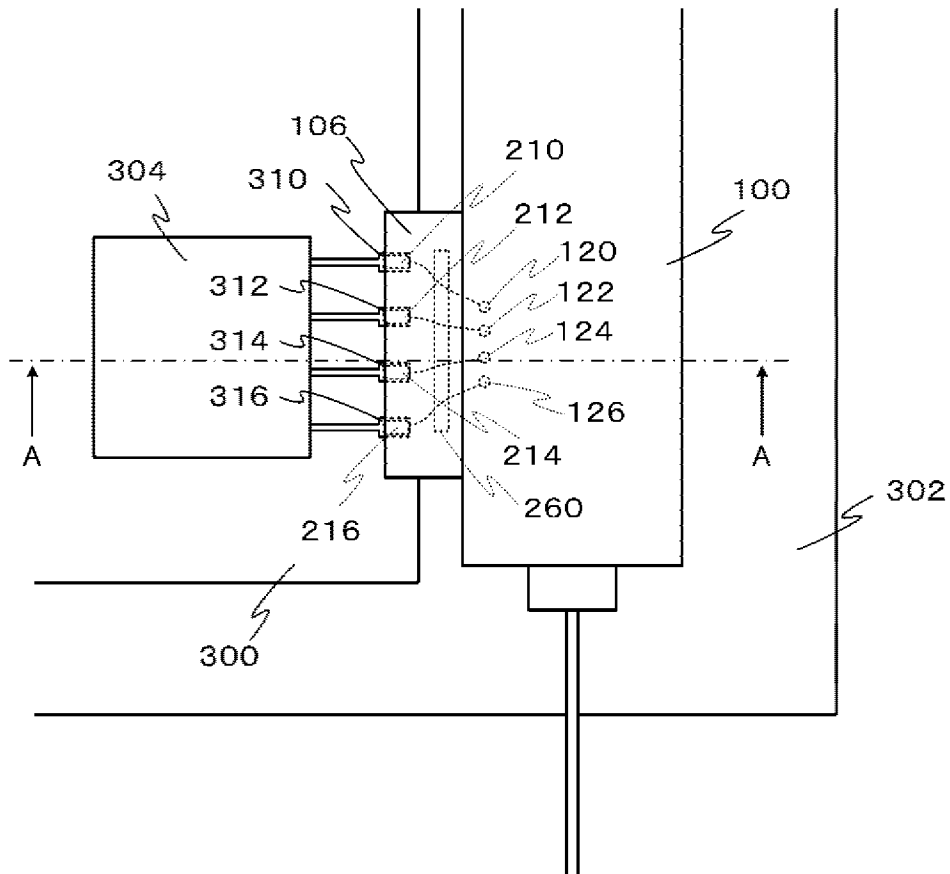


(b)



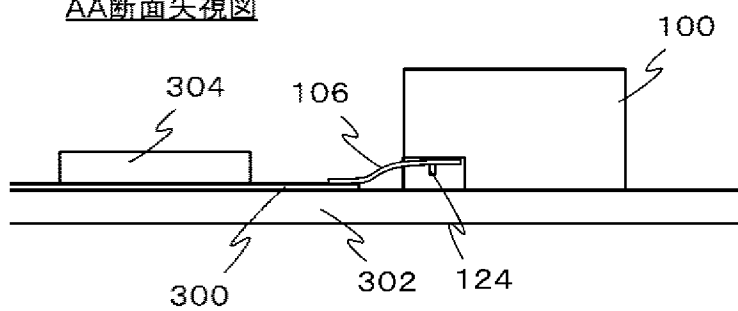
[図3]

(a)



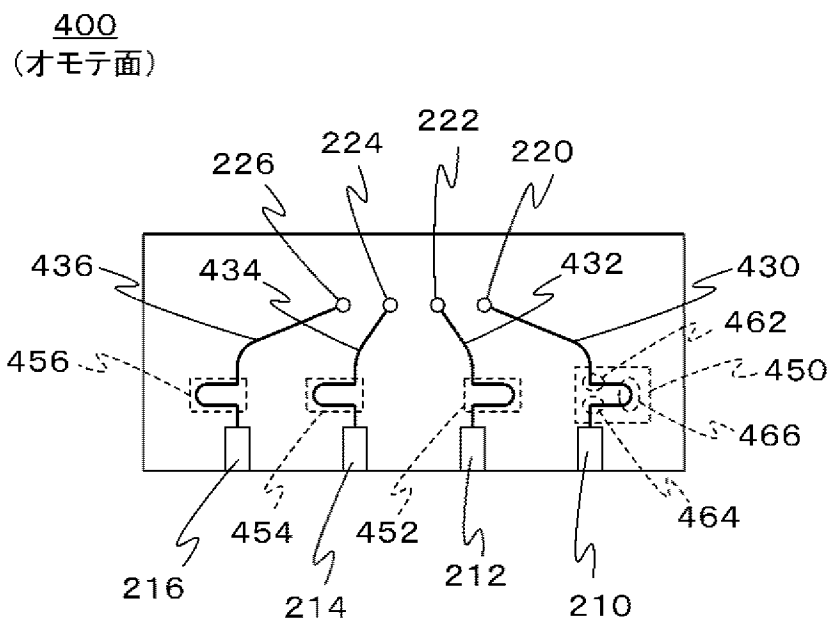
(b)

AA断面矢視図

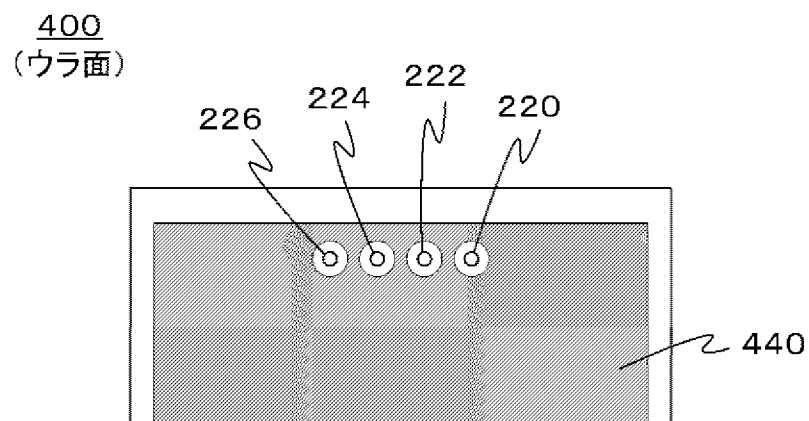


[図4]

(a)



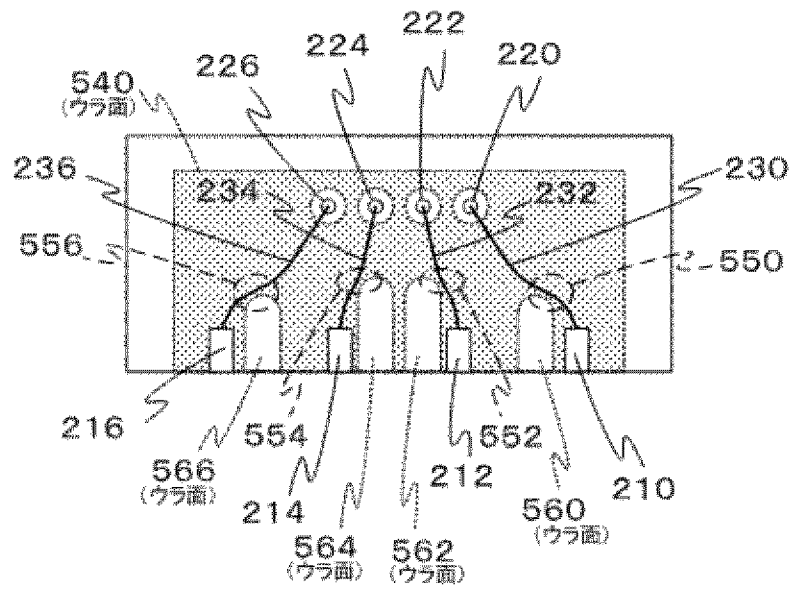
(b)



[図5]

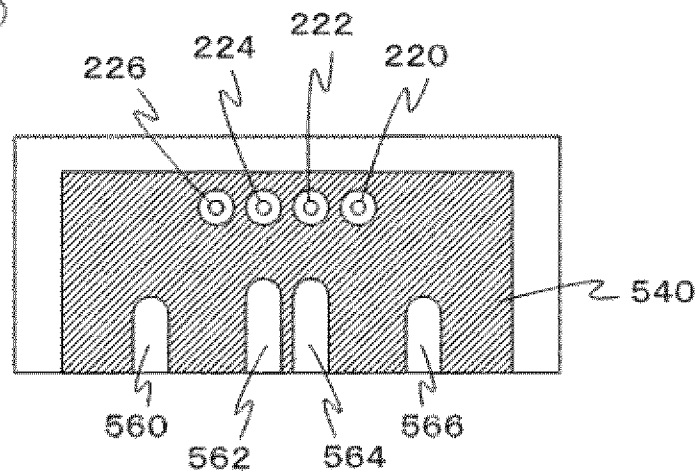
(a)

500
(オモテ面)



(b)

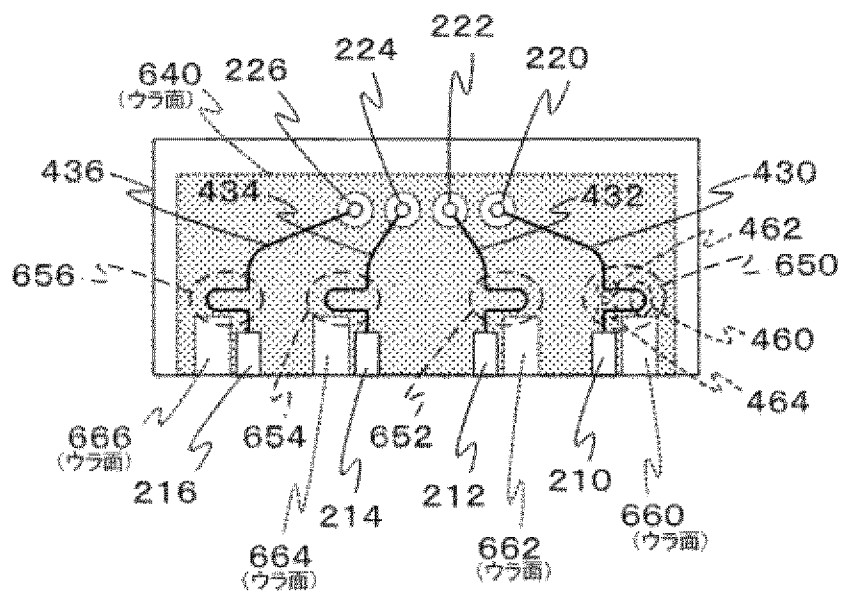
500
(ウラ面)



[図6]

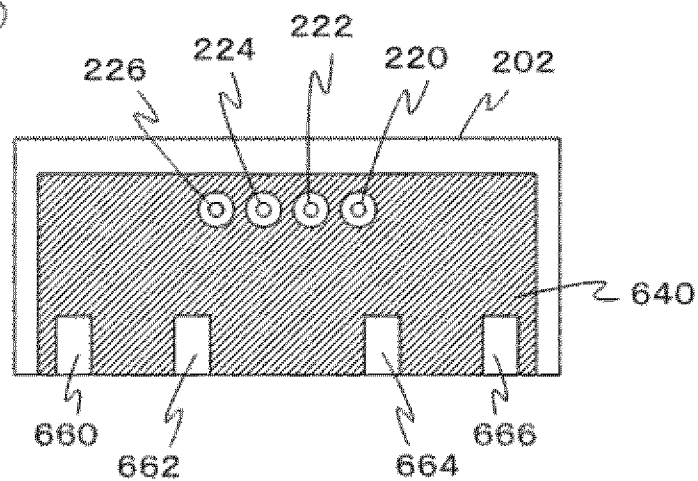
(a)

600
(オモテ面)



(b)

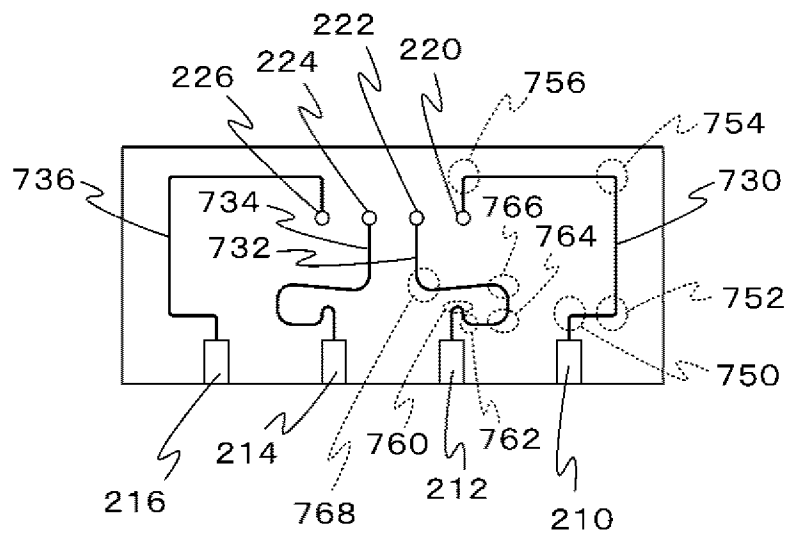
600
(ウラ面)



[図7]

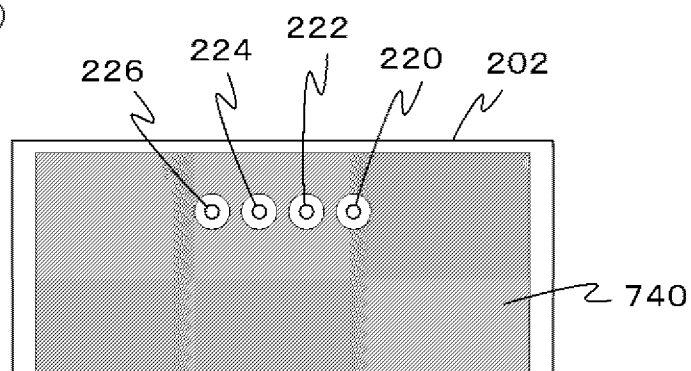
(a)

700
(オモテ面)

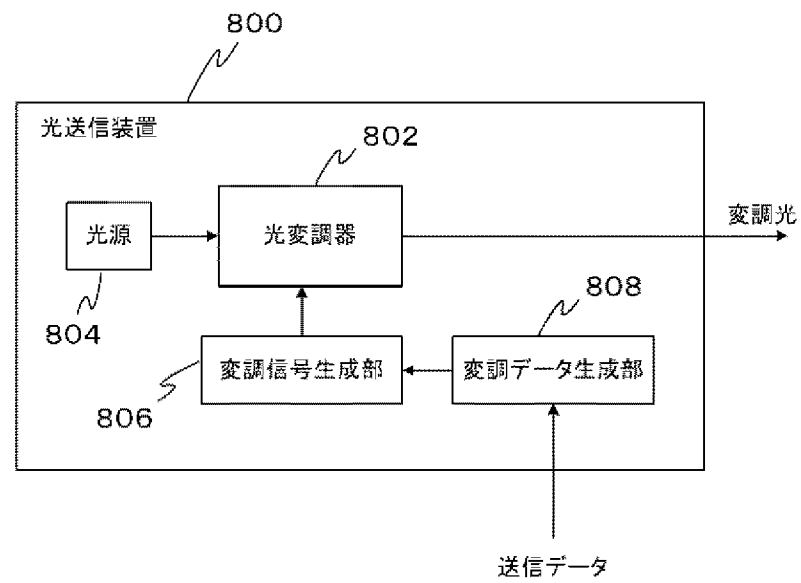


(b)

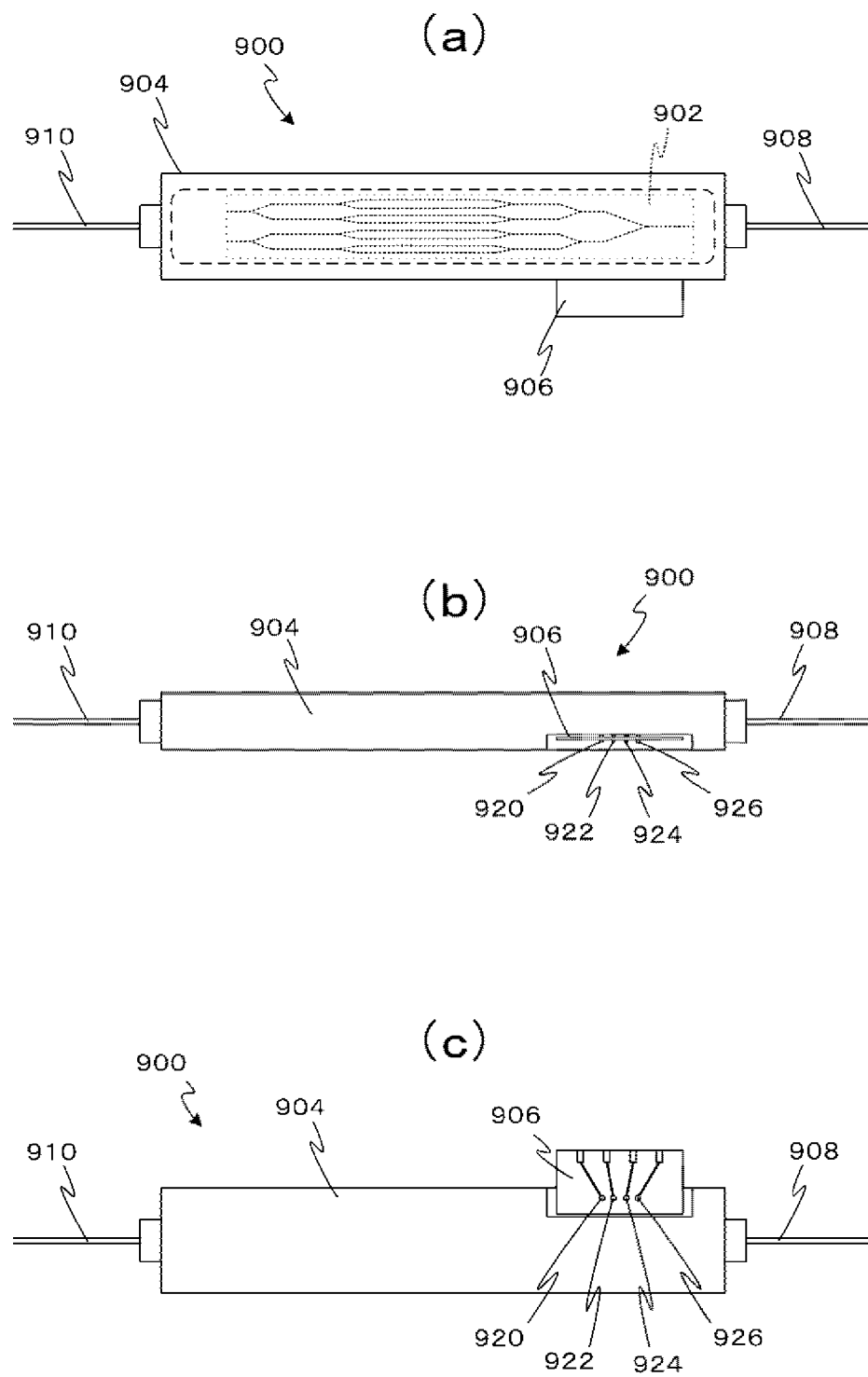
700
(ウラ面)



[図8]

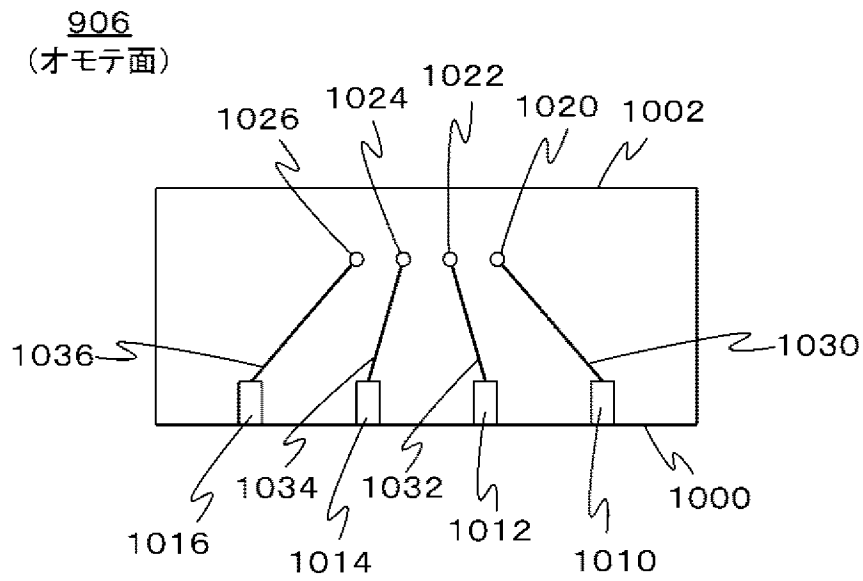


[図9]

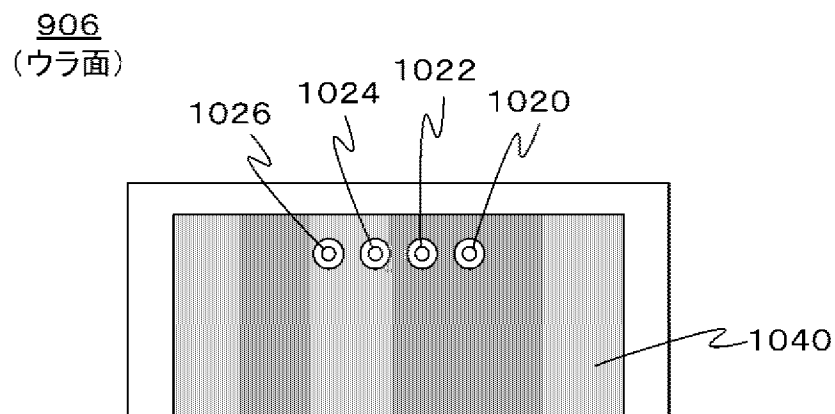


[図10]

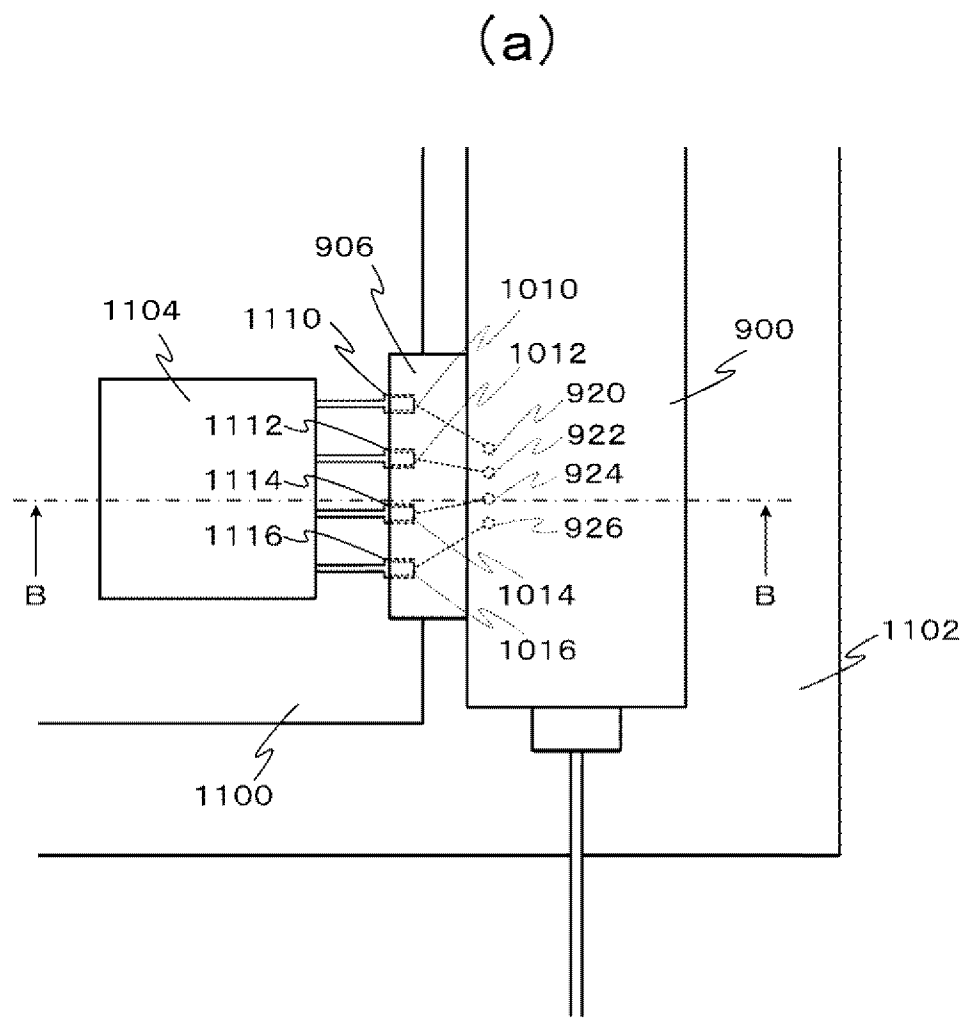
(a)



(b)

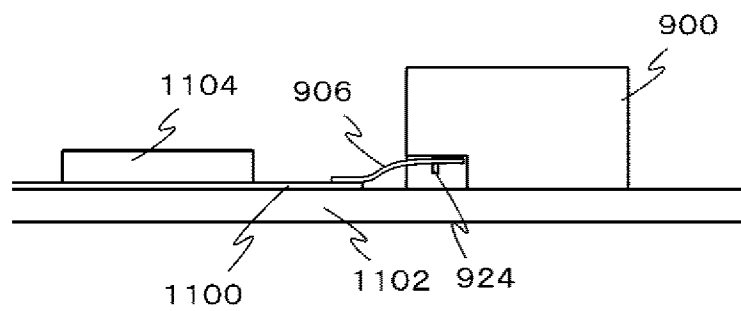


[図11]



BB断面矢視図

(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/016136

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)

G02F1/035

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 2014-89310 A (Fujitsu Optical Components Ltd.), 15 May 2014 (15.05.2014), paragraphs [0041] to [0042], [0045]; fig. 1, 10 & US 2014/0119686 A1 paragraphs [0049] to [0050], [0053]; fig. 1, 10 & US 2016/0191169 A1 & US 9316887 B2 & US 9571203 B2 & JP 6119191 B2	1, 5, 10 1-10
Y	JP 2014-199370 A (Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.), 23 October 2014 (23.10.2014), paragraphs [0035] to [0036]; fig. 1 & US 2016/0054638 A1 paragraphs [0046] to [0047]; fig. 1 & WO 2014/156435 A1 & JP 6136473 B2	1-10

☒ 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 July 2017 (11.07.17)

Date of mailing of the international search report
25 July 2017 (25.07.17)

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/JP2017/016136

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2003/0227666 A1 (BRIDGES, William B.), 11 December 2003 (11.12.2003), paragraphs [0020], [0052]; fig. 4 to 5 & US 6937790 B2 & WO 2003/063463 A2 & AU 2003210607 A1	1-10
Y	JP 2000-114815 A (Kyocera Corp.), 21 April 2000 (21.04.2000), paragraph [0023] (Family: none)	3
Y	JP 8-8499 A (Mamoru KADOWAKI), 12 January 1996 (12.01.1996), paragraph [0013] (Family: none)	6-9

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. G02F1/035

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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 2014-89310 A（富士通オプティカルコンポーネンツ株式会社） 2014.05.15, 段落[0041]-[0042], [0045], 図1, 図10 & US 2014/0119686 A1, [0049]-[0050], [0053], FIG. 1, FIG. 10 & US 2016/0191169 A1 & US 9316887 B2 & US 9571203 B2 & JP 6119191 B2	1, 5, 10 1-10
Y	JP 2014-199370 A（住友大阪セメント株式会社）2014.10.23, 段落 [0035]-[0036], 図1 & US 2016/0054638 A1, [0046]-[0047], FIG. 1 & WO 2014/156435 A1 & JP 6136473 B2	1-10

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

11.07.2017

国際調査報告の発送日

25.07.2017

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
Y	US 2003/0227666 A1 (BRIDGES, William B.) 2003.12.11, 段落 [0020], [0052], 図 4-5 & US 6937790 B2 & WO 2003/063463 A2 & AU 2003210607 A1	1-10
Y	JP 2000-114815 A (京セラ株式会社) 2000.04.21, 段落[0023] (フ ァミリーなし)	3
Y	JP 8-8499 A (門脇守) 1996.01.12, 段落[0013] (ファミリーなし)	6-9