

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 3 月 3 日(03.03.2016)



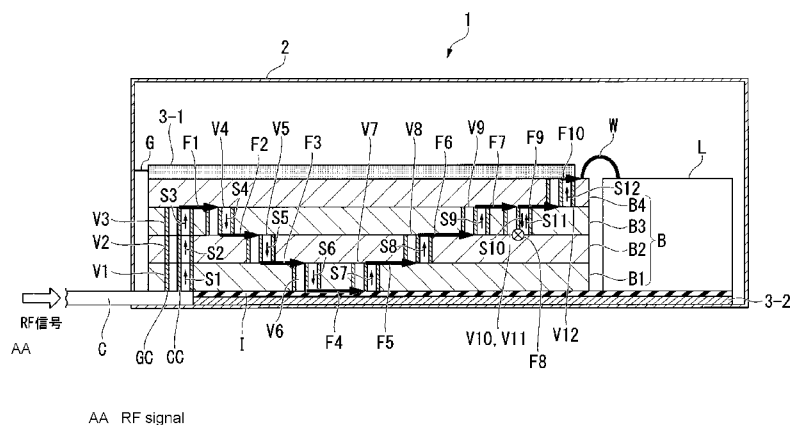
(10) 国際公開番号
WO 2016/032004 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/03 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/074674
- (22) 国際出願日: 2015 年 8 月 31 日(31.08.2015)
- (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 2014-175188 2014 年 8 月 29 日(29.08.2014) JP
- (71) 出願人: 住友大阪セメント株式会社(SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1028465 東京都千代田区六番町 6 番地 2 8 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 片岡 利夫(KATAOKA Toshio); 〒1028465 東京都千代田区六番町 6 番地 2 8 住友大阪セメント株式会社内 Tokyo (JP). 市川 潤一郎(ICHIKAWA Junichiro); 〒1028465 東京都千代田区六番町 6 番地 2 8 住友大阪セメント株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 志賀 正武, 外(SHIGA Masatake et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: OPTICAL MODULATOR AND OPTICAL SWITCH

(54) 発明の名称: 光変調器、及び光スイッチ

[図1]



(57) Abstract: This optical modulator is provided with a relay board, a first transmission path which is provided on the flat surface of the relay board and which transmits an externally inputted electrical signal along the flat surface of the transmission plate, a second transmission path which is provided on the relay board and which transmits an electrical signal in a direction different from that along the flat surface, a modulation unit which modulates an optical signal by means of the electrical signal transmitted from the first transmission path and the second transmission path, and a shield which blocks the radiation component of the electrical signal emitted from the area of contact between the first transmission path and the second transmission path.

(57) 要約: 光変調器は、中継基板と、中継基板の平面上に設けられ、外部から入力される電気信号を中継基板の平面に沿って伝送する第1伝送路と、中継基板に設けられ、平面とは異なる方向に電気信号を伝送する第2伝送路と、第1伝送路及び第2伝送路により伝送された電気信号により光信号を変調する変調部と、第1伝送路と第2伝送路の接合部分から放出される電気信号の放射成分を遮蔽するシールドと、を備える。



WO 2016/032004 A1

明 細 書

発明の名称：光変調器、及び光スイッチ

技術分野

[0001] この発明は、光変調器、及び光スイッチに関する。

本願は、2014年08月29日に、日本に出願された特願2014-175188号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年、光送受信機（トランスポンダー）の小型化やコストダウン化が進められている。

これに従い、光送受信機内に搭載される光変調器モジュールにおいても、フットプリントサイズの小型化が進むとともに、同軸コネクタの使用が避けられ、複数の信号線をまとめて面実装化し、接続される方式が業界仕様（O I F 2014. 099. 00）となりつつあり、研究・開発が進められている。

[0003] これに関連し、信号電極および接地電極を備える光変調器と、光変調器を収容し、光変調器の接地電極と導通する導電性の筐体と、筐体の外壁とハンダまたは導電性接着剤によって接続される接地電極が一面に形成され、信号電極が他面に形成された基板と、光変調器の信号電極と基板の信号電極とを電氣的に接続するリードピンとを備える光変調器モジュールが知られている（特許文献1 参照）。

[0004] また、電気光学効果を有する基板と、基板上に形成された光導波路と、光導波路内を通過する光を変調するための変調電極とを有する光変調素子と、並びに基板の外部に配置され、光変調素子を駆動するマイクロ波信号を光変調素子に供給するための接続基板を含む光変調器において、接続基板には信号入力端部と信号出力端部とが形成され、信号入力端部に入力されるマイクロ波信号の放射モードが、信号出力端部に再結合するのを抑制する再結像抑制手段を接続基板に設けられた光変調器が知られている（特許文献2 参照）。

）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 1 2 － 4 8 1 2 1 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 7 － 1 3 9 9 8 7 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、従来の光変調器モジュールでは、基板に設けられたリードピンやビアから鉛直上方又は鉛直下方に向けて筐体内に放出される電気信号の放射成分が筐体の内壁面に反射し引き起こす空洞共振現象によって、光変調器モジュールに入力される電気信号の透過特性を劣化させてしまう場合があった。

[0007] そこで本発明は、上記従来技術の問題に鑑みてなされたものであり、電気信号の透過特性の劣化を抑制することができる光変調器、及び光スイッチを提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一態様は、中継基板と、前記中継基板の平面上に設けられ、外部から入力される電気信号を前記平面に沿って伝送する第 1 伝送路と、前記中継基板に設けられ、前記平面とは異なる方向に前記電気信号を伝送する第 2 伝送路と、前記第 1 伝送路及び前記第 2 伝送路により伝送された前記電気信号により光信号を変調する変調部と、前記第 1 伝送路と前記第 2 伝送路の接合部分から放出される前記電気信号の放射成分を遮蔽するシールドと、を備える光変調器である。

[0009] また、本発明の他の態様は、上記に記載の光変調器であって、前記中継基板と、前記変調部とが設置される筐体を備え、前記シールドは、前記筐体とは別体の部材であり、前記筐体に電氣的に接続される、光変調器である。

[0010] また、本発明の他の態様は、上記に記載の光変調器であって、前記中継基

板とは、複数の層が積層された多層基板である、光変調器である。

[0011] また、本発明の他の態様は、上記に記載の光変調器であって、前記シールドとは、少なくとも前記接合部分の前記放射成分の放射側を覆う板状の物体又は前記放射側に架けられるワイヤボンドである、光変調器である。

[0012] また、本発明の他の態様は、中継基板と、前記中継基板の平面上に設けられ、外部から入力される電気信号を前記平面に沿って伝送する第1伝送路と、前記中継基板に設けられ、前記平面とは異なる方向に前記電気信号を伝送する第2伝送路と、前記第1伝送路及び前記第2伝送路により伝送された前記電気信号により光信号を変調する変調部と、前記第1伝送路と前記第2伝送路の接合部分から放出される前記電気信号の放射成分を遮蔽するシールドと、前記光信号の出力を切り替えるスイッチと、を備える光スイッチである。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、電気信号の透過特性の劣化を抑制することができる光変調器、及び光スイッチを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0014] [図1]第1実施形態に係る光変調器1の構成例を示す断面図である。

[図2]図1に示した光変調器1を鉛直上方から鉛直下方に向けて見たときの筐体2内部の一例を示す図である。

[図3]図1に示した筐体2の内部の一例を鉛直上方から鉛直下方に向けて見たときの図である。

[図4]シールド3-1を備えていない光変調器Xの構成例を示す図である。

[図5]光変調器XがフレキシブルケーブルCから光変調部チップLへ伝送するRF信号の透過特性と、RF信号の振動数の関係の一例を示す図である。

[図6]第2実施形態に係る光変調器1の筐体2の内部の一例を鉛直上方から鉛直下方に向けて見たときの図である。

[図7]第2実施形態に係るシールド3-1の上面図及び側面図の一例を示す図である。

[図8]第3実施形態に係る光変調器1の筐体2の内部の一例を鉛直上方から鉛直下方に向けて見たときの図である。

[図9]第3実施形態に係るシールド3-1の側面図の一例を示す図である。

[図10]第4実施形態に係るシールド3-1の側面図の一例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] <第1実施形態>

以下、本発明の第1実施形態について、図面を参照して説明する。図1は、第1実施形態に係る光変調器1の構成例を示す断面図である。光変調器1は、例えば、フレキシブルケーブルCによって外部と接続される。外部とは、他の基板であり、例えば、光通信の信号源等である。以下では、説明の便宜上、光通信の信号源を、単に信号源と称して説明する。また、以下では、他の基板が信号源内部に搭載される基板であるとして説明する。光変調器1は、信号源から出力されたRF(Radio Frequency)信号が入力される。光変調器1は、信号源から取得されたRF信号を、中継基板BとワイヤボンドWを介して光変調部チップLに伝送して光信号を変調する。なお、本実施形態におけるRF信号は、光変調部チップLによって光信号をマイクロ波の波長に変調する程度の振動数(例えば、数十[GHz]程度)であるとするが、他の振動数であってもよい。RF信号は、電気信号の一例である。

[0016] 光変調器1は、光変調部チップLと、筐体2と、5層の中継基板B1~B4と、2枚のシールド3-1、3-2を備える。なお、光変調器1は、5枚以上の中継基板を備えていてもよく、3枚以下の中継基板を備えていてもよい。また、光変調器1は、3枚以上のシールドを備えていてもよく、1枚のみシールドを備えていてもよい。以下では、説明の便宜上、中継基板B1~B4を区別して説明する必要が無い限り、まとめて中継基板Bと称して説明する。また、以下では、シールド3-1、3-2を区別して説明する必要が無い限り、まとめてシールド3と称して説明する。

[0017] 光変調部チップLは、ニオブ酸リチウムを含む基板を備え、図示しないニオブ酸リチウムを含む基板に図示しない光源から入力される光信号を光変調

器 1 が取得した R F 信号によって変調する。光変調部チップ L は、変調部の一例である。

筐体 2 は、内部に中継基板 B と、シールド 3 と、光変調部チップ L とが設置される金属製の容器である。筐体 2 は、例えば、S U S (Steel Special Use Stainless) 材等によって形成される。なお、本実施形態において筐体 2 は、直方体形状であるとするが、これに代えて、他の形状であってもよい。

[0018] 中継基板 B 1 ～ B 4 はそれぞれ、1 以上のビア V を備えるセラミック製の基板であって R F 信号を伝送する伝送路 F が設けられた基板である。ここで、伝送路 F は、伝送路 F 1 ～ F 1 0 の総称である。また、中継基板 B 1 ～ B 4 は、前述の伝送路 F が上層と下層の両層に設けられた基板である。なお、中継基板 B 1 ～ B 4 は、伝送路が上層と下層のうちいずれか一方に設けられた基板であってもよい。

[0019] ビア V とは、中継基板 B を貫通し、中継基板 B の上層の伝送路 F と下層の伝送路 F を中継するための線路である。また、ビア V は、図 1 に示したように中心導体 C C とグラウンド導体 G C が同軸を中心として同心円状に設けられ、中心導体 C C とグラウンド導体 G C との間の空間に誘電体 D B (例えば、アルミナやガラス等) が設けられた同軸線路である。本実施形態において、ビア V は、例えば、中心導体 C C の直径が 0. 1 ミリメートルであり、グラウンド導体 G C の内径が 1. 3 6 ミリメートルであり、誘電体 D B の誘電率が 9. 8 であるが、これに代えて、他の直径や、他の誘電率であってもよい。ここで、図 1 に示した矢印 S 1 ～ 矢印 S 1 2 はそれぞれ、ビア V 1 ～ ビア V 1 2 それぞれの中心導体 C C により伝送される R F 信号の伝送方向を示す。なお、中継基板 B 1 ～ B 4 の上層と下層のうちいずれか一方又は両方に設けられた伝送路 F は、第 1 伝送路の一例である。また、ビア V は、第 2 伝送路の一例である。

[0020] 中継基板 B 1 は、ビア V 1 と、ビア V 6 と、ビア V 7 を備える。中継基板 B 2 は、ビア V 2 と、ビア V 5 と、ビア V 8 を備える。中継基板 B 3 は、ビ

アV 3と、ビアV 4と、ビアV 9と、ビアV 10と、ビアV 11（図1においてビアV 11は、ビアV 10に隠れて見えない）を備える。中継基板B 4は、ビアV 12を備える。なお、本実施形態において、ビアVという呼称は、ビアV 1～ビアV 12のうちのいずれか1つを示す呼称であるとする。

[0021] 中継基板Bは、図1に示したように、筐体2の内部空間の底面側から中継基板B 1、中継基板B 2、中継基板B 3、中継基板B 4の順に積層される。また、中継基板Bは、シールド3-2を介して筐体2と接着される。このように接着されることで、中継基板Bは、シールド3-1とシールド3-2によって挟まれた構造を有することとなる。このような構造にすることで、光変調器1は、後述するRF信号（すなわち、電気信号）の放射成分による空洞共振現象をより確実に抑制することができる。それに加えて、セラミック製の中継基板Bは、金属製の筐体2に直接接着されてしまうと、中継基板Bと筐体2の間の熱による体積変化の差によってクラックが生じてしまう場合がある。これを抑制するため、最下層の中継基板B 1は、筐体2とシールド3-2を介して接着されることが望ましい。

また、中継基板B 1は、シールド3-2と絶縁体1によって電氣的に分離されている。この絶縁体1は、例えば、図1に示したビアV 6、伝送路F 4、ビアV 7のうちの一部又は全部とシールド3-2とが電氣的に接続されることを抑制する。また、最下層の中継基板B 1は、フレキシブルケーブルCからガラスリードピン等を介してRF信号が入力可能なように接続される。

[0022] 以下では、積層された中継基板B 1～中継基板B 4を、まとめて多層基板と称して説明する。多層基板は、フレキシブルケーブルCから取得されるRF信号を、中継基板Bに設けられた伝送路と、ビアVと、ワイヤボンダWとを経由して光変調部チップLに伝送させる。中継基板を多層化することにより、インピーダンスマッチングを行うために必要とされる電極を集積化することができる。ここで、図1とともに図2を参照して、多層基板によるRF信号の伝送について説明する。図2は、図1に示した光変調器1を鉛直上方から鉛直下方に向けて見たときの筐体2内部の一例を示す図である。なお、

図2では、説明の便宜上、シールド3-1を省略している。

[0023] RF信号は、ビアVを経由することで、多層基板を構成する中継基板B1～中継基板B4のそれぞれに設けられた伝送路Fに伝送される。換言すると、RF信号は、ビアVを経由することで多層基板を図1において中継基板Bが積層される方向（上下方向）に伝送される。また、RF信号は、図1及び図2に矢印によって示した伝送路F1～F10を介して、ビアV1からビアV12まで伝送される。そして、RF信号は、ビアV12から中継基板B4の上層に設けられた伝送路によってワイヤボンダWまで伝送される。ワイヤボンダWに伝送されたRF信号は、ワイヤボンダWを介して光変調部チップLまで伝送され、光信号を変調する。なお、上記で説明した中継基板B1～中継基板B4のそれぞれにおけるビアVや伝送路Fが設けられる位置や、ビアVや伝送路Fの形状等は、あくまで一例であり、これらに限られるわけではない。また、図2における伝送路Fは、図を簡略化するため、ビアVのグラウンド導体GCと接触しているように示されているが、実際には、ビアVのグラウンド導体GCと接触しないように中継基板Bに設けられる。

[0024] シールド3-1は、例えば、図2に示した多層基板の最上層上のほぼ全面を覆う板状の物体である。なお、シールド3-1は、多層基板の複数の層のうちの一部又は全部の間にそれぞれ設置される構成であってもよい。また、シールド3-1の材質は、導電性材料であり、例えば、金、アルミ、銅等である。また、シールド3-1は、筐体2と別体の部材である。ここで、図3を参照して、シールド3-1について説明する。図3は、図1に示した筐体2の内部の一例を鉛直上方から鉛直下方に向けて見たときの図である。図3に示したように、ほぼ全面とは、中継基板B4の上層のうち、ワイヤボンダWが設置される位置の近傍Nを除く範囲を示す。なお、シールド3-1は、図2に示した多層基板上の全面を覆う板状の物体であってもよい。その場合、多層基板から光変調部チップLへのRF信号の伝送は、中継基板Bの間からワイヤボンダWによって行われるとする。

[0025] また、シールド3-1は、図2に示した各ビアVの直上から筐体2の内部

空間（筐体 2 の内部の上面）へ向けて放出される R F 信号の放射成分を遮蔽する。なお、ビア V を直上から見たときのビア V の面は、電気信号の放射成分の放出面の一例である。ここで、図 4 を参照して、シールド 3-1 が遮蔽する R F 信号の放射成分について説明する。図 4 は、シールド 3-1 を備えていない光変調器 X の構成例を示す図である。なお、図 4 では、伝送路 F を省略している。

[0026] ビア V は、光変調器 X がシールド 3-1 を備えていない場合、筐体 2 の内部空間に対してビア V の直上方向（図 4 に示した多層基板を構成する中継基板 B 1 から中継基板 B 4 へ向かう方向）に R F 信号の放射成分を放出する。以下では、説明の便宜上、R F 信号の放射成分を、単に放射成分と称して説明する。図 4 における各ビア V の直上に示した矢印は、この放射成分を示す。各ビア V からの放射成分の放出は、ビア V が R F 信号を伝送する際、ビア V がアンテナとして機能してしまうことに起因する現象である。このビア V の直上方向に放出される放射成分が筐体 2 の内部空間に放出されると、筐体 2 は、この放射成分を反射する。

[0027] このような反射が起こる時、所定の条件が満たされると、放出された放射成分と、反射された放射成分とが干渉を起こし、空洞共振現象が発生する。前述の所定の条件とは、R F 信号の 4 分の 1 波長が、放射成分が放出される位置から、放射成分が反射される位置までの距離（例えば、ビア V 1 2 から放出される放射成分の場合、図 4 に示した高さ h）と一致する場合である。例えば、高さ h を 3 mm とした場合、放射成分が再結合される伝送距離は 6 mm である。この場合、R F 信号の周波数が 25 GHz 付近の時、空洞共振現象が生じ、後述するように空洞共振現象によって R F 信号の透過特性が減衰してしまう。

[0028] 空洞共振現象が発生した場合、共振を起こした放射成分の影響によって、光変調器 X がフレキシブルケーブル C から光変調部チップ L へ伝送する R F 信号の透過特性が劣化する。図 5 は、光変調器 X がフレキシブルケーブル C から光変調部チップ L へ伝送する R F 信号の透過特性と、R F 信号の振動数

の関係の一例を示す図である。以下では、説明の便宜上、光変調器 X がフレキシブルケーブル C から光変調部チップ L へ伝送する R F 信号の透過特性を、単に透過特性と称して説明する。

[0029] 図 5 に示したグラフの横軸は、R F 信号の振動数（例えば、単位は [G H z] ）を示す。なお、R F 信号の波長は、振動数の逆数に比例するため、図 5 では、R F 信号の振動数と、前述の透過特性の関係を示している。図 5 に示したグラフの縦軸は、透過特性（単位は [d B] ）を示す。図 5 に示したように、透過特性は、R F 信号の振動数が大きくなる（すなわち、R F 信号の波長が小さくなる）と減少する傾向があることが分かる。この減少傾向は、光変調器 X における伝送効率によって生じる（伝送効率が 1 0 0 % の場合、劣化しない）。また、図 5 に示したグラフからは、R F 信号がある振動数の時に生じるディップ D が確認できる。ディップ D とは、R F 信号のある振動数の近傍において、透過特性が急激に小さくなる箇所のことを示す。このディップ D は、前述した空洞共振現象によって生じる。

[0030] シールド 3 - 1 は、このような空洞共振現象によって生じるディップ D を発生させないため、多層基板の上層を覆うことでビア V の直上から放出される放射成分を遮蔽する。また、シールド 3 - 1 は、接地されていることが望ましい。シールド 3 - 1 の接地のされ方は、この一例において、図 1 に示したようにワイヤー G によって筐体 2 に接続されとするが、これに代えて、他の方法で接地される構成であってもよい。このようにすることで、シールド 3 - 1 は、放射成分の一部を遮蔽した時、シールド 3 - 1 自体がアンテナとして機能することがない。その結果、シールド 3 - 1 は、放射成分を筐体 2 と多層基板との間の空洞内に放出させることなく、放射成分を効率よく遮蔽することができる。なお、シールド 3 - 1 は、接地されない構成であってもよい。その場合、何らかの方法により放射成分の遮蔽を効率化する（すなわち、シールド 3 - 1 から放射される放射成分を抑制する）ことが望ましい。

[0031] なお、放射成分は、多層基板を構成する中継基板 B それぞれの間でも反射

を起こす。しかし、例えば、中継基板 B の厚さ（図 1 に示した多層基板を構成する中継基板 B が積層される方向の厚さ）が 0.25 ミリメートル程度の場合、RF 信号の波長帯が数百 MHz ～数十 GHz であるため、RF 信号の 4 分の 1 波長は、放射成分が放出される位置から放射成分が反射される位置までの距離と一致しない。このため、この反射による空洞共振現象は、起こらない。

[0032] シールド 3-2 は、筐体 2 と直接接続、又はワイヤー等を介して間接的に接続される。

また、シールド 3-1 と同様に、ビア V から放出される放射成分を遮蔽する。シールド 3-2 は、各ビア V の直下から放出される放射成分を遮蔽する。また、シールド 3-2 は、筐体 2 と中継基板 B 1 が熱による体積変化によって破損しないように接着させる。また、シールド 3-2 の上には、多層基板に加えて、図 1 に示したように光変調部チップ L が設置される。また、シールド 3-2 の材質は、導電性材料であり、例えば、金、アルミ、銅等である。

[0033] 以上説明したように、本実施形態に係る光変調器 1 は、中継基板 B と、中継基板 B の平面上に設けられ、外部（例えば、信号源等）から入力される RF 信号を中継基板 B の平面に沿って伝送する伝送路 F と、中継基板 B に設けられ、中継基板 B の平面とは異なる方向に RF 信号を伝送するビア V と、伝送路 F 及びビア V により伝送された RF 信号により光信号を変調する変調部と、伝送路 F とビア V の接合部分から放出される放射成分を遮蔽するシールド 3-1 と、を備える。これにより、光変調器 1 は、RF 信号の透過特性の劣化を抑制することができる。

[0034] <第 2 実施形態>

以下、本発明の第 2 実施形態について、図面を参照して説明する。なお、第 2 実施形態では、第 1 実施形態と同様な構成部には、同じ符号を付して説明を省略する。第 2 実施形態に係る光変調器 1 のシールド 3-1 は、図 2 に示した多層基板上のほぼ全面を覆う板状の物体に代えて、図 6 に示したよう

に多層基板におけるビアVの直上にのみ設置され、ビアVを覆い隠す円盤状の物体である。図6は、第2実施形態に係る光変調器1の筐体2の内部の一例を鉛直上方から鉛直下方に向けて見たときの図である。なお、図6では、シールド3-1と筐体2の接続と、伝送路Fとを省略している。

[0035] 図6に示したように、シールド3-1は、各ビアVの直上にのみ設置される。ここで、例えば、中心導体CCの直径が0.1ミリメートルであり、グラウンド導体GCの内径が1.36ミリメートルであり、誘電体DBの誘電率が9.8であるビアVが中継基板Bに設けられている場合、シールド3-1は、図7に示したような構造を有することで、ビアVから放出される放射成分を十分に遮蔽することができる。十分に遮蔽することができる状態とは、遮蔽し切れずに漏れ出た放射成分によって前述した空洞共振現象が起きた場合であっても、その空洞共振現象が光変調器1の透過特性にディップDを生じさせない程度にしか生じない状態であることを示す。また、シールド3-1は、ビアVの直上にのみ設けられることにより、何らかの事象によってシールド3-1と筐体2の間に放射成分が漏れてしまった場合に生じる空洞共振現象を、より確実に抑制することができる。図7は、第2実施形態に係るシールド3-1の上面図及び側面図の一例を示す図である。

[0036] 図7(A)には、シールド3-1の上面図を示す。また、図7(B)には、シールド3-1の側面図を示す。図7(A)に示したように、シールド3-1の上面は、直径が1.36ミリメートルの円形状の面積（ビアVを覆い隠せる範囲）以上の面積を有する。また、図7(B)に示したように、シールド3-1の側面は、厚さが0.1ミリメートル以上である。なお、これらの数値は、上述したように中心導体CCの直径が0.1ミリメートルであり、グラウンド導体GCの内径が1.36ミリメートルであり、誘電体DBの誘電率が9.8であるビアVが中継基板Bに設けられている場合の一例である。もし、ビアVの中心導体CCの直径、グラウンド導体GCの内径、誘電体DBの誘電率のうちの一部又は全部が変わった場合、それに応じてシールド3-1の直径や厚さは、図7に示した値とは異なる。また、シールド3-

1 は、ビア V を覆い隠すことができれば、円形状である必要はなく、四角形状であってもよいし、他の形状であってもよい。このように、シールド 3-1 は、ビア V の直上のみを覆い隠すように設置されることで、ビア V から放出される放射成分を十分に遮蔽することができる。なお、ビア V の直上は、第 1 伝送路と第 2 伝送路の接合部分の放射成分の放射側の一例である。

[0037] 以上説明したように、第 2 実施形態に係る光変調器 1 は、ビア V の直上のみ設けられた円形状のシールド 3-1 が多層基板上に設けられている。これにより、光変調器 1 は、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0038] <第 3 実施形態>

以下、本発明の第 3 実施形態について、図面を参照して説明する。なお、第 3 実施形態では、第 1 実施形態と同様な構成部には、同じ符号を付して説明を省略する。第 3 実施形態に係る光変調器 1 のシールド 3-1 は、図 2 に示した多層基板上のほぼ全面を覆う板状の物体に代えて、図 8 に示したように多層基板におけるビア V の直上に 2 本のワイヤーが交差するように設けられるワイヤボンダやワイヤボンダよりも太いリボンである。

[0039] 図 8 は、第 3 実施形態に係る光変調器 1 の筐体 2 の内部の一例を鉛直上方から鉛直下方に向けて見たときの図である。なお、図 8 では、シールド 3-1 と筐体 2 の接続と、伝送路 F とを省略している。図 6 に示したように、シールド 3-1 は、各ビア V の直上にのみ設けられる。ここで、中心導体 C C の直径が 0.1 ミリメートルであり、グラウンド導体 G C の内径が 1.36 ミリメートルであり、誘電体 D B の誘電率が 9.8 であるビア V が中継基板 B に設けられている場合、シールド 3-1 は、図 9 に示したような構造を有することで、ビア V から放出される放射成分を低減することができる。この時、放射成分は、第 2 実施形態において説明した「十分に遮蔽すること」が可能な程度に低減される。

[0040] 図 9 は、第 3 実施形態に係るシールド 3-1 の側面図の一例を示す図である。なお、図 9 において、図 8 に示したシールド 3-1 の 2 本のワイヤーのうちの 1 本のみを示し、他の 1 本を省略している。図 9 に示したように、シ

ールド3-1は、ビアVの中心からシールド3-1までの高さが0.96ミリメートル、シールド3-1のワイヤーの長さLWが2.36ミリメートルとなるようにビアVの直上に設けられる。なお、これらの数値は、上述したように中心導体CCの直径が0.1ミリメートルであり、グラウンド導体GCの内径が1.36ミリメートルであり、誘電体DBの誘電率が9.8であるビアVが中継基板Bに設けられている場合の一例である。もし、ビアVの中心導体CCの直径、グラウンド導体GCの内径、誘電体DBの誘電率のうちの一部又は全部が変わった場合、それに応じてシールド3-1の直径や厚さは、図9に示した値とは異なる。

[0041] また、シールド3-1は、図9に示した構造を有するワイヤーを、図8に示したようにビアVの直上で交差するように設けられる。図9に示したシールド3-1の構造によりビアVから放出される放射成分が低減されると、ビアVから放出される放射成分は、光変調器1のRF信号の透過特性にディップDを発生させない程度の空洞共振現象しか起こさない。これにより、シールド3-1は、ビアVから放出される放射成分による空洞共振現象を抑制することができ、その結果、光変調器1の透過特性にディップDが発生することを抑制することができる。

[0042] なお、シールド3-1は、ビアVの直上において2本のワイヤーが交差する構成に代えて、例えば、ビアVの直上において2本のワイヤーが平行に並んで設けられる構成であってもよく、1本のワイヤーが設けられる構成であってもよく、3本以上のワイヤーが設けられる構成等、1本以上のワイヤーを用いた他の構成であってもよい。

[0043] 以上説明したように、第3実施形態に係る光変調器1は、多層基板におけるビアVの直上に2本のワイヤーが交差するように設けられるワイヤボンドとしてシールド3-1が多層基板上に設けられている。これにより、光変調器1は、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0044] <第4実施形態>

以下、本発明の第4実施形態について、図面を参照して説明する。なお、

第4実施形態では、第1実施形態と同様な構成部には、同じ符号を付して説明を省略する。第4実施形態に係る光変調器1のシールド3-1は、図2に示した多層基板上のほぼ全面を覆う板状の物体に代えて、図10に示したように多層基板におけるビアVの直上に2本のワイヤーが交差するように設けられるメッシュ状の物体である。

[0045] 図10は、第4実施形態に係るシールド3-1の側面図の一例を示す図である。図10に示したように、このメッシュ状の物体であるシールド3-1は、ビアVから放出される放射成分を、ビアVの直上を通過する2本のワイヤーによって低減する。この時、放射成分は、第2実施形態において説明した「十分に遮蔽すること」が可能な程度に低減される。これにより、シールド3-1は、ビアVから放出される放射成分による空洞共振現象を抑制する。その結果、シールド3-1は、光変調器1の透過特性にディップDが発生することを抑制することができる。なお、ビアVの直上を通過するワイヤーは、ビアVから放出される放射成分を十分に遮蔽することが可能であれば、2本以外の数であってもよい。

[0046] 以上説明したように、第4実施形態に係る光変調器1は、多層基板におけるビアVの直上に2本のワイヤーが交差するように設けられるメッシュ状の物体としてシールド3-1が多層基板上に設けられている。これにより、光変調器1は、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0047] <第5実施形態>

以下、本発明の第5実施形態について説明する。なお、第5実施形態では、第1実施形態と同様な構成部には、同じ符号を付して説明を省略する。第5実施形態に係る光スイッチ4は、第1～第4実施形態で説明した光変調器1と、光変調器1の光変調部チップLが図示しない光源からニオブ酸リチウムを含む基板へ入力される光信号のオン／オフを切り替える（出力を切り替える）スイッチとを備える。

[0048] なお、第5実施形態に係る光スイッチ4は、光変調器1の光変調部チップLが図示しない光源からニオブ酸リチウムへ入力される光信号のオン／オフ

を切り替える（出力を切り替える）スイッチを備える構成に代えて、光変調器 1 により変調された光信号の出力先が複数あった場合、その複数のうちのいずれか 1 つを出力先として選択するスイッチを備える構成であってもよい。

以上説明したように、第 5 実施形態に係る光スイッチ 4 は、第 1 ～ 第 4 実施形態で説明した光変調器 1 を備えるため、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。

[0049] なお、シールド 3 - 1 は、上記で説明した実施形態のうちの一部又は全部を組み合わせた構成であってもよい。

[0050] <本発明に係る背景>

以下、本発明に係る背景について、図 4 に示したシールド 3 - 1 を備えていない光変調器 X を例にとって説明する。光変調器 X では、中継基板 B に設けられたリードピンやビア V から鉛直上方又は鉛直下方に向けて筐体 2 内に放出される RF 信号の放射成分が筐体 2 の内壁面に反射することで引き起こす空洞共振現象によって、光変調器 X に入力される RF 信号の透過特性を劣化させてしまう場合があった。

[0051] 空洞共振現象において透過特性を劣化させてしまうことの有効な解決策として、筐体 2 の内部空間を小さくして、空洞共振の周波数を光変調器 X が使用する周波数帯域より高くする方法や、光変調器 X における最大の使用周波数帯域で空洞共振を減衰状態にする方法がある。

[0052] しかしながら、筐体 2 の高さは、内部に実装する部品のサイズによって制約を受ける。例えば、光変調部チップ L 上に実装されるバイアスマニタ用のフォトディテクタや、中継基板 B 上に配値するインピーダンス変成器を含むチップコンデンサやチップ抵抗、RF 信号を終端する為の終端抵抗を実装した基板等、光変調器 X 内部の電子部品実装スペースを確保する必要がある。また、偏波多重変調器のように、偏波回転素子、位相差板やコリメーターレンズなどの数 mm 程度の光学部品を多数搭載する構成においては、筐体 2 自体の高さを小さくすることが難しい。

[0053] また、光変調部チップLの材料として LiNbO_3 などの強誘電体結晶材料を用いる場合、チップ上の信号配線は、一般的に高アスペクトかつワイドギャップ（信号線の高さ／幅の比が大きく、一般的に1以上であり、またに接地電極間の広い $50\mu\text{m}$ 以上）のCPW（Co-Planar Waveguide）が用いられている。この場合、光変調部チップLの信号線路の上方に導体があると、透過特性等が劣化する。一例をあげると、CPWの接地電極間距離のおおよそ2倍以下の高さの位置に金属筐体内壁があると、インピーダンスやマイクロ波の伝搬速度に影響（実効屈折率に周波数依存性）を及ぼし、透過特性の劣化に繋がる。

[0054] また、光変調部チップLの光伝搬方向の長さは、広帯域化や低駆動電圧化により数十ミリとならざるを得ない。この事は、複数の基板モードの重なりが生じ、信号劣化を及ぼす一因にもなっている。

[0055] このように、光変調器Xでは、筐体2の高さを小さくすることが難しく、中継基板Bに設けられたリードピンやビアVから鉛直上方又は鉛直下方に放出されるRF信号の放射成分を遮蔽する何らかの方法が求められていた。光変調器1は、シールド3-1とシールド3-2によって中継基板Bに設けられたリードピンやビアVから鉛直上方又は鉛直下方に放出されるRF信号の放射成分を遮蔽し、光変調器Xに比べてより確実に透過特性の劣化を抑制することができる。

[0056] 以上、この発明の実施形態を、図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない限り、変更、置換、削除等されてもよい。

符号の説明

[0057] 1 光変調器、2 筐体、3、3-1、3-2 シールド、4 光スイッチ

請求の範囲

- [請求項1] 中継基板と、
前記中継基板の平面上に設けられ、外部から入力される電気信号を前記平面に沿って伝送する第1伝送路と、
前記中継基板に設けられ、前記平面とは異なる方向に前記電気信号を伝送する第2伝送路と、
前記第1伝送路及び前記第2伝送路により伝送された前記電気信号により光信号を変調する変調部と、
前記第1伝送路と前記第2伝送路の接合部分から放出される前記電気信号の放射成分を遮蔽するシールドと、
を備える光変調器。
- [請求項2] 請求項1に記載の光変調器であって、
前記中継基板と、前記変調部とが設置される筐体を備え、
前記シールドは、前記筐体とは別体の部材であり、前記筐体に電気的に接続される、
光変調器。
- [請求項3] 請求項1又は2に記載の光変調器であって、
前記中継基板とは、複数の層が積層された多層基板である、
光変調器。
- [請求項4] 請求項1から3のうちいずれか一項に記載の光変調器であって、
前記シールドとは、少なくとも前記接合部分の前記放射成分の放射側を覆う板状の物体又は前記放射側に架けられるワイヤボンドである、
光変調器。
- [請求項5] 中継基板と、
前記中継基板の平面上に設けられ、外部から入力される電気信号を前記平面に沿って伝送する第1伝送路と、
前記中継基板に設けられ、前記平面とは異なる方向に前記電気信号

を伝送する第 2 伝送路と、

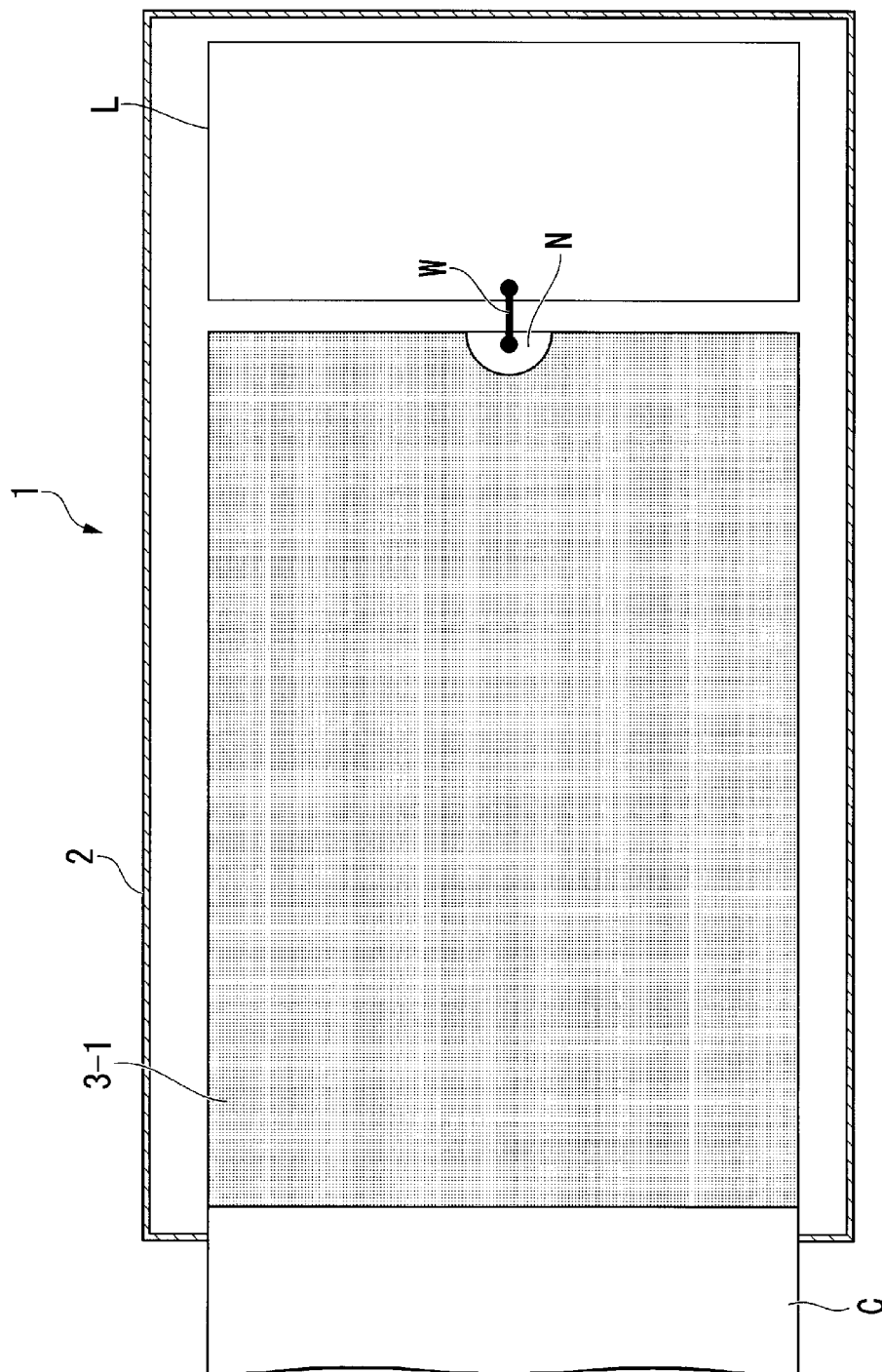
前記第 1 伝送路及び前記第 2 伝送路により伝送された前記電気信号により光信号を変調する変調部と、

前記第 1 伝送路と前記第 2 伝送路の接合部分から放出される前記電気信号の放射成分を遮蔽するシールドと、

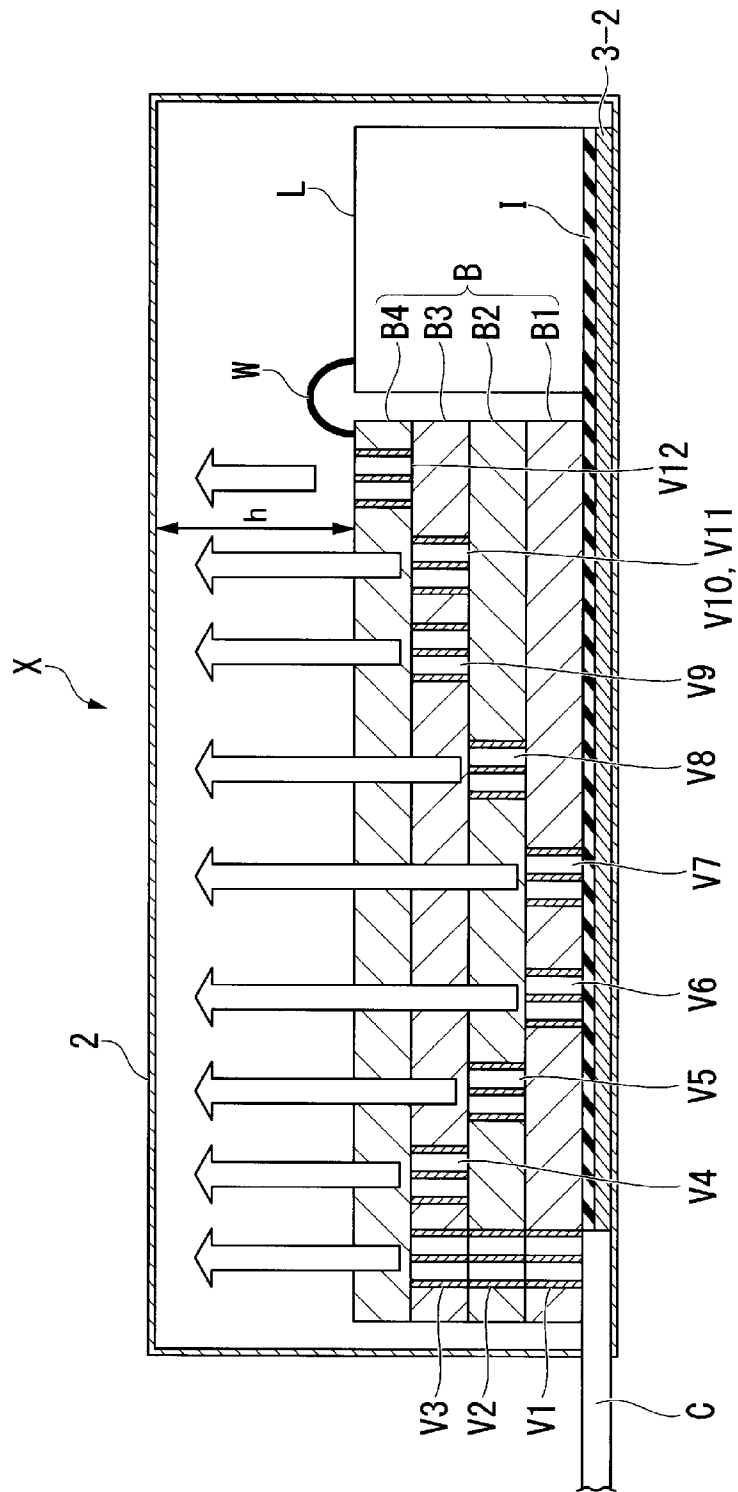
前記光信号の出力を切り替えるスイッチと、

を備える光スイッチ。

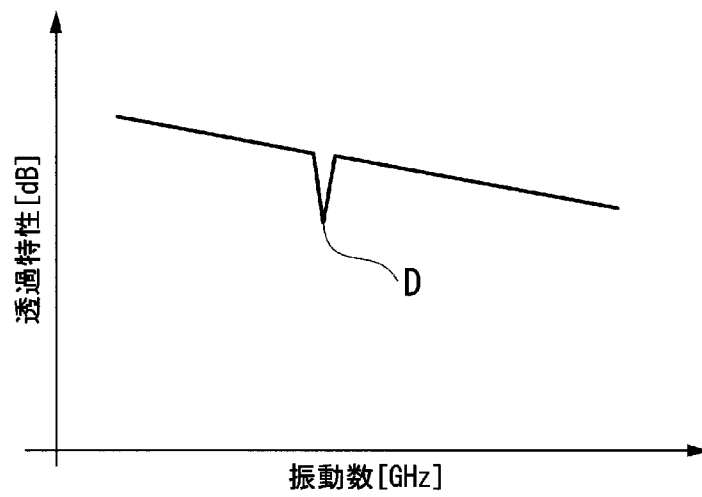
[図3]



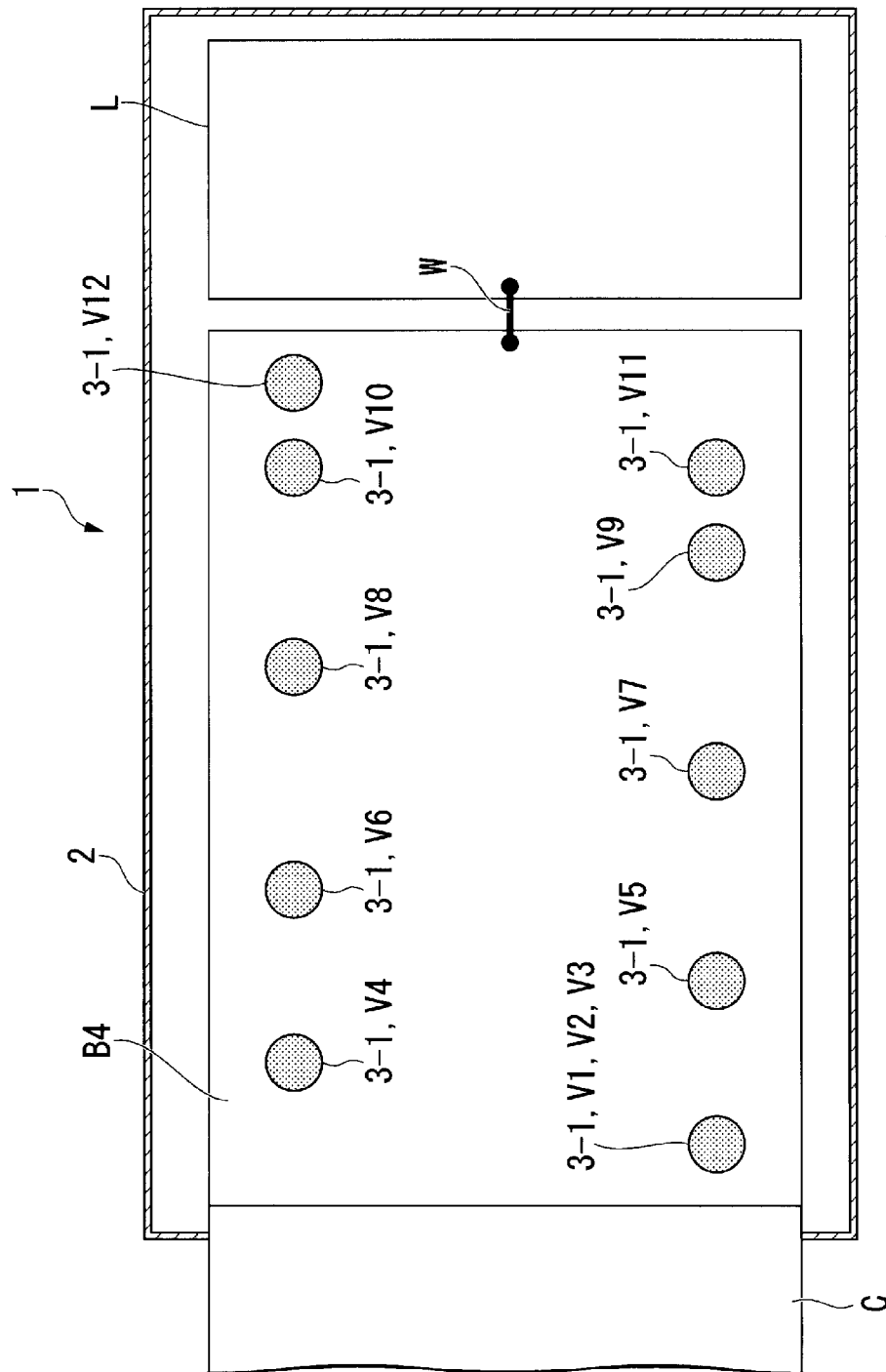
[図4]



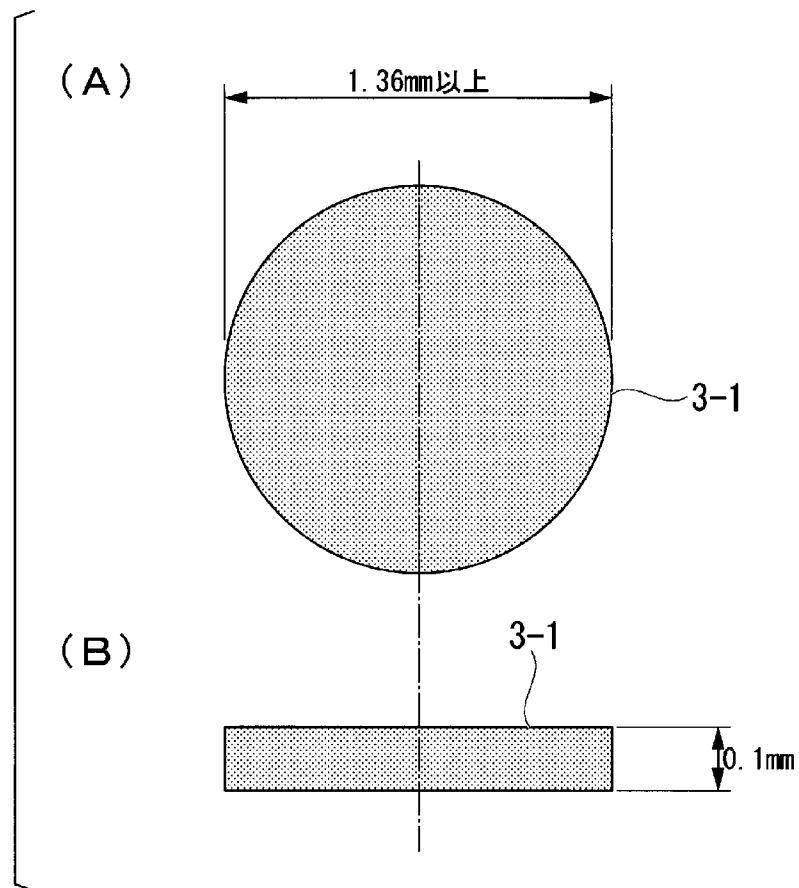
[図5]



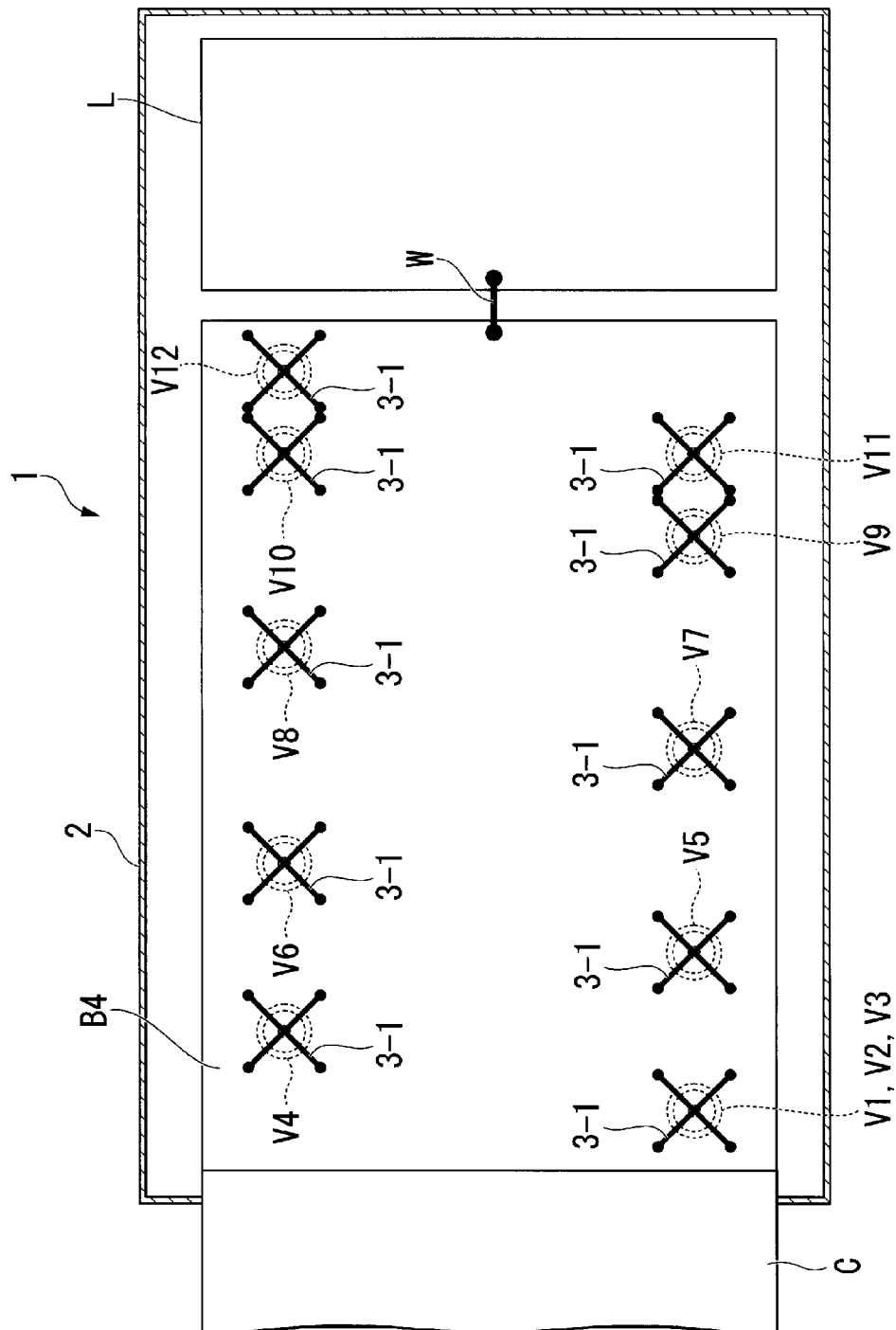
[図6]



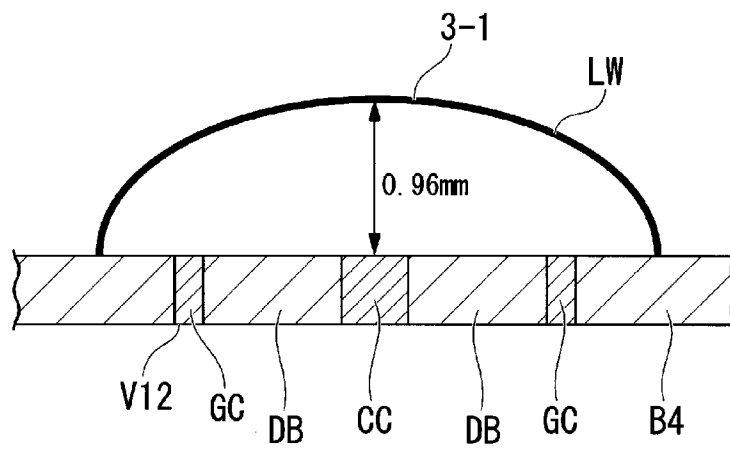
[図7]



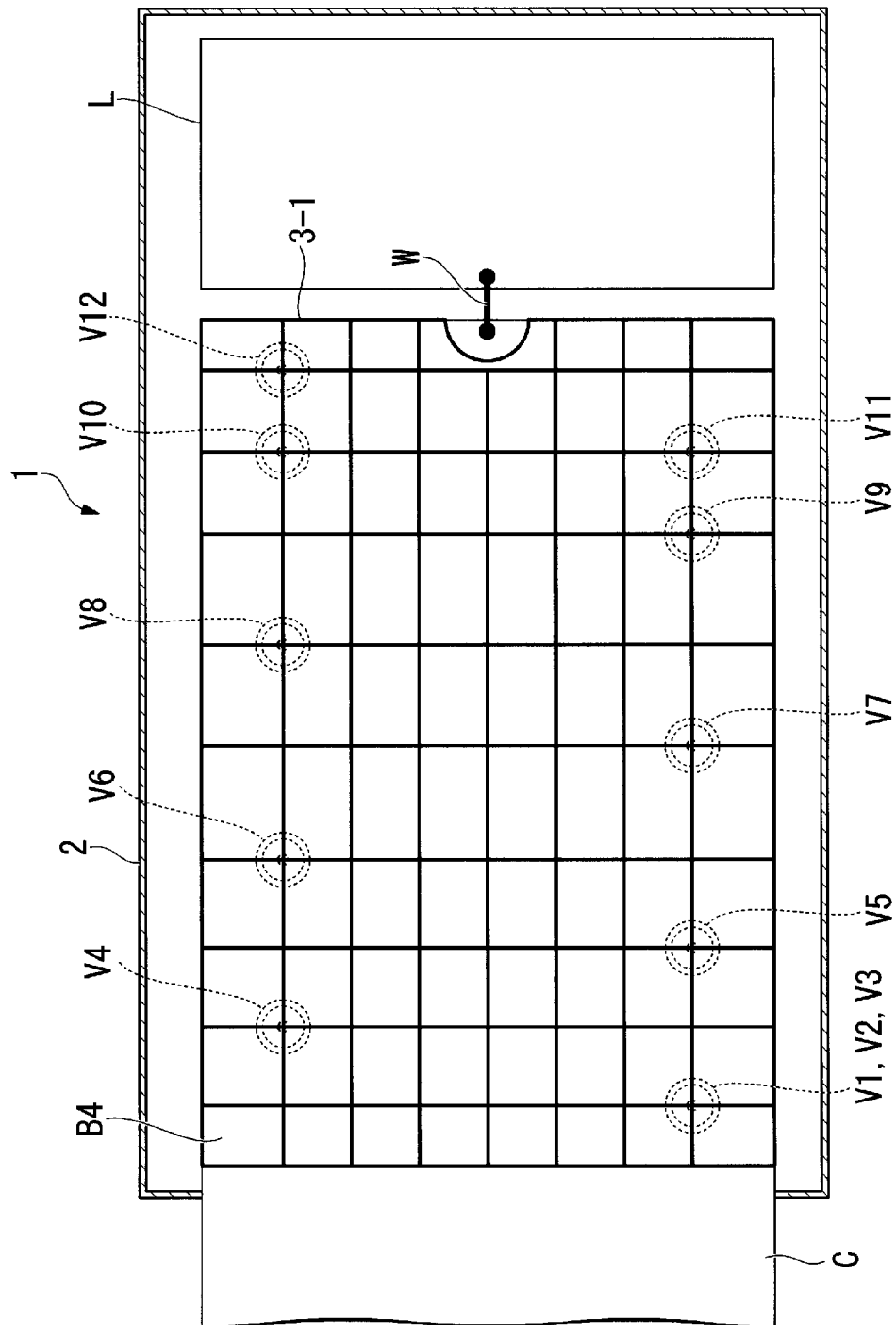
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/074674

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/03(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, 1/21-7/00, H01P3/00-5/22, H05K9/00

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 1996-2015

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015

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.
Y	JP 2011-13646 A (Anritsu Corp.), 20 January 2011 (20.01.2011), paragraphs [0024] to [0039]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-5
Y	JP 7-221512 A (Sony Corp.), 18 August 1995 (18.08.1995), paragraphs [0019] to [0022]; fig. 4 (Family: none)	1-5
Y	JP 9-93223 A (Canon Inc.), 04 April 1997 (04.04.1997), fig. 5 (Family: none)	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
29 October 2015 (29.10.15)

Date of mailing of the international search report
10 November 2015 (10.11.15)

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/JP2015/074674

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-308437 A (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 04 November 1994 (04.11.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02F1/03(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（I P C））

Int.Cl. G02F1/00-1/125, 1/21-7/00, H01P3/00-5/22, H05K9/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
Y	JP 2011-13646 A（アンリツ株式会社） 2011.01.20, 段落【0024】 - 【0039】, 図1-図4（ファミリーなし）	1-5
Y	JP 7-221512 A（ソニー株式会社） 1995.08.18, 段落【0019】 - 【0022】, 図4（ファミリーなし）	1-5
Y	JP 9-93223 A（キヤノン株式会社） 1997.04.04, 図5（ファミリーなし）	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

2 9 . 1 0 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

1 0 . 1 1 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / 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）

廣崎 拓登

2 X

5 2 6 3

電話番号 03-3581-1101 内線 3294

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
A	JP 6-308437 A (日本電信電話株式会社) 1994.11.04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5