

(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
2015年8月6日(06.08.2015)



(10) 国際公開番号

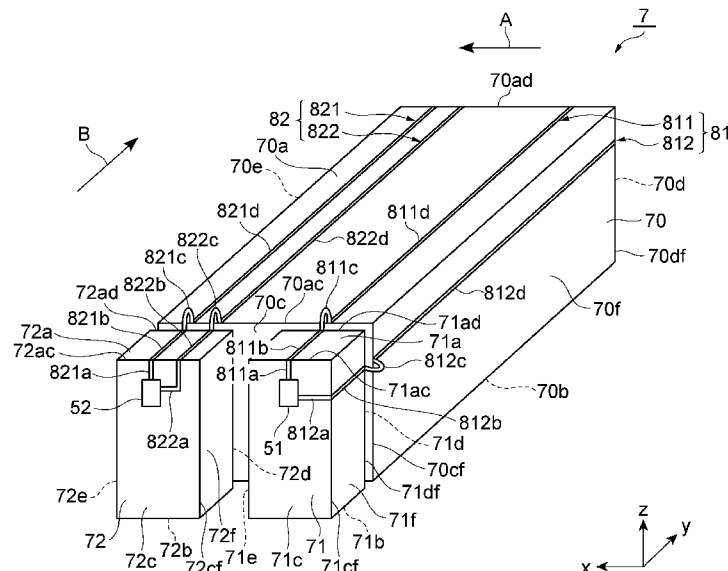
WO 2015/115382 A1

- (51) 国際特許分類: *G02F 1/03* (2006.01) *H01L 31/02* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/052069
- (22) 国際出願日: 2015年1月26日(26.01.2015)
- (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 2014-016981 2014年1月31日(31.01.2014) 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28 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 細川 洋一(HOSOKAWA Youichi); 〒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). 宮崎 徳一(MIYAZAKI Norikazu); 〒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). 及川 哲(OIKAWA Satoshi); 〒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: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 MY PLAZA (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 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,

[続葉有]

(54) Title: LIGHT DEVICE

(54) 発明の名称: 光デバイス



(57) Abstract: This light device is provided with: a photoelement that outputs first output light and second output light; a first light-receiving unit that converts the first output light into a first electrical signal; a second light-receiving unit that converts the second output light into a second electrical signal; a base having a plurality of surfaces; a first electrode that is provided on the base and is connected to the first light-receiving unit; and a second electrode that is provided on the base and is connected to the second light-receiving unit. A part of the first electrode is arranged on a surface that is different from the surface on which the second electrode is arranged.

(57) 要約: 光デバイスは、第1出力光及び第2出力光を出力する光素子と、第1出力光を第1電気信号に変換する第1受光部と、第2出力光を第2電気信号に変換する第2受光部と、複数の面を有する基体と、基体上に設けられ、第1受光部に接続された第1電極と、基体上に設けられ、第2受光部に接続された第2電極と、を備え、第1電極の一部は、第2電極が配置される面とは異なる面に配置される。

WO 2015/115382 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

明 細 書

発明の名称：光デバイス

技術分野

[0001] 本発明は、光デバイスに関する。

背景技術

[0002] 光変調器などの光デバイスにおいては、光デバイスの動作状態を監視するため、信号光の一部を分岐してモニタする構成、及び、マッハツェンダー干渉計などの光の合波部において発生する放射光をモニタする構成が用いられている。例えば、特許文献1の図2及び図4には、複数のマッハツェンダー干渉計の光合波部において発生する放射光をモニタする構成が開示されている。PD (Photo Diode) などの受光素子で受光された各放射光は電気信号に変換され、変換された電気信号は配線基板上に設けられた電気配線を介して、光デバイスに取り付けられた出力ピンなどから出力される。そして出力された電気信号は光変調器部の動作点などをフィードバック制御するためのモニタ信号などとして用いられる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-117605号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 近年では、40Gbps及び100Gbpsといった大容量通信に対応するため、多値変調方式及び偏波多重方式合成型などに対応した集積型の光変調器が主流となってきている。これらの光変調器は、1つの変調器内に複数の変調部を有している。例えば、DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying：差動4値位相変調) 方式の光変調器は2つの変調部を有している。異なる2つのQPSK信号を偏波合成するDP-QPSK (Dual Polarization-Quadrature Phase Shift Keying：偏波多重4値位相変

調)方式の光変調器は、2つのメインマッハツェンダ導波路の各々に2個のサブマッハツェンダ導波路が配置された構造であり、計4つの変調部を有している。

[0005] 変調部の個数の増加に伴い信号光または放射光をモニタするための受光素子の数も増加するので、受光素子の設置面積が増加していた。また受光素子から出力された電気信号を出力ピンまで取り回すための電気配線も増加するので、電気配線が設けられた配線基板の設置面積も増加し、光デバイスが大型化していた。さらに、最近では信号光の一部を分岐してモニタする方法の一つとして、信号光スペクトルの一部の周波数(0.1GHzから数GHz)をモニタすることも行われており、モニタ信号は高周波数化している。またディザ信号を信号光に重畳してモニタするモニタ方法においてもディザ信号が高周波数化されてきている。

[0006] しかし、その一方で、光変調器の小型化が要請されている。このため、配線基板の設置面積を大きくすることができないので、信号電極間の距離を十分に確保することができない場合がある。このように、受光素子の数が増加した結果、複数の信号電極を備える配線基板では、信号電極間の距離を十分に確保できない場合、信号電極間においてクロストークが生じるおそれがある。

[0007] 本発明は、配線基板の設置面積の増加を抑制するとともに、電極間のクロストークを低減可能な構造を有する光デバイスを提供する。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一側面に係る光デバイスは、第1出力光及び第2出力光を出力する光素子と、第1出力光を第1電気信号に変換する第1受光部と、第2出力光を第2電気信号に変換する第2受光部と、複数の面を有する基体と、基体上に設けられ、第1受光部に接続された第1電極と、基体上に設けられ、第2受光部に接続された第2電極と、を備える。第1電極の一部は、第2電極が配置される面とは異なる面に配置される。

[0009] この光デバイスによれば、第1受光部に接続された第1電極の一部は、基

体の面のうち、第2受光部に接続された第2電極が配置される面とは異なる面に配置される。このため、第1電極及び第2電極が基体の同一面に配置される場合と比較して、基体を大きくすることなく第1電極及び第2電極の距離を大きくすることができる。その結果、基体の設置面積の増加を抑制するとともに、第1電極及び第2電極の間のクロストークを低減することが可能となる。ここで、第1出力光及び第2出力光は、例えば光変調素子の変調光、放射光及びモニタ光のいずれも含み得る。

[0010] 本発明の他の側面に係る光デバイスは、第1電極を含み、各々が第1受光部に接続された第1電極群と、第2電極を含み、各々が第2受光部に接続された第2電極群と、をさらに備えてもよい。第1電極群の一部は、第2電極群が配置される面とは異なる面に配置されてもよい。この場合、第1受光部に接続された第1電極群の一部は、基体の面のうち、第2受光部に接続された第2電極群が配置される面とは異なる面に配置される。このため、第1電極群及び第2電極群が基体の同一面に配置される場合と比較して、基体を大きくすることなく第1電極群及び第2電極群の距離を大きくすることができる。その結果、基体の設置面積の増加を抑制するとともに、第1電極群及び第2電極群の間のクロストークを低減することが可能となる。

[0011] 本発明のさらに他の側面に係る光デバイスは、第3出力光を第3電気信号に変換する第3受光部と、各々が第3受光部に接続された第3電極群と、をさらに備えてもよい。光素子は、第3出力光をさらに出力し、第1電極群の一部と、第2電極群の一部と、第3電極群の一部とは互いに異なる面に配置されてもよい。この場合、第1受光部に接続された第1電極群の一部と、第2受光部に接続された第2電極群の一部と、第3受光部に接続された第3電極群の一部とが、基体の複数の面のうち互いに異なる面に配置される。このため、第1電極群、第2電極群及び第3電極群が基体の同一面に配置される場合と比較して、基体を大きくすることなく第1電極群、第2電極群及び第3電極群の互いの距離を大きくすることができる。その結果、基体の設置面積の増加を抑制するとともに、第1電極群、第2電極群及び第3電極群の間

のクロストークを低減することが可能となる。

[0012] 本発明のさらに他の側面に係る光デバイスにおいては、第1電極群は第3電極をさらに含み、第1電極の一部と第3電極の一部とは、互いに並行に配置されてもよい。ここで、「並行」とは、一方の電極に沿って他方の電極が配置された状態であって、平行な状態及び本発明の特徴を逸脱しない範囲において平行でない状態を含む。この場合、受光素子の電極配線を並行化することで、不要な電界放射及び電極間の信号の結合を抑制することができる。このため、第1電極及び第3電極を伝搬する電気信号の高周波特性の劣化を低減することができる。

[0013] 本発明のさらに他の側面に係る光デバイスにおいては、第1受光部及び第2受光部は、基体の複数の面のうち同じ面に設けられてもよい。この場合、光素子から出力される第1出力光及び第2出力光を受光するための光学的なアライメントを容易化することができる。

[0014] 本発明のさらに他の側面に係る光デバイスは、第1電極と第2電極との間に設けられた接地電極をさらに備えてもよい。この場合、第1電極と第2電極との間に接地電極が配置されることにより、一方の電極から他方の電極に向かう電気力線の一部を接地電極に向かわせることができる。これにより、それぞれ隣り合う電極間の電磁界の重なりが小さくなり、第1電極及び第2電極の間のクロストークをさらに低減することが可能となる。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、配線基板の設置面積の増加を抑制するとともに、電極間のクロストークを低減できる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]第1実施形態に係る光デバイスの構成を概略的に示す平面図である。

[図2]図1の光デバイスの一部を概略的に示す拡大平面図である。

[図3]図1のモニタ部の一構成例を概略的に示す斜視図である。

[図4]図1のモニタ部の他の構成例を概略的に示す斜視図である。

[図5]図1のモニタ部のさらに他の構成例を概略的に示す斜視図である。

[図6]図1のモニタ部のさらに他の構成例を概略的に示す斜視図である。

[図7]図1のモニタ部のさらに他の構成例を概略的に示す斜視図である。

[図8]図1のモニタ部のさらに他の構成例を概略的に示す斜視図である。

[図9]第2実施形態に係る光デバイスの一部を概略的に示す拡大平面図である。

[図10]第3実施形態に係る光デバイスの一部を概略的に示す拡大平面図である。

[図11]図10の光デバイスの側面図である。

[図12]図10のモニタ部の一構成例を概略的に示す斜視図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、添付図面を参照して本発明の実施形態を詳細に説明する。

[0018] (第1実施形態)

図1は、第1実施形態に係る光デバイスの構成を概略的に示す平面図である。図2は、図1の光デバイスの一部を概略的に示す拡大平面図である。図1及び図2に示されるように、光デバイス1は、光ファイバF1によって導入された入力光を変調して、光ファイバF2に変調光を出力する光変調器である。光デバイス1は、光入力部2と、中継部3と、光変調素子4（光素子）と、終端部5と、光出力部6と、モニタ部7と、筐体10と、を備え得る。

[0019] 筐体10は、一方向（以下、「方向A」という。）に延びる箱型の部材であって、例えばステンレス鋼から構成されている。筐体10は、方向Aにおける両端面である一端面10a及び他端面10bを有する。一端面10aには光ファイバF1を挿入するための開口が設けられている。他端面10bには光ファイバF2を挿入するための開口が設けられている。筐体10は、底部と蓋部とからなり、例えば、光入力部2、中継部3、光変調素子4、終端部5、光出力部6及びモニタ部7を収容する。ここで、方向Aは、直交座標系のx軸の方向に向き、方向Aと直交する方向Bは、直交座標系のy軸の方向に向く。以下の説明において、光デバイス1の上下、前後、左右とは、筐

体 10 の蓋部側を上、筐体 10 の底部側を下、光ファイバ F 1 が配置されている側を前、光ファイバ F 2 が配置されている側を後としたときの方位を意味するものとする。

[0020] 光入力部 2 は、光ファイバ F 1 によって導入される入力光を光変調素子 4 に供給する。光入力部 2 は、光ファイバ F 1 と光変調素子 4 との接続を補助するための補助部材を備えてもよい。

[0021] 中継部 3 は、外部から供給される電気信号である変調信号を中継して光変調素子 4 に出力する。中継部 3 は、例えば筐体 10 の側面 10 c に設けられた変調信号入力用のコネクタを介して変調信号を入力し、光変調素子 4 に変調信号を出力する。

[0022] 光変調素子 4 は、中継部 3 から出力される変調信号に応じて、光入力部 2 から供給される入力光を変調光に変換する素子である。光変調素子 4 は、基板 4 1 と、信号電極 4 3 と、を備え得る。基板 4 1 は、例えばニオブ酸リチウム (LiNbO_3 、以下「LN」という。) などの電気光学効果を奏する誘電体材料から構成されている。基板 4 1 は方向 A に延びており、方向 A における両端部である一端部 4 1 a 及び他端部 4 1 b を有する。

[0023] 基板 4 1 は、光導波路 4 2 を有している。光導波路 4 2 は、例えばマッハツェンダ (Mach-Zehnder) 型の光導波路であって、光変調素子 4 の変調方式に応じた構造を有する。この例では、光変調素子 4 の変調方式は、DP-BPSK (Dual Polarization-Binary Phase Shift Keying) 方式である。この場合、光導波路 4 2 は、2 つの導波路 4 2 b, 4 2 c 上に、マッハツェンダ部 4 2 1 及びマッハツェンダ部 4 2 2 が設けられた構造を有する。すなわち、入力導波路 4 2 a は基板 4 1 の一端部 4 1 a から方向 A に延び、分岐されてマッハツェンダ部 4 2 1 の入力端及びマッハツェンダ部 4 2 2 の入力端にそれぞれ接続されている。出力導波路 4 2 d では、マッハツェンダ部 4 2 1 の出力端から延びる導波路 4 2 b 及びマッハツェンダ部 4 2 2 の出力端から延びる導波路 4 2 c が合流して他端部 4 1 b まで方向 A に延びている。

[0024] 信号電極 4 3 は、変調信号に応じた電界を光導波路 4 2 に印加するための

部材であって、基板 4 1 上に設けられている。信号電極 4 3 の配置及び数は、基板 4 1 の結晶軸の向き及び光変調素子 4 の変調方式に応じて決定される。各信号電極 4 3 は、中継部 3 から出力される変調信号をそれぞれ伝送する。

[0025] 基板 4 1 は、さらに放射光導波路 4 4 を有している。放射光導波路 4 4 は、放射光のための光導波路であって、放射光導波路 4 4 1 及び放射光導波路 4 4 2 を含む。放射光導波路 4 4 1 は、マッハツェンダ部 4 2 1 の出力端から他端部 4 1 b まで延びている。放射光導波路 4 4 1 は、マッハツェンダ部 4 2 1 の出力端から漏れ出る放射光 R 1（第 1 出力光）を導光し、光変調素子 4 の他端部 4 1 b から方向 A に放出する。放射光導波路 4 4 2 は、マッハツェンダ部 4 2 2 の出力端から他端部 4 1 b まで延びている。放射光導波路 4 4 2 は、マッハツェンダ部 4 2 2 の出力端から漏れ出る放射光 R 2（第 2 出力光）を導光し、光変調素子 4 の他端部 4 1 b から方向 A に放出する。放射光導波路 4 4 1 及び放射光導波路 4 4 2 は、導波路 4 2 b 及び導波路 4 2 c を挟むように設けられている。

[0026] 光変調素子 4 は、さらに偏波回転部 4 6 を備え得る。偏波回転部 4 6 は、偏波を 90 度回転させる素子であって、例えば $1/2$ 波長板等である。偏波回転部 4 6 は、マッハツェンダ部 4 2 2 の出力端から延びる導波路 4 2 c 上に設けられている。

[0027] 光変調素子 4 では、光入力部 2 から光変調素子 4 に入力される入力光は、入力導波路 4 2 a によってマッハツェンダ部 4 2 1 及びマッハツェンダ部 4 2 2 に分岐して入力される。分岐された入力光は、マッハツェンダ部 4 2 1 及びマッハツェンダ部 4 2 2 においてそれぞれ変調される。マッハツェンダ部 4 2 1 において変調された変調光は、導波路 4 2 b を伝搬する。マッハツェンダ部 4 2 2 において変調された変調光は、導波路 4 2 c を伝搬し偏波回転部 4 6 によって偏波を 90 度回転される。そして、導波路 4 2 b を伝搬する変調光及び導波路 4 2 c を伝搬する変調光は、出力導波路 4 2 d において合波されて光変調素子 4 から出力される。

[0028] 終端部 5 は、変調信号の電氣的終端である。終端部 5 は、光変調素子 4 の信号電極 4 3 の各々に対応した抵抗器を備え得る。各抵抗器の一端は光変調素子 4 の信号電極 4 3 に電氣的に接続され、各抵抗器の他端は接地電位に接続されている。各抵抗器の抵抗値は、信号電極 4 3 の特性インピーダンスと略等しく、例えば 50 Ω 程度である。

[0029] 光出力部 6 は、光変調素子 4 から出力される変調光を光ファイバ F 2 に出力する。光出力部 6 は、補助部材 6 1 を備えている。補助部材 6 1 は、光変調素子 4 と光ファイバ F 2 との接続を補助するための部材であって、例えばガラス製のキャピラリである。補助部材 6 1 は、光変調素子 4 の光導波路 4 2 と光ファイバ F 2 とを光結合するように光ファイバ F 2 を保持している。光ファイバ F 2 は、光導波路 4 2 の出力導波路 4 2 d に光結合するように光変調素子 4 の他端部 4 1 b に接合されている。補助部材 6 1 は、接合面 6 1 a 及び反射面 6 1 b を有している。接合面 6 1 a は基板 4 1 の他端部 4 1 b に接合されている。反射面 6 1 b は、方向 A に対して例えば 45° 程度傾斜しており、光変調素子 4 から出力される放射光 R 1 及び放射光 R 2 を方向 B に反射する。

[0030] モニタ部 7 は、光変調素子 4 から出力される放射光 R 1 及び放射光 R 2 の光強度をモニタする。モニタ部 7 は、放射光 R 1 及び放射光 R 2 を受光し、放射光 R 1 及び放射光 R 2 の光強度に応じた電気信号を外部回路であるバイアス制御部（不図示）に出力する。なお、モニタ部 7 は、変調光の分岐光の光強度をモニタしてもよい。このモニタ部 7 は、配線デバイスとして提供され得る。

[0031] 図 3 は、モニタ部 7 の一構成例を概略的に示す斜視図である。図 3 に示されるように、モニタ部 7 は、配線デバイスであって、基体 7 0 と、サブ基体 7 1 と、サブ基体 7 2 と、受光素子 5 1（第 1 受光部）と、受光素子 5 2（第 2 受光部）と、電極群 8 1（第 1 電極群）と、電極群 8 2（第 2 電極群）と、を備えている。なお、ここでは、モニタ部 7 が 2 つのサブ基体 7 1, 7 2 を備える構成例で説明するが、これに限られない。モニタ部 7 は、1 つの

サブ基体を備えてもよく、3つ以上のサブ基体を備えてもよい。また、1つのサブ基体に複数の受光素子が設けられてもよい。

[0032] 基体70は、多面体であって、例えば方向Bに延びる四角柱状の形状を呈している。基体70は、例えばアルミナ (Al_2O_3) 等のセラミックから構成されている。基体70の高さは、例えば1mm～5mm程度であり、基体70の方向Aに沿っての長さ(幅)は、例えば1mm～5mm程度であり、基体70の方向Bに沿っての長さは、例えば1mm～20mm程度である。

[0033] 基体70は、上面70a、下面70b、側面70c、側面70d、側面70e及び側面70fを有している。上面70a及び下面70b、側面70c及び側面70d、側面70e及び側面70fは、それぞれ互いに対向し、並行に配置されている。上面70a、下面70bは、例えば矩形状を呈し、側面70c、側面70d、側面70e及び側面70fの各々と互いに隣り合う面である。側面70c、側面70f、側面70d及び側面70eは、例えば矩形状を呈し、上面70aの周縁及び下面70bの周縁に沿ってその順に配置されている。基体70は、下面70bが筐体10の底部と対向し、側面70dが筐体10の側面10c側に位置するように、筐体10に設置される。

[0034] サブ基体71は、例えば四角柱状の形状を呈している。サブ基体71は、例えばアルミナ (Al_2O_3) 等のセラミックから構成されている。サブ基体71の高さは、例えば1mm～5mm程度であり、サブ基体71の方向Aに沿っての長さ(幅)は、例えば1mm～5mm程度であり、サブ基体71の方向Bに沿っての長さは、例えば1mm～5mm程度である。

[0035] サブ基体71は、上面71a、下面71b、側面71c、側面71d、側面71e及び側面71fを有している。上面71a及び下面71b、側面71c及び側面71d、側面71e及び側面71fは、それぞれ互いに対向し、並行に配置されている。上面71a及び下面71bは、例えば矩形状を呈し、側面71c、側面71d、側面71e及び側面71fの各々と互いに隣り合う面である。側面71c、側面71f、側面71d及び側面71eは、例えば矩形状を呈し、上面71aの周縁及び下面71bの周縁に沿ってその

順に配置されている。サブ基体 7 1 は、下面 7 1 b が筐体 1 0 の底部と対向し、側面 7 1 d が基体 7 0 の側面 7 0 c に対向するように、筐体 1 0 に設置される。

[0036] サブ基体 7 2 は、例えば四角柱状の形状を呈している。サブ基体 7 2 は、例えばアルミナ (Al_2O_3) 等のセラミックから構成されている。サブ基体 7 2 の高さは、例えば 1 mm ~ 5 mm 程度であり、サブ基体 7 2 の方向 A に沿っての長さ (幅) は、例えば 1 mm ~ 5 mm 程度であり、サブ基体 7 2 の方向 B に沿っての長さは、例えば 1 mm ~ 5 mm 程度である。

[0037] サブ基体 7 2 は、上面 7 2 a、下面 7 2 b、側面 7 2 c、側面 7 2 d、側面 7 2 e 及び側面 7 2 f を有している。上面 7 2 a 及び下面 7 2 b、側面 7 2 c 及び側面 7 2 d、側面 7 2 e 及び側面 7 2 f は、それぞれ互いに対向し、並行に配置されている。上面 7 2 a 及び下面 7 2 b は、例えば矩形状を呈し、側面 7 2 c、側面 7 2 d、側面 7 2 e 及び側面 7 2 f の各々と互いに隣り合う面である。側面 7 2 c、側面 7 2 f、側面 7 2 d 及び側面 7 2 e は、例えば矩形状を呈し、上面 7 2 a の周縁及び下面 7 2 b の周縁に沿ってその順に配置されている。サブ基体 7 2 は、下面 7 2 b が筐体 1 0 の底部と対向し、側面 7 2 d が基体 7 0 の側面 7 0 c に対向し、側面 7 2 f がサブ基体 7 1 の側面 7 1 e と対向するように、筐体 1 0 に設置される。サブ基体 7 1 及びサブ基体 7 2 は、方向 A に沿って順に配列されている。

[0038] 受光素子 5 1 は、光信号を電気信号に変換するための素子であって、例えばフォトダイオードである。受光素子 5 1 は、サブ基体 7 1 の側面 7 1 c に設けられている。受光素子 5 1 は、側面 7 1 c において、光変調素子 4 から出力される放射光 R 1 を受光可能な位置に配置される。受光素子 5 1 は、放射光 R 1 を受光し、受光した放射光 R 1 の強度に応じた電気信号 E 1 (第 1 電気信号) を受光素子 5 1 のアノード端子から出力する。受光素子 5 1 のアノード端子は、例えば側面 7 1 c と側面 7 1 f との境界である辺 7 1 c f に向かって設けられている。受光素子 5 1 のカソード端子は、例えば上面 7 1 a と側面 7 1 c との境界である辺 7 1 a c に向かって設けられている。

[0039] 受光素子 5 2 は、光信号を電気信号に変換するための素子であって、例えばフォトダイオードである。受光素子 5 2 は、サブ基体 7 2 の側面 7 2 c に設けられている。受光素子 5 2 は、側面 7 2 c において、光変調素子 4 から出力される放射光 R 2 を受光可能な位置に配置される。受光素子 5 2 は、放射光 R 2 を受光し、受光した放射光 R 2 の強度に応じた電気信号 E 2（第 2 電気信号）を受光素子 5 2 のアノード端子から出力する。受光素子 5 2 のアノード端子は、例えば上面 7 2 a と側面 7 2 c との境界である辺 7 2 a c に向かって設けられている。受光素子 5 2 のカソード端子は、例えば側面 7 2 c と側面 7 2 f との境界である辺 7 2 c f に向かって設けられている。

[0040] 電極群 8 1 は、各々が受光素子 5 1 に接続されている複数の電極の組である。電極群 8 1 は、電極 8 1 1（第 3 電極）と電極 8 1 2（第 1 電極）とを備えている。電極 8 1 1 は、一端が受光素子 5 1 のカソード端子に接続された電極である。電極 8 1 1 は、例えば金（Au）、銀（Ag）、銅（Cu）等の金属材料から構成されている。電極 8 1 1 の幅は、例えば 0.05 mm ～ 0.5 mm 程度である。電極 8 1 1 は、サブ基体 7 1 の側面 7 1 c、サブ基体 7 1 の上面 7 1 a、基体 7 0 の上面 7 0 a に亘って配置されており、第 1 部分 8 1 1 a と、第 2 部分 8 1 1 b と、第 3 部分 8 1 1 c と、第 4 部分 8 1 1 d と、を有している。

[0041] 第 1 部分 8 1 1 a は、サブ基体 7 1 の側面 7 1 c に設けられ、受光素子 5 1 のカソード端子から辺 7 1 a c まで延びている。第 1 部分 8 1 1 a の一端は、受光素子 5 1 のカソード端子に接続されている。第 2 部分 8 1 1 b は、サブ基体 7 1 の上面 7 1 a に設けられ、辺 7 1 a c から上面 7 1 a と側面 7 1 d との境界である辺 7 1 a d まで延びている。第 2 部分 8 1 1 b の一端は、辺 7 1 a c において第 1 部分 8 1 1 a の他端に接続されている。第 3 部分 8 1 1 c は、第 2 部分 8 1 1 b の他端と第 4 部分 8 1 1 d の一端とを接続する部分であって、例えばワイヤである。第 4 部分 8 1 1 d は、基体 7 0 の上面 7 0 a に設けられ、上面 7 0 a と側面 7 0 c との境界である辺 7 0 a c から上面 7 0 a と側面 7 0 d との境界である辺 7 0 a d まで延びている。第 4

部分 8 1 1 d の他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。このように構成された電極 8 1 1 は、外部回路から供給される一定の電圧を受光素子 5 1 のカソード端子に供給する。

[0042] 電極 8 1 2 は、一端が受光素子 5 1 のアノード端子に接続された電極である。電極 8 1 2 は、例えば金 (A u)、銀 (A g)、銅 (C u) 等の金属材料から構成されている。電極 8 1 2 の幅は、例えば 0. 0 5 m m ~ 0. 5 m m 程度である。電極 8 1 2 は、サブ基体 7 1 の側面 7 1 c、サブ基体 7 1 の側面 7 1 f、基体 7 0 の側面 7 0 f に亘って配置されており、第 1 部分 8 1 2 a と、第 2 部分 8 1 2 b と、第 3 部分 8 1 2 c と、第 4 部分 8 1 2 d と、を有している。

[0043] 第 1 部分 8 1 2 a は、サブ基体 7 1 の側面 7 1 c に設けられ、受光素子 5 1 のアノード端子から辺 7 1 c f まで延びている。第 1 部分 8 1 2 a の一端は、受光素子 5 1 のアノード端子に接続されている。第 2 部分 8 1 2 b は、サブ基体 7 1 の側面 7 1 f に設けられ、辺 7 1 c f から側面 7 1 d と側面 7 1 f との境界である辺 7 1 d f まで延びている。第 2 部分 8 1 2 b の一端は、辺 7 1 c f において第 1 部分 8 1 2 a の他端に接続されている。第 3 部分 8 1 2 c は、第 2 部分 8 1 2 b の他端と第 4 部分 8 1 2 d の一端とを接続する部分であって、例えばワイヤである。第 4 部分 8 1 2 d は、基体 7 0 の側面 7 0 f に設けられ、側面 7 0 c と側面 7 0 f との境界である辺 7 0 c f から側面 7 0 d と側面 7 0 f との境界である辺 7 0 d f まで延びている。第 4 部分 8 1 2 d の他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。このように構成された電極 8 1 2 は、受光素子 5 1 のアノード端子から出力された電気信号 E 1 を伝送し、ワイヤを介して外部回路に出力する。

[0044] 電極 8 1 1 及び電極 8 1 2 は、互いに並行に配置されている。具体的には、第 2 部分 8 1 1 b 及び第 2 部分 8 1 2 b、並びに、第 4 部分 8 1 1 d 及び第 4 部分 8 1 2 d は、それぞれ互いに並行に延びている。第 2 部分 8 1 1 b と第 2 部分 8 1 2 b との間隔、及び、第 4 部分 8 1 1 d と第 4 部分 8 1 2 d

との間隔は例えば0.15mm～0.5mm程度である。

[0045] 電極群82は、各々が受光素子52に接続されている複数の電極の組である。電極群82は、電極821（第2電極）と電極822とを備えている。電極821は、一端が受光素子52のアノード端子に接続された電極である。電極821は、例えば金（Au）、銀（Ag）、銅（Cu）等の金属材料から構成されている。電極821の幅は、例えば0.05mm～0.5mm程度である。電極821は、サブ基体72の側面72c、サブ基体72の上面72a、基体70の上面70aに亘って配置されており、第1部分821aと、第2部分821bと、第3部分821cと、第4部分821dと、を有している。

[0046] 第1部分821aは、サブ基体72の側面72cに設けられ、受光素子52のアノード端子から辺72acまで延びている。第1部分821aの一端は、受光素子52のアノード端子に接続されている。第2部分821bは、サブ基体72の上面72aに設けられ、辺72acから上面72aと側面72dとの境界である辺72adまで延びている。第2部分821bの一端は、辺72acにおいて第1部分821aの他端に接続されている。第3部分821cは、第2部分821bの他端と第4部分821dの一端とを接続する部分であって、例えばワイヤである。第4部分821dは、基体70の上面70aに設けられ、辺70acから辺70adまで延びている。第4部分821dの他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。このように構成された電極821は、受光素子52のアノード端子から出力された電気信号E2を伝送し、ワイヤを介して外部回路に出力する。

[0047] 電極822は、一端が受光素子52のカソード端子に接続された電極である。電極822は、例えば金（Au）、銀（Ag）、銅（Cu）等の金属材料から構成されている。電極822の幅は、例えば0.05mm～0.5mm程度である。電極822は、サブ基体72の側面72c、サブ基体72の上面72a、基体70の上面70aに亘って配置されており、第1部分822aと、第2部分822bと、第3部分822cと、第4部分822dと、

を有している。

[0048] 第1部分822aは、サブ基体72の側面72cに設けられ、受光素子52のカソード端子から辺72acまでL字状に延びている。第1部分822aの一端は、受光素子52のカソード端子に接続されている。第2部分822bは、サブ基体72の上面72aに設けられ、辺72acから辺72adまで延びている。第2部分822bの一端は、辺72acにおいて第1部分822aの他端に接続されている。第3部分822cは、第2部分822bの他端と第4部分822dの一端とを接続する部分であって、例えばワイヤである。第4部分822dは、基体70の上面70aに設けられ、辺70acから辺70adまで延びている。第4部分822dの他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。このように構成された電極822は、外部回路から供給される一定の電圧を受光素子52のカソード端子に供給する。

[0049] 電極821及び電極822は、互いに並行に配置されている。具体的には、第1部分821a及び第1部分822aの上下方向に延びる部分、第2部分821b及び第2部分822b、並びに、第4部分821d及び第4部分822dは、それぞれ互いに並行に延びている。第2部分821bと第2部分822bとの間隔、及び、第4部分821d及び第4部分822dとの間隔は例えば0.15mm~0.5mm程度である。

[0050] 以上のように構成されたモニタ部7では、サブ基体71に受光素子51が設けられ、サブ基体72に受光素子52が設けられる。このため、受光素子51に接続された電極群81の一部（第1部分811a、第2部分811b、第1部分812a及び第2部分812b）は、受光素子52に接続された電極群82の一部（第1部分821a、第2部分821b、第1部分822a及び第2部分822b）が配置されている基体（サブ基体72）と異なる基体（サブ基体71）に配置されている。その結果、モニタ部7の設置面積を増大することなく、電極群81と電極群82との間のクロストークを低減することが可能となる。

[0051] また、モニタ部 7 では、電極 8 1 1 の第 4 部分 8 1 1 d、電極 8 2 1 の第 4 部分 8 2 1 d 及び電極 8 2 2 の第 4 部分 8 2 2 d は、基体 7 0 の上面 7 0 a に設けられ、電極 8 1 2 の第 4 部分 8 1 2 d は基体 7 0 の側面 7 0 f に設けられている。このように、電極群 8 1 のうちの電極 8 1 2 の第 4 部分 8 1 2 d が他の電極と異なる面に配置されることにより、基体 7 0 を大きくすることなく電極 8 1 2 の第 4 部分 8 1 2 d と電極群 8 2 との距離を大きくすることができる。さらに、電極 8 1 1 の第 4 部分 8 1 1 d は、電極 8 2 1 の第 4 部分 8 2 1 d 及び電極 8 2 2 の第 4 部分 8 2 2 d と同じ上面 7 0 a に配置されているが、電極 8 1 2 の第 4 部分 8 1 2 d が側面 7 0 f に配置されていることにより、電極 8 1 2 の第 4 部分 8 1 2 d が上面 7 0 a に配置される場合と比較して、電極 8 1 1 の第 4 部分 8 1 1 d と電極群 8 2 との距離を大きくすることができる。その結果、モニタ部 7 の設置面積の増加を抑制するとともに、電極群 8 1 と電極群 8 2 との間のクロストークを低減することが可能となる。

[0052] また、モニタ部 7 では、電極 8 1 1 及び電極 8 1 2、並びに、電極 8 2 1 及び電極 8 2 2 は、それぞれ互いに並行に配置されている。この場合、受光素子の電極配線を並行化することで、不要な電界放射及び電極間の信号の結合を抑制することができる。このため、電極 8 1 1、電極 8 1 2、電極 8 2 1 及び電極 8 2 2 を伝搬する電気信号の高周波特性の劣化を低減することができる。

[0053] なお、受光素子 5 1 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とは、互いに入れ替えられてもよい。また、受光素子 5 2 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とは、互いに入れ替えられてもよい。さらに、受光素子 5 1 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とが互いに入れ替えられるとともに、受光素子 5 2 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とが互いに入れ替えられてもよい。これらの場合も同様に、モニタ部 7 の設置面積の増加を抑制するとともに、電極群 8 1 と電極群 8 2 との間のクロストークを低減することが可能となる。また、基体 7 0、サブ基体 7 1 及びサブ基体 7

2は、別々に構成されているが、一体に構成されてもよい。

[0054] 図4は、モニタ部7の他の構成例を概略的に示す斜視図である。図4に示されるように、モニタ部7は、電極群81の配置において、図3のモニタ部7と相違している。図4のモニタ部7では、受光素子51のアノード端子は、例えば下面71bと側面71cとの境界である辺71bcに向かって設けられている。受光素子51のカソード端子は、例えば辺71cfに向かって設けられている。

[0055] 電極811は、サブ基体71の側面71c、サブ基体71の側面71f、基体70の側面70fに亘って配置されており、第1部分811aと、第2部分811bと、第3部分811cと、第4部分811dと、を有している。第1部分811aは、サブ基体71の側面71cに設けられ、受光素子51のカソード端子から辺71cfまで延びている。第1部分811aの一端は、受光素子51のカソード端子に接続されている。第2部分811bは、サブ基体71の側面71fに設けられ、辺71cfから辺71dfまで延びている。第2部分811bの一端は、辺71cfにおいて第1部分811aの他端に接続されている。第3部分811cは、第2部分811bの他端と第4部分811dの一端とを接続する部分であって、例えばワイヤである。第4部分811dは、基体70の側面70fに設けられ、辺70cfから辺70dfまで延びている。第4部分811dの他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。

[0056] 電極812は、サブ基体71の側面71c、サブ基体71の側面71f、基体70の側面70fに亘って配置されており、第1部分812aと、第2部分812bと、第3部分812cと、第4部分812dと、を有している。第1部分812aは、サブ基体71の側面71cに設けられ、受光素子51のアノード端子から辺71cfまでL字状に延びている。第1部分812aの一端は、受光素子51のアノード端子に接続されている。第2部分812bは、サブ基体71の側面71fに設けられ、辺71cfから辺71dfまで延びている。第2部分812bの一端は、辺71cfにおいて第1部分

8 1 2 a の他端に接続されている。第 3 部分 8 1 2 c は、第 2 部分 8 1 2 b の他端と第 4 部分 8 1 2 d の一端とを接続する部分であって、例えばワイヤである。第 4 部分 8 1 2 d は、基体 7 0 の側面 7 0 f に設けられ、辺 7 0 c f から辺 7 0 d f まで延びている。第 4 部分 8 1 2 d の他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。

[0057] 電極 8 1 1 及び電極 8 1 2 は、互いに並行に配置されている。具体的には、第 1 部分 8 1 1 a 及び第 1 部分 8 1 2 a の方向 A に延びる部分、第 2 部分 8 1 1 b 及び第 2 部分 8 1 2 b、第 4 部分 8 1 1 d 及び第 4 部分 8 1 2 d は、それぞれ互いに並行に延びている。第 1 部分 8 1 1 a と第 1 部分 8 1 2 a の方向 A に延びる部分との間隔、第 2 部分 8 1 1 b と第 2 部分 8 1 2 b との間隔、及び、第 4 部分 8 1 1 d と第 4 部分 8 1 2 d との間隔は例えば 0. 1 5 m m ～ 0. 5 m m 程度である。

[0058] 図 4 のモニタ部 7 においても、図 3 のモニタ部 7 と同様の効果が奏される。さらに、図 4 のモニタ部 7 では、電極 8 1 1 の第 4 部分 8 1 1 d 及び電極 8 1 2 の第 4 部分 8 1 2 d は、基体 7 0 の側面 7 0 f に設けられ、電極 8 2 1 の第 4 部分 8 2 1 d 及び電極 8 2 2 の第 4 部分 8 2 2 d は、基体 7 0 の上面 7 0 a に設けられている。このように、電極群 8 1 の一部と電極群 8 2 の一部とが互いに異なる面に配置されることにより、電極群 8 1 と電極群 8 2 とが同一面に配置される場合と比較して、基体 7 0 を大きくすることなく電極群 8 1 と電極群 8 2 との距離を大きくすることができる。その結果、モニタ部 7 の設置面積の増加を抑制するとともに、電極群 8 1 と電極群 8 2 との間のクロストークを低減することが可能となる。

[0059] なお、受光素子 5 1 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とは、互いに入れ替えられてもよい。また、受光素子 5 2 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とは、互いに入れ替えられてもよい。さらに、受光素子 5 1 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とが互いに入れ替えられるとともに、受光素子 5 2 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とが互いに入れ替えられてもよい。これらの場合も同様に、モニタ部 7 の設置面積の

増加を抑制するとともに、電極群 8 1 と電極群 8 2 との間のクロストークを低減することが可能となる。また、基体 7 0、サブ基体 7 1 及びサブ基体 7 2 は、別々に構成されているが、一体に構成されてもよい。

[0060] 図 5 は、モニタ部 7 のさらに他の構成例を概略的に示す斜視図である。図 5 に示されるように、モニタ部 7 は、電極群 8 1 の配置において、図 4 のモニタ部 7 と相違している。

[0061] 図 5 のモニタ部 7 では、電極 8 1 1 は、サブ基体 7 1 の側面 7 1 c、サブ基体 7 1 の側面 7 1 f、基体 7 0 の側面 7 0 f、基体 7 0 の上面 7 0 a に亘って配置されており、第 1 部分 8 1 1 a と、第 2 部分 8 1 1 b と、第 3 部分 8 1 1 c と、第 4 部分 8 1 1 d と、第 5 部分 8 1 1 e と、を有している。第 1 部分 8 1 1 a は、サブ基体 7 1 の側面 7 1 c に設けられ、受光素子 5 1 のカソード端子から辺 7 1 c f まで延びている。第 1 部分 8 1 1 a の一端は、受光素子 5 1 のカソード端子に接続されている。第 2 部分 8 1 1 b は、サブ基体 7 1 の側面 7 1 f に設けられ、辺 7 1 c f から辺 7 1 d f まで延びている。第 2 部分 8 1 1 b の一端は、辺 7 1 c f において第 1 部分 8 1 1 a の他端に接続されている。第 3 部分 8 1 1 c は、第 2 部分 8 1 1 b の他端と第 4 部分 8 1 1 d の一端とを接続する部分であって、例えばワイヤである。第 4 部分 8 1 1 d は、基体 7 0 の側面 7 0 f に設けられ、辺 7 0 c f から上面 7 0 a と側面 7 0 f との境界である辺 7 0 a f まで L 字状に延びている。第 5 部分 8 1 1 e は、基体 7 0 の上面 7 0 a に設けられ、辺 7 0 a f から辺 7 0 a d まで L 字状に延びている。第 5 部分 8 1 1 e の一端は、辺 7 0 a f において第 4 部分 8 1 1 d の他端に接続されている。第 5 部分 8 1 1 e の他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。

[0062] 電極 8 1 2 は、サブ基体 7 1 の側面 7 1 c、サブ基体 7 1 の側面 7 1 f、基体 7 0 の側面 7 0 f、基体 7 0 の上面 7 0 a に亘って配置されており、第 1 部分 8 1 2 a と、第 2 部分 8 1 2 b と、第 3 部分 8 1 2 c と、第 4 部分 8 1 2 d と、第 5 部分 8 1 2 e と、を有している。第 1 部分 8 1 2 a は、サブ基体 7 1 の側面 7 1 c に設けられ、受光素子 5 1 のアノード端子から辺 7 1

c f までL字状に延びている。第1部分812aの一端は、受光素子51のアノード端子に接続されている。第2部分812bは、サブ基体71の側面71fに設けられ、辺71cfから辺71dfまで延びている。第2部分812bの一端は、辺71cfにおいて第1部分812aの他端に接続されている。第3部分812cは、第2部分812bの他端と第4部分812dの一端とを接続する部分であって、例えばワイヤである。第4部分812dは、基体70の側面70fに設けられ、辺70cfから辺70afまでL字状に延びている。第5部分812eは、基体70の上面70aに設けられ、辺70afから辺70adまでL字状に延びている。第5部分812eの一端は、辺70afにおいて第4部分812dの他端に接続されている。第5部分812eの他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。

[0063] 電極811及び電極812は、互いに並行に配置されている。具体的には、第1部分811a及び第1部分812aの方向Aに延びる部分、第2部分811b及び第2部分812b、第4部分811d及び第4部分812d、並びに、第5部分811e及び第5部分812eは、それぞれ互いに並行に延びている。第1部分811aと第1部分812aの方向Aに延びる部分との間隔、第2部分811bと第2部分812bとの間隔、第4部分811dと第4部分812dとの間隔、及び、第5部分811eと第5部分812eとの間隔は例えば0.15mm~0.5mm程度である。

[0064] 図5のモニタ部7においても、図4のモニタ部7と同様の効果が奏される。さらに、図5のモニタ部7では、電極811の第5部分811e及び電極812の第5部分812eは、基体70の上面70aに配置されている。このため、モニタ部7と外部回路との電氣的接続を同一面（上面70a）で行うことができ、ワイヤボンディングなどの作業効率の向上が可能となる。また、モニタ部7と外部回路との間の配線を簡素化することができるので、配線の占有スペースを低減することが可能となる。サブ基体71上の部分と基体70上の部分とのワイヤボンディングが基体70の上面70aにおいて行

われるように、電極 8 1 1 及び電極 8 1 2 は配置されてもよい。この場合、全てのワイヤボンディングが基体 7 0 を同一面（上面 7 0 a）で行うことができ、作業効率のさらなる向上が可能となる。

[0065] なお、受光素子 5 1 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とは、互いに入れ替えられてもよい。また、受光素子 5 2 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とは、互いに入れ替えられてもよい。さらに、受光素子 5 1 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とが互いに入れ替えられるとともに、受光素子 5 2 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とが互いに入れ替えられてもよい。これらの場合も同様に、モニタ部 7 の設置面積の増加を抑制するとともに、電極群 8 1 と電極群 8 2 との間のクロストークを低減することが可能となる。また、基体 7 0、サブ基体 7 1 及びサブ基体 7 2 は、別々に構成されているが、一体に構成されてもよい。

[0066] 図 6 は、モニタ部 7 のさらに他の構成例を概略的に示す斜視図である。図 6 に示されるように、モニタ部 7 は、受光素子 5 3（第 3 受光部）及び電極群 8 3（第 3 電極群）をさらに備える点、並びに、サブ基体 7 1 及びサブ基体 7 2 を備えていない点において、図 4 のモニタ部 7 と相違している。図 6 のモニタ部 7 は、光変調素子 4 がさらに放射光 R 3（第 3 出力光）を出力する場合に使用される。受光素子 5 3 は、光信号を電気信号に変換するための素子であって、例えばフォトダイオードである。受光素子 5 3 は、放射光 R 3 を受光し、受光した放射光 R 3 の強度に応じた電気信号 E 3（第 3 電気信号）を受光素子 5 3 のアノード端子から出力する。

[0067] 受光素子 5 1、受光素子 5 2 及び受光素子 5 3 は、基体 7 0 の側面 7 0 c に設けられており、受光素子 5 1、受光素子 5 2 及び受光素子 5 3 の順に方向 A に沿って配列されている。受光素子 5 1、受光素子 5 2 及び受光素子 5 3 は、側面 7 0 c において、光変調素子 4 から出力される放射光 R 1、放射光 R 2 及び放射光 R 3 を受光可能な位置にそれぞれ配置される。受光素子 5 1 のアノード端子は、例えば下面 7 0 b と側面 7 0 c との境界である辺 7 0 b c に向かって設けられている。受光素子 5 1 のカソード端子は、例えば辺

70cf に向かって設けられている。受光素子52のアノード端子は、例えば側面70cと側面70eとの境界である辺70ce に向かって設けられている。受光素子52のカソード端子は、例えば辺70cf に向かって設けられている。受光素子53のアノード端子は、例えば辺70bc に向かって設けられている。受光素子53のカソード端子は、例えば辺70ce に向かって設けられている。

[0068] 電極811は、基体70の側面70c及び側面70fに亘って配置されており、第1部分811aと、第2部分811bと、を有している。第1部分811aは、基体70の側面70cに設けられ、受光素子51のカソード端子から辺70cf まで延びている。第1部分811aの一端は、受光素子51のカソード端子に接続されている。第2部分811bは、基体70の側面70fに設けられ、辺70cf から辺70df まで延びている。第2部分811bの一端は、辺70cf において第1部分811aの他端に接続されている。第2部分811bの他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。

[0069] 電極812は、基体70の側面70c及び側面70fに亘って配置されており、第1部分812aと、第2部分812bと、を有している。第1部分812aは、基体70の側面70cに設けられ、受光素子51のアノード端子から辺70cf までL字状に延びている。第1部分812aの一端は、受光素子51のアノード端子に接続されている。第2部分812bは、基体70の側面70fに設けられ、辺70cf から辺70df まで延びている。第2部分812bの一端は、辺70cf において第1部分812aの他端に接続されている。第2部分812bの他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。

[0070] 電極811及び電極812は、互いに並行に配置されている。具体的には、第1部分811a及び第1部分812aの方向Aに延びる部分、並びに、第2部分811b及び第2部分812bは、それぞれ互いに並行に延びている。第1部分811aと第1部分812aの方向Aに延びる部分との間隔、

及び、第2部分811bと第2部分812bとの間隔は例えば0.15mm～0.5mm程度である。

[0071] 電極821は、基体70の側面70c及び上面70aに亘って配置されており、第1部分821aと、第2部分821bと、を有している。第1部分821aは、基体70の側面70cに設けられ、受光素子52のアノード端子から辺70acまでL字状に延びている。第1部分821aの一端は、受光素子52のアノード端子に接続されている。第2部分821bは、基体70の上面70aに設けられ、辺70acから辺70adまで延びている。第2部分821bの一端は、辺70acにおいて第1部分821aの他端に接続されている。第2部分821bの他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。

[0072] 電極822は、基体70の側面70c及び上面70aに亘って配置されており、第1部分822aと、第2部分822bと、を有している。第1部分822aは、基体70の側面70cに設けられ、受光素子52のカソード端子から辺70acまでL字状に延びている。第1部分822aの一端は、受光素子52のカソード端子に接続されている。第2部分822bは、基体70の上面70aに設けられ、辺70acから辺70adまで延びている。第2部分822bの一端は、辺70acにおいて第1部分822aの他端に接続されている。第2部分822bの他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。

[0073] 電極821及び電極822は、互いに並行に配置されている。具体的には、第1部分821aの上下方向に延びる部分及び第1部分822aの上下方向に延びる部分、並びに、第2部分821b及び第2部分822bは、それぞれ互いに並行に延びている。第1部分821aの上下方向に延びる部分と第1部分822aの上下方向に延びる部分との間隔、及び、第2部分821bと第2部分822bとの間隔は例えば0.15mm～0.5mm程度である。

[0074] 電極群83は、各々が受光素子53に接続されている複数の電極の組であ

る。電極群83は、電極831と電極832とを備えている。電極831は、一端が受光素子53のカソード端子に接続された電極である。電極831は、例えば金（Au）、銀（Ag）、銅（Cu）等の金属材料から構成されている。電極831の幅は、例えば0.05mm～0.5mm程度である。電極831は、基体70の側面70c及び側面70eに亘って配置されており、第1部分831aと、第2部分831bと、を有している。

[0075] 第1部分831aは、基体70の側面70cに設けられ、受光素子53のカソード端子から辺70ceまで延びている。第1部分831aの一端は、受光素子53のカソード端子に接続されている。第2部分831bは、基体70の側面70eに設けられ、辺70ceから側面70dと側面70eとの境界である辺70deまで延びている。第2部分831bの一端は、辺70ceにおいて第1部分831aの他端に接続されている。第2部分831bの他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。このように構成された電極831は、外部回路から供給される一定の電圧を受光素子53のカソード端子に供給する。

[0076] 電極832は、一端が受光素子53のアノード端子に接続された電極である。電極832は、例えば金（Au）、銀（Ag）、銅（Cu）等の金属材料から構成されている。電極832の幅は、例えば0.05mm～0.5mm程度である。電極832は、基体70の側面70c及び側面70eに亘って配置されており、第1部分832aと、第2部分832bと、を有している。第1部分832aは、基体70の側面70cに設けられ、受光素子53のアノード端子から辺70ceまでL字状に延びている。第1部分832aの一端は、受光素子53のアノード端子に接続されている。第2部分832bは、基体70の側面70eに設けられ、辺70ceから辺70deまで延びている。第2部分832bの一端は、辺70ceにおいて第1部分832aの他端に接続されている。第2部分832bの他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。このように構成された電極832は、受光素子53のアノード端子から出力された電気信号E3を伝送し、

ワイヤを介して外部回路に出力する。

[0077] 電極 8 3 1 及び電極 8 3 2 は、互いに並行に配置されている。具体的には、第 1 部分 8 3 1 a 及び第 1 部分 8 3 2 a の方向 A に延びる部分、並びに、第 2 部分 8 3 1 b 及び第 2 部分 8 3 2 b は、それぞれ互いに並行に延びている。第 1 部分 8 3 1 a と第 1 部分 8 3 2 a の方向 A に延びる部分との間隔、及び、第 2 部分 8 3 1 b と第 2 部分 8 3 2 b との間隔は例えば 0. 1 5 m m ～ 0. 5 m m 程度である。

[0078] 図 6 のモニタ部 7 では、電極 8 1 1 の第 2 部分 8 1 1 b 及び電極 8 1 2 の第 2 部分 8 1 2 b は、基体 7 0 の側面 7 0 f に設けられ、電極 8 2 1 の第 2 部分 8 2 1 b 及び電極 8 2 2 の第 2 部分 8 2 2 b は、基体 7 0 の上面 7 0 a に設けられ、電極 8 3 1 の第 2 部分 8 3 1 b 及び電極 8 3 2 の第 2 部分 8 3 2 b は、基体 7 0 の側面 7 0 e に設けられている。このように、電極群 8 1 の一部と電極群 8 2 の一部と電極群 8 3 の一部とが互いに異なる面に配置されることにより、電極群 8 1 と電極群 8 2 と電極群 8 3 とが同一面に配置される場合と比較して、基体 7 0 を大きくすることなく電極群 8 1 と電極群 8 2 と電極群 8 3 との互いの距離を大きくすることができる。その結果、モニタ部 7 の設置面積の増加を抑制するとともに、電極群 8 1 と電極群 8 2 と電極群 8 3 との間のクロストークを低減することが可能となる。

[0079] また、図 6 のモニタ部 7 では、電極 8 1 1 及び電極 8 1 2、電極 8 2 1 及び電極 8 2 2、並びに、電極 8 3 1 及び電極 8 3 2 は、それぞれ互いに並行に配置されている。この場合、受光素子の電極配線を並行化することで、不要な電界放射及び電極間の信号の結合を抑制することができる。このため、電極 8 1 1、電極 8 1 2、電極 8 2 1、電極 8 2 2、電極 8 3 1 及び電極 8 3 2 を伝搬する電気信号の高周波特性の劣化を低減することができる。

[0080] また、図 6 のモニタ部 7 では、受光素子 5 1、受光素子 5 2 及び受光素子 5 3 は、基体 7 0 の同一面（側面 7 0 c）に設けられている。このため、受光素子 5 1、受光素子 5 2 及び受光素子 5 3 の実装作業を容易化することができる。また、光変調素子 4 から出力される放射光 R 1、放射光 R 2 及び放

射光 R 3 を受光するための光学的なアライメントを容易化することができる。

[0081] なお、受光素子 5 1 のアノード端子の位置及びカソード端子の位置、受光素子 5 2 のアノード端子の位置及びカソード端子の位置、並びに、受光素子 5 3 のアノード端子の位置及びカソード端子の位置は、互いに入れ替えられてもよい。これらの場合も同様に、モニタ部 7 の設置面積の増加を抑制するとともに、電極群 8 1、電極群 8 2 及び電極群 8 3 の間のクロストークを低減することが可能となる。また、図 5 のモニタ部 7 と同様に、電極 8 1 1 の他端、電極 8 1 2 の他端、電極 8 2 1 の他端、電極 8 2 2 の他端、電極 8 3 1 の他端及び電極 8 3 2 の他端は、基体 7 0 の同一面に配置されてもよい。この場合、モニタ部 7 と外部回路との電氣的接続を同一面で行うことができ、ワイヤボンディングなどの作業効率の向上が可能となる。また、モニタ部 7 と外部回路との間の配線を簡素化することができるので、配線の占有スペースを低減することが可能となる。

[0082] 図 7 は、モニタ部 7 のさらに他の構成例を概略的に示す斜視図である。図 7 に示されるように、モニタ部 7 は、受光素子 5 4 及び電極群 8 4 をさらに備える点において、図 6 のモニタ部 7 と相違している。図 7 のモニタ部 7 は、光変調素子 4 がさらに放射光 R 4 を出力する場合に使用される。受光素子 5 4 は、光信号を電気信号に変換するための素子であって、例えばフォトダイオードである。受光素子 5 4 は、基体 7 0 の側面 7 0 c に設けられている。受光素子 5 4 は、側面 7 0 c において、光変調素子 4 から出力される放射光 R 4 を受光可能な位置に配置される。受光素子 5 4 は、放射光 R 4 を受光し、受光した放射光 R 4 の光強度に応じた電気信号 E 4 をアノード端子から出力する。

[0083] 受光素子 5 4 は、例えば受光素子 5 2 及び受光素子 5 3 の間に配置され、受光素子 5 1、受光素子 5 2、受光素子 5 4 及び受光素子 5 3 の順に方向 A に沿って配列されている。受光素子 5 4 のアノード端子は、例えば辺 7 0 c f に向かって設けられている。受光素子 5 4 のカソード端子は、例えば辺 7

O c e に向かって設けられている。

[0084] 電極群 8 4 は、各々が受光素子 5 4 に接続されている複数の電極の組である。電極群 8 4 は、電極 8 4 1 と電極 8 4 2 とを備えている。電極 8 4 1 は、一端が受光素子 5 4 のカソード端子に接続された電極である。電極 8 4 1 は、例えば金 (A u)、銀 (A g)、銅 (C u) 等の金属材料から構成されている。電極 8 4 1 の幅は、例えば 0. 0 5 m m ~ 0. 5 m m 程度である。電極 8 4 1 は、基体 7 0 の側面 7 0 c 及び上面 7 0 a に亘って配置されており、第 1 部分 8 4 1 a と、第 2 部分 8 4 1 b と、を有している。

[0085] 第 1 部分 8 4 1 a は、基体 7 0 の側面 7 0 c に設けられ、受光素子 5 4 のカソード端子から辺 7 0 a c まで L 字状に延びている。第 1 部分 8 4 1 a の一端は、受光素子 5 4 のカソード端子に接続されている。第 2 部分 8 4 1 b は、基体 7 0 の上面 7 0 a に設けられ、辺 7 0 a c から辺 7 0 a d まで延びている。第 2 部分 8 4 1 b の一端は、辺 7 0 a c において第 1 部分 8 4 1 a の他端に接続されている。第 2 部分 8 4 1 b の他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。このように構成された電極 8 4 1 は、外部回路から供給される一定の電圧を受光素子 5 4 のカソード端子に供給する。

[0086] 電極 8 4 2 は、一端が受光素子 5 4 のアノード端子に接続された電極である。電極 8 4 2 は、例えば金 (A u)、銀 (A g)、銅 (C u) 等の金属材料から構成されている。電極 8 4 2 の幅は、例えば 0. 0 5 m m ~ 0. 5 m m 程度である。電極 8 4 2 は、基体 7 0 の側面 7 0 c 及び上面 7 0 a に亘って配置されており、第 1 部分 8 4 2 a と、第 2 部分 8 4 2 b と、を有している。

[0087] 第 1 部分 8 4 2 a は、基体 7 0 の側面 7 0 c に設けられ、受光素子 5 4 のアノード端子から辺 7 0 a c まで L 字状に延びている。第 1 部分 8 4 2 a の一端は、受光素子 5 4 のアノード端子に接続されている。第 2 部分 8 4 2 b は、基体 7 0 の上面 7 0 a に設けられ、辺 7 0 a c から辺 7 0 a d まで延びている。第 2 部分 8 4 2 b の一端は、辺 7 0 a c において第 1 部分 8 4 2 a

の他端に接続されている。第２部分８４２ｂの他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。このように構成された電極８４２は、受光素子５４のアノード端子から出力された電気信号Ｅ４を伝送し、ワイヤを介して外部回路に出力する。

[0088] 電極８４１及び電極８４２は、互いに並行に配置されている。具体的には、第１部分８４１ａの上下方向に延びる部分及び第１部分８４２ａの上下方向に延びる部分、並びに、第２部分８４１ｂ及び第２部分８４２ｂは、それぞれ互いに並行に延びている。第１部分８４１ａの上下方向に延びる部分と第１部分８４２ａの上下方向に延びる部分との間隔、及び、第２部分８４１ｂと第２部分８４２ｂとの間隔は例えば０．１５ｍｍ～０．５ｍｍ程度である。

[0089] 図７のモニタ部７においても、図６のモニタ部７と同様の効果が奏される。さらに、図７のモニタ部７では、電極８４１の第２部分８４１ｂ及び電極８４２の第２部分８４２ｂは、基体７０の上面７０ａに設けられている。このように、電極群８１の一部と、電極群８３の一部と、電極群８４の一部と、が互いに異なる面に配置されることにより、電極群８１と電極群８３と電極群８４とが同一面に配置される場合と比較して、基体７０を大きくすることなく電極群８１、電極群８３及び電極群８４の互いの距離を大きくすることができる。さらに、電極８２１の第２部分８２１ｂ、電極８２２の第２部分８２２ｂ、電極８４１の第２部分８４１ｂ及び電極８４２の第２部分８４２ｂは、同一面（上面７０ａ）に配置されているが、電極８１１の第２部分８１１ｂ及び電極８１２の第２部分８１２ｂが側面７０ｆに配置され、電極８３１の第２部分８３１ｂ及び電極８３２の第２部分８３２ｂが側面７０ｅに配置されていることにより、電極群８２と電極群８４との距離を大きくすることができる。その結果、モニタ部７の設置面積の増加を抑制するとともに、電極群８１と電極群８２と電極群８３と電極群８４との間のクロストークを低減することが可能となる。

[0090] なお、受光素子５１のアノード端子の位置及びカソード端子の位置、受光

素子 5 2 のアノード端子の位置及びカソード端子の位置、受光素子 5 3 のアノード端子の位置及びカソード端子の位置、並びに、受光素子 5 4 のアノード端子の位置及びカソード端子の位置は、互いに入れ替えられてもよい。これらの場合も同様に、モニタ部 7 の設置面積の増加を抑制するとともに、電極群 8 1、電極群 8 2、電極群 8 3 及び電極群 8 4 の間のクロストークを低減することが可能となる。また、図 5 のモニタ部 7 と同様に、電極 8 1 1 の他端、電極 8 1 2 の他端、電極 8 2 1 の他端、電極 8 2 2 の他端、電極 8 3 1 の他端、電極 8 3 2 の他端、電極 8 4 1 の他端及び電極 8 4 2 の他端は、基体 7 0 の同一面に配置されてもよい。この場合、モニタ部 7 と外部回路との電氣的接続を同一面で行うことができ、ワイヤボンディングなどの作業効率の向上が可能となる。また、モニタ部 7 と外部回路との間の配線を簡素化することができるので、配線の占有スペースを低減することが可能となる。さらに、電極群 8 1 の一部、電極群 8 2 の一部、電極群 8 3 の一部及び電極群 8 4 の一部を、基体 7 0 の互いに異なる面に配置してもよい。

[0091] 図 8 は、モニタ部 7 のさらに他の構成例を概略的に示す斜視図である。図 8 に示されるように、モニタ部 7 は、受光素子 5 3 及び電極群 8 3 を備えていない点、並びに、各電極に沿って設けられた接地電極 8 5 をさらに備える点において、図 6 のモニタ部 7 と相違している。

[0092] 図 8 のモニタ部 7 では、電極 8 1 1、電極 8 1 2、電極 8 2 1 及び電極 8 2 2 に沿って、各電極の両側に接地電極 8 5 が配置されている。すなわち、接地電極 8 5 は、受光素子 5 1、受光素子 5 2、電極群 8 1 及び電極群 8 2 に対して離間して設けられており、モニタ部 7 の表面のうち、受光素子 5 1、5 2 及び電極群 8 1、8 2 が搭載されていない部分を覆っている。

[0093] 図 8 のモニタ部 7 においても、図 6 のモニタ部 7 と同様の効果が奏される。さらに、図 8 のモニタ部 7 では、各電極の間に接地電極 8 5 が配置されている。このため、一方の電極群から他方の電極群に向かう電気力線の一部を接地電極 8 5 に向かわせることができる。それぞれ隣り合う電極間の電磁界の重なりが小さくなり、その結果、電極群 8 1 と電極群 8 2 との間のクロス

トークをさらに低減することが可能となる。

[0094] なお、受光素子 5 1 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とは、互いに入れ替えられてもよい。また、受光素子 5 2 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とは、互いに入れ替えられてもよい。さらに、受光素子 5 1 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とが互いに入れ替えられるとともに、受光素子 5 2 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とが互いに入れ替えられてもよい。これらの場合も同様に、モニタ部 7 の設置面積の増加を抑制するとともに、電極群 8 1 と電極群 8 2 との間のクロストークを低減することが可能となる。また、図 5 のモニタ部 7 と同様に、電極 8 1 1 の他端、電極 8 1 2 の他端、電極 8 2 1 の他端及び電極 8 2 2 の他端は、基体 7 0 の同一面に配置されてもよい。この場合、モニタ部 7 と外部回路との電氣的接続を同一面で行うことができ、ワイヤボンディングなどの作業効率の向上が可能となる。また、モニタ部 7 と外部回路との間の配線を簡素化することができるので、配線の占有スペースを低減することが可能となる。

[0095] (第 2 実施形態)

図 9 は、第 2 実施形態に係る光デバイスの一部を概略的に示す拡大平面図である。図 9 に示されるように、光デバイス 1 A は、光変調素子 4 の変調方式が D P - Q P S K 方式である点、補助部材 6 1 に代えてフィルタ 6 2 を備える点、偏波合成部 9 を備える点において、第 1 実施形態の光デバイス 1 と相違している。

[0096] 光変調素子 4 は、変調光 L 1 及び変調光 L 2 を出力する。変調光 L 1 は、Y 偏波を有する信号光である。変調光 L 1 は、導波路 4 2 b を伝搬し、光変調素子 4 の他端部 4 1 b から方向 A に出力される。変調光 L 2 は、X 偏波を有する信号光である。変調光 L 2 は、導波路 4 2 c を伝搬し、光変調素子 4 の他端部 4 1 b から方向 A に出力される。

[0097] フィルタ 6 2 は、入射光を所定の割合で反射し、残りを透過する。フィルタ 6 2 は、面 6 2 a を有しており、面 6 2 a が光変調素子 4 の他端部 4 1 b に対向し、かつ、変調光 L 1 及び変調光 L 2 の光路に対して例えば 4 5 ° 程

度傾斜するように配置される。フィルタ62は、変調光L1を入射し、変調光L1の一部を反射して反射光Lr1（第1出力光）としてモニタ部7の受光素子51に向かって出力し、変調光L1の残りの部分を透過して透過光Lt1として偏波合成部9に出力する。フィルタ62は、変調光L2を入射し、変調光L2の一部を反射して反射光Lr2（第2出力光）としてモニタ部7の受光素子52に向かって出力し、変調光L2の残りの部分を透過して透過光Lt2として偏波合成部9に出力する。なお、ここではフィルタ62の傾斜角度は45°として説明したが、必要に応じて45°以外の角度としてもよい。

[0098] 偏波合成部9は、光変調素子4から出力される複数の変調光を合成する。偏波合成部9は、入射光の偏波方向に応じて光路を変える素子であって、例えばルチル、YVO₄（イットリウムバナデート）などの複屈折結晶から構成されている。偏波合成部9は、フィルタ62を透過した透過光Lt1及び透過光Lt2を合成し、合成した光Lを光ファイバF2に出力する。また、偏波合成部9は、偏波ビームスプリッタ（Polarization Beam Splitter：PBS）を用いたものであってもよい。

[0099] モニタ部7は、フィルタ62から出力される反射光Lr1及び反射光Lr2の光強度をモニタする。モニタ部7は、反射光Lr1及び反射光Lr2を受光し、受光した反射光Lr1及び反射光Lr2の光強度に応じた電気信号を外部回路であるバイアス制御部（不図示）に出力する。このモニタ部7としては、上記第1実施形態において例示された配線デバイスが用いられ得る。

[0100] 光デバイス1Aにおいても、光デバイス1と同様の効果が奏される。なお、光デバイス1Aは、図9の構成に限られない。偏波合成部9における透過光Lt1及び透過光Lt2の入射面の法線方向、並びに、偏波合成部9における光Lの出射面の法線方向を、透過光Lt1及び透過光Lt2の光軸に対して傾斜させてもよい。この場合、モニタ部7は、偏波合成部9の入射面または出射面で反射された透過光Lt1及び透過光Lt2の一部をモニタして

もよい。また、入射面または出射面に反射膜が設けられることにより、反射率が調整されてもよい。このような構成によれば、別体のフィルタを用いることなく、より少ない部品構成でモニタを行うことができる。

[0101] (第3実施形態)

図10は、第3実施形態に係る光デバイスの一部を概略的に示す拡大平面図である。図11は、図10の光デバイスの側面図である。図10及び図11に示されるように、光デバイス1Bは、補助部材61に代えて補助部材63を備える点、モニタ部7の配置において、第1実施形態の光デバイス1と相違している。

[0102] 補助部材63は、光ファイバF2を保持するとともに、光変調素子4から出力される放射光R1及び放射光R2を下方向に反射するための部材である。補助部材63は、方向Bに沿って延びる柱状の形状を呈しており、放射光R1及び放射光R2を透過する光学部材から構成されている。この光学部材としては、例えばBK7、ホウケイ酸ガラス、石英ガラス、シリコン等が挙げられる。補助部材63は、方向Aに補助部材63を貫通する貫通孔63aを有している。補助部材63は、この貫通孔63aに光ファイバF2を挿通し、光導波路42の出力導波路42dを光ファイバF2に光結合するように、光ファイバF2を保持している。補助部材63は、反射面63bを有している。反射面63bは、方向Aに対して例えば45°程度傾斜しており、光変調素子4から出力される放射光R1及び放射光R2を下方向に反射する。なお、補助部材63は、貫通孔63aに代えてV字状の溝またはスリットを有してもよい。

[0103] 補助部材63の前端は基板41の他端部41bに固定されている。補助部材63の前端は、例えば基板41の他端部41bに接着されている。基板41の他端部41bの上面には、補強部材64が設けられてもよい。補強部材64は、基板41の他端部41bと補助部材63との接着を補強するための部材であって、基板41の上面に固定されている。補強部材64には、補助部材63の前端が接着される。

[0104] 図12は、光デバイス1Bにおけるモニタ部7の一構成例を概略的に示す斜視図である。図11及び図12に示されるように、モニタ部7は、補助部材63の下方に受光素子51及び受光素子52が位置するように、筐体10に設置される。具体的に説明すると、光デバイス1Bのモニタ部7では、基体70は、方向Aに延びる四角柱状の形状を呈している。受光素子51は、基体70の上面70aの前方に設けられている。受光素子51は、上面70aにおいて、補助部材63によって反射される放射光R1を受光可能な位置に配置される。受光素子51のアノード端子は、例えば上面70aと側面70eとの境界である辺70aeに向かって設けられている。受光素子51のカソード端子は、例えば辺70adに向かって設けられている。受光素子52は、基体70の上面70aの前方に設けられている。受光素子52は、上面70aにおいて、補助部材63によって反射される放射光R2を受光可能な位置に配置される。受光素子52のアノード端子は、例えば辺70afに向かって設けられている。受光素子52のカソード端子は、例えば辺70adに向かって設けられている。受光素子51及び受光素子52は、その順に方向Bに沿って配列されている。

[0105] 電極811は、基体70の上面70aに配置されており、第1部分811aを有している。第1部分811aは、基体70の上面70aに設けられ、受光素子51のアノード端子から辺70adまでL字状に延びている。第1部分811aの一端は、受光素子51のアノード端子に接続されている。第1部分811aの他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。電極812は、基体70の上面70aに配置されており、第1部分812aを有している。第1部分812aは、基体70の上面70aに設けられ、受光素子51のカソード端子から辺70adまで延びている。第1部分812aの一端は、受光素子51のカソード端子に接続されている。第1部分812aの他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。

[0106] 電極811及び電極812は、互いに並行に配置されている。具体的には

、第1部分811aの方向Aに延びる部分及び第1部分812aは、互いに並行に延びており、その間隔は例えば0.15mm～0.5mm程度である。

[0107] 電極821は、基体70の上面70a及び側面70fに亘って配置されており、第1部分821aと、第2部分821bと、を有している。第1部分821aは、基体70の上面70aに設けられ、受光素子52のカソード端子から辺70afまでL字状に延びている。第1部分821aの一端は、受光素子52のカソード端子に接続されている。第2部分821bは、基体70の側面70fに設けられ、辺70afから辺70dfまでL字状に延びている。第2部分821bの一端は、辺70afにおいて第1部分821aの他端に接続されている。第2部分821bの他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。

[0108] 電極822は、基体70の上面70a及び側面70fに亘って配置されており、第1部分822aと、第2部分822bと、を有している。第1部分822aは、基体70の上面70aに設けられ、受光素子52のアノード端子から辺70afまで延びている。第1部分822aの一端は、受光素子52のアノード端子に接続されている。第2部分822bは、基体70の側面70fに設けられ、辺70afから辺70dfまでL字状に延びている。第2部分822bの一端は、辺70afにおいて第1部分822aの他端に接続されている。第2部分822bの他端は、不図示のワイヤを介して外部回路に電氣的に接続されている。

[0109] 電極821及び電極822は、互いに並行に配置されている。具体的には、第1部分821aの方向Bに延びる部分及び第1部分822a、第2部分821b及び第2部分822bは、それぞれ互いに並行に延びている。第1部分821aの方向Bに延びる部分と第1部分822aとの間隔、及び、第2部分821bと第2部分822bとの間隔は例えば0.15mm～0.5mm程度である。

[0110] 光デバイス1Bにおいても、光デバイス1と同様の効果が奏される。さら

に、光デバイス 1 B では、モニタ部 7 が光ファイバ F 2 の下に配置されるので、モニタ部 7 の設置面積をさらに低減できる。また、第 1 実施形態の光デバイス 1 のように、基板 4 1 の側面方向（方向 B）に反射させる構成と比較して、放射光 R 1 及び放射光 R 2 同士の重なりを低減でき、モニタ精度の向上が可能となる。

[0111] 図 1 2 のモニタ部 7 では、電極 8 1 1 及び電極 8 1 2 は、基体 7 0 の上面 7 0 a に設けられ、電極 8 2 1 の第 2 部分 8 2 1 b 及び電極 8 2 2 の第 2 部分 8 2 2 b は、基体 7 0 の側面 7 0 f に設けられている。このように、電極群 8 1 と電極群 8 2 の一部とが互いに異なる面に配置されることにより、電極群 8 1 と電極群 8 2 とが同一面に配置される場合と比較して、基体 7 0 を大きくすることなく電極群 8 1 と電極群 8 2 との距離を大きくすることができる。その結果、モニタ部 7 の設置面積の増加を抑制するとともに、電極群 8 1 と電極群 8 2 との間のクロストークを低減することが可能となる。

[0112] また、図 1 2 のモニタ部 7 では、受光素子 5 1 及び受光素子 5 2 は、基体 7 0 の同一面（上面 7 0 a）に設けられている。このため、受光素子 5 1 及び受光素子 5 2 の実装作業を容易化することができる。また、補助部材 6 3 によって反射される放射光 R 1 及び放射光 R 2 を受光するための光学的なアラメントを容易化することができる。

[0113] なお、受光素子 5 1 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とは、互いに入れ替えられてもよい。また、受光素子 5 2 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とは、互いに入れ替えられてもよい。さらに、受光素子 5 1 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とが互いに入れ替えられるとともに、受光素子 5 2 のアノード端子の位置とカソード端子の位置とが互いに入れ替えられてもよい。これらの場合も同様に、モニタ部 7 の設置面積の増加を抑制するとともに、電極群 8 1 と電極群 8 2 との間のクロストークを低減することが可能となる。また、図 5 のモニタ部 7 と同様に、電極 8 1 1 の他端、電極 8 1 2 の他端、電極 8 2 1 の他端及び電極 8 2 2 の他端は、基体 7 0 の同一面に配置されてもよい。この場合、モニタ部 7 と外部回路との

電氣的接続を同一面で行うことができ、ワイヤボンディングなどの作業効率の向上が可能となる。また、モニタ部 7 と外部回路との間の配線を簡素化することができるので、配線の占有スペースを低減することが可能となる。

[0114] なお、本発明に係る光デバイスは上記実施形態に限定されない。例えば、光デバイス 1 は、光変調器に限られず、変調光を受信する受信モジュールなどの他の光学デバイスであってもよい。また、光変調素子 4 は、複数の出力光を出力する光素子であればよい。

[0115] 上記実施形態では、受光素子 5 1, 5 2, 5 3, 5 4 のカソード端子に接続された電極は接地されていないので、電極群 8 1, 8 2, 8 3, 8 4 の間のクロストークを低減している。受光素子 5 1, 5 2, 5 3, 5 4 のカソード端子に接続された電極は、接地されてもよい。この場合には、受光素子 5 1, 5 2, 5 3, 5 4 のアノード端子に接続された電極間でのクロストークを低減することが可能となる。

[0116] また、各電極群を構成する複数の電極は、互いに略等しい長さを有してもよい。この場合、各電極における信号の劣化を低減できる。また、各電極群を構成する複数の電極は、互いに平行に延びていてもよい。この場合、受光素子の電極配線を平行化することによって、不要な電界放射及び電極間の信号の結合をさらに抑制することができる。このため、電極群を構成する複数の電極を伝搬する電気信号の高周波特性の劣化をさらに低減することが可能となる。

[0117] 基体 7 0 は、四角柱に限られず、多面体であればよい。なお、基体 7 0、サブ基体 7 1 及びサブ基体 7 2 の寸法は、上記実施形態において説明した寸法に限定されない。基体 7 0、サブ基体 7 1 及びサブ基体 7 2 の寸法は、筐体 1 0 の内部の寸法に応じて適宜決定されてもよい。

符号の説明

[0118] 1, 1 A, 1 B…光デバイス、4…光変調素子（光素子）、7…モニタ部、5 1…受光素子（第 1 受光部）、5 2…受光素子（第 2 受光部）、5 3…受光素子（第 3 受光部）、7 0…基体、7 0 a…上面、7 0 b…下面、7 0

c…側面、70d…側面、70e…側面、70f…側面、81…電極群（第1電極群）、82…電極群（第2電極群）、83…電極群（第3電極群）、85…接地電極、811…電極（第3電極）、812…電極（第1電極）、821…電極（第2電極）、Lr1…反射光（第1出力光）、Lr2…反射光（第2出力光）、R1…放射光（第1出力光）、R2…放射光（第2出力光）、R3…放射光（第3出力光）。

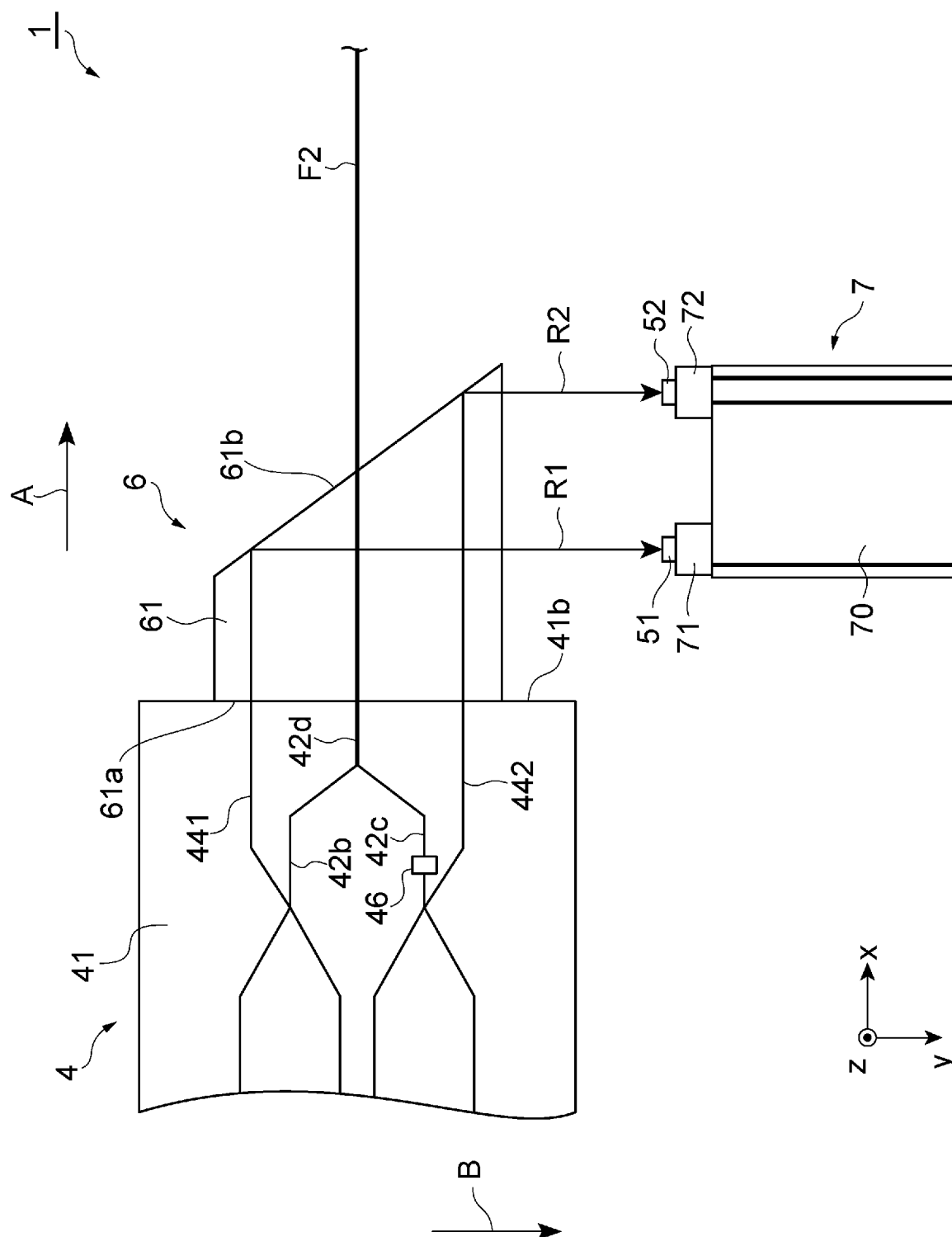
請求の範囲

- [請求項1] 第1出力光及び第2出力光を出力する光素子と、
前記第1出力光を第1電気信号に変換する第1受光部と、
前記第2出力光を第2電気信号に変換する第2受光部と、
複数の面を有する基体と、
前記基体上に設けられ、前記第1受光部に接続された第1電極と、
前記基体上に設けられ、前記第2受光部に接続された第2電極と、
を備え、
前記第1電極の一部は、前記第2電極が配置される面とは異なる面に配置される、光デバイス。
- [請求項2] 前記第1電極を含み、各々が前記第1受光部に接続された第1電極群と、
前記第2電極を含み、各々が前記第2受光部に接続された第2電極群と、
をさらに備え、
前記第1電極群の一部は、前記第2電極群が配置される面とは異なる面に配置される、請求項1に記載の光デバイス。
- [請求項3] 第3出力光を第3電気信号に変換する第3受光部と、
各々が前記第3受光部に接続された第3電極群と、
をさらに備え、
前記光素子は、前記第3出力光をさらに出力し、
前記第1電極群の一部と、前記第2電極群の一部と、前記第3電極群の一部とは互いに異なる面に配置される、請求項2に記載の光デバイス。
- [請求項4] 前記第1電極群は第3電極をさらに含み、
前記第1電極の一部と前記第3電極の一部とは、互いに並行に配置されている、請求項2または請求項3に記載の光デバイス。
- [請求項5] 前記第1受光部及び前記第2受光部は、前記基体の前記複数の面の

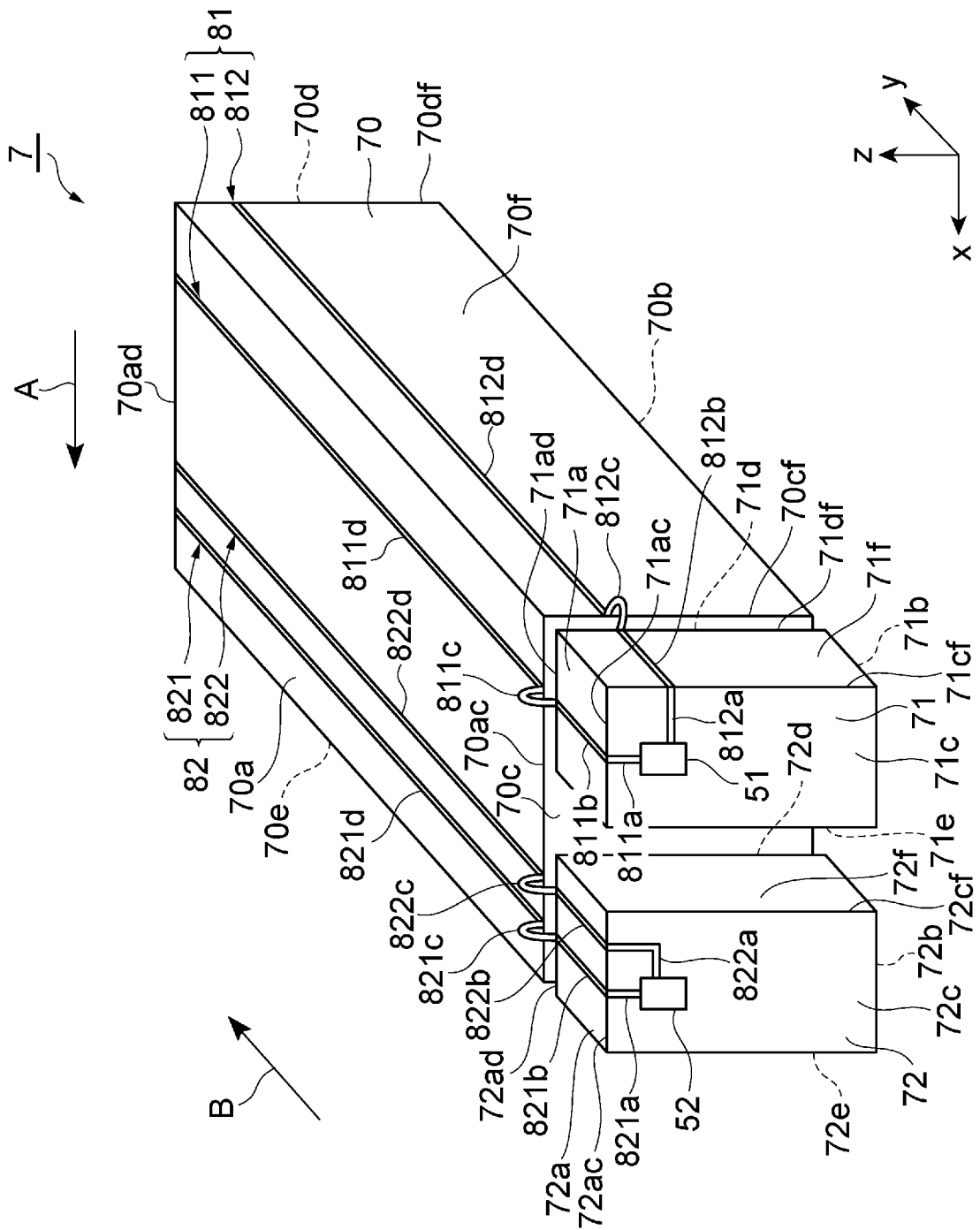
うち同じ面に設けられる、請求項 1 ～請求項 4 のいずれか一項に記載の光デバイス。

[請求項6] 前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に設けられた接地電極をさらに備える、請求項 1 ～請求項 5 のいずれか一項に記載の光デバイス。

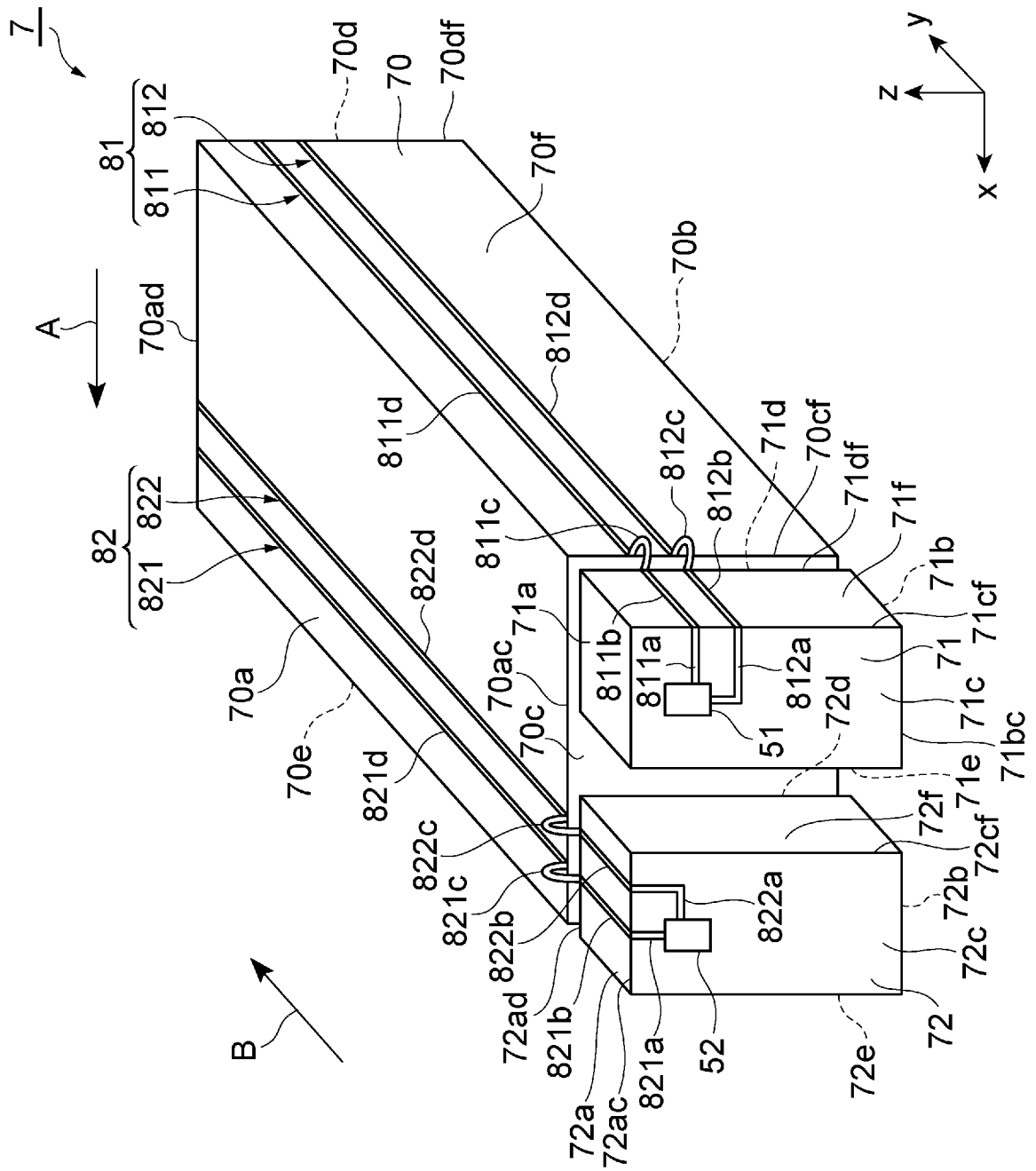
[図2]



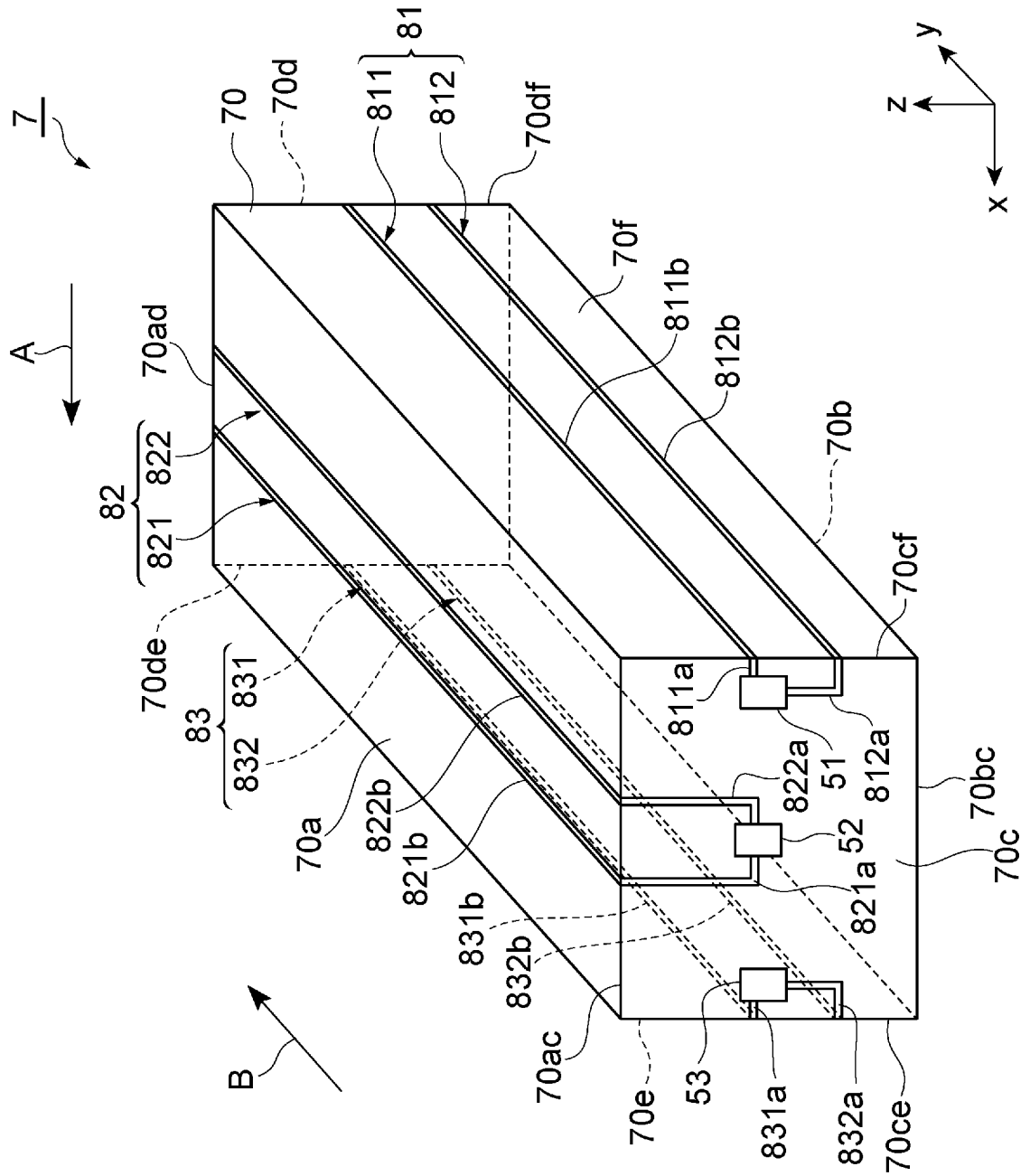
[図3]



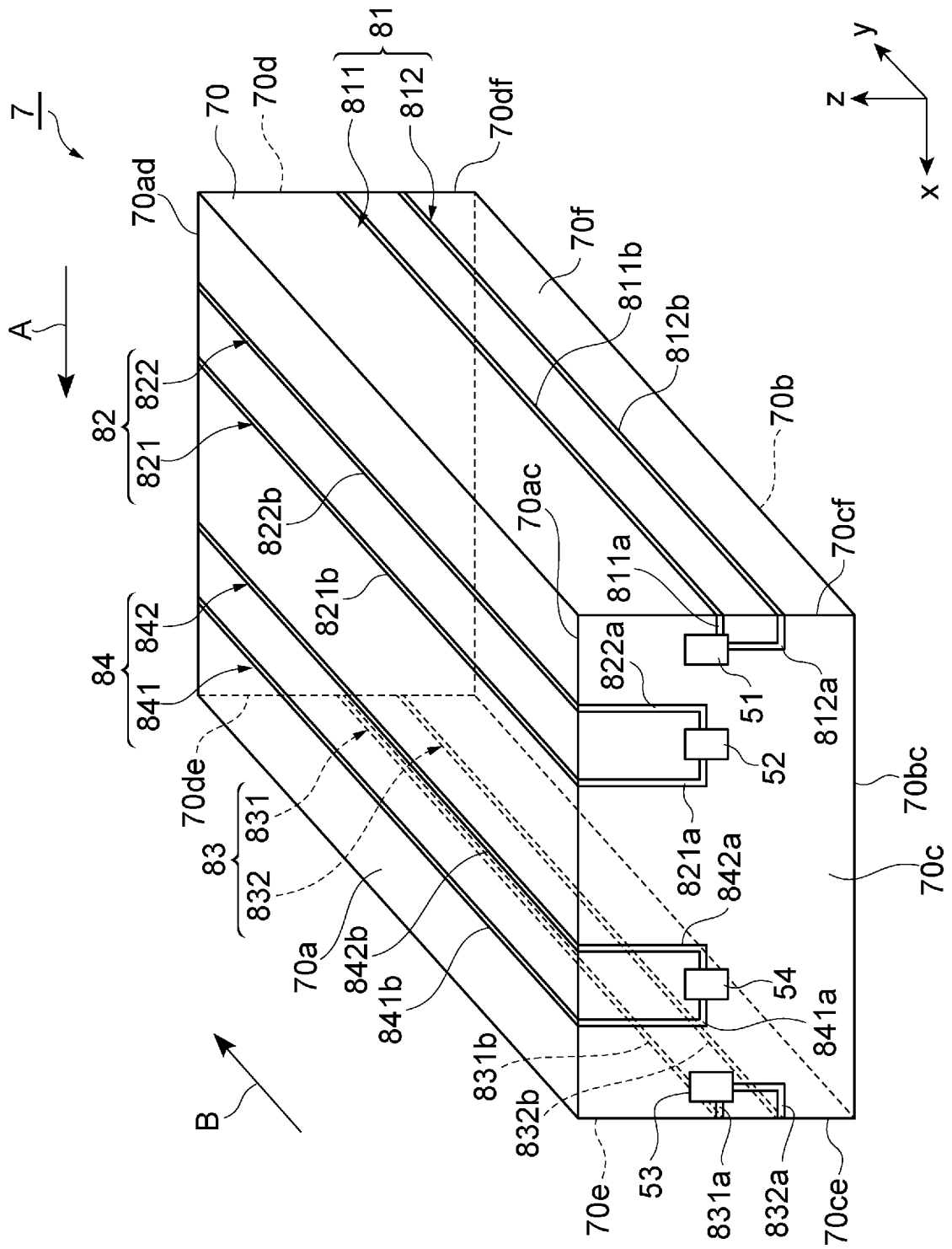
[図4]



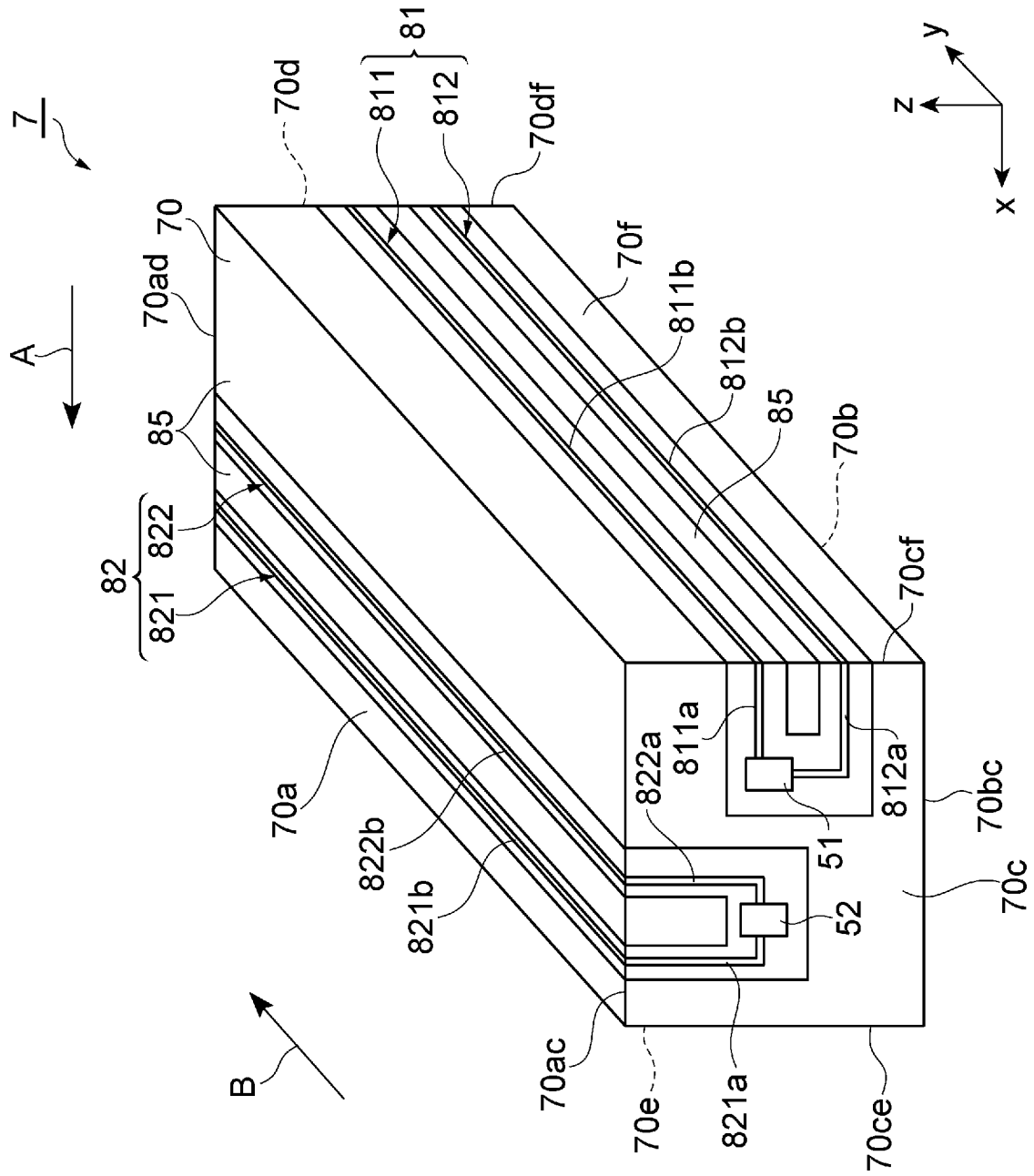
[図6]



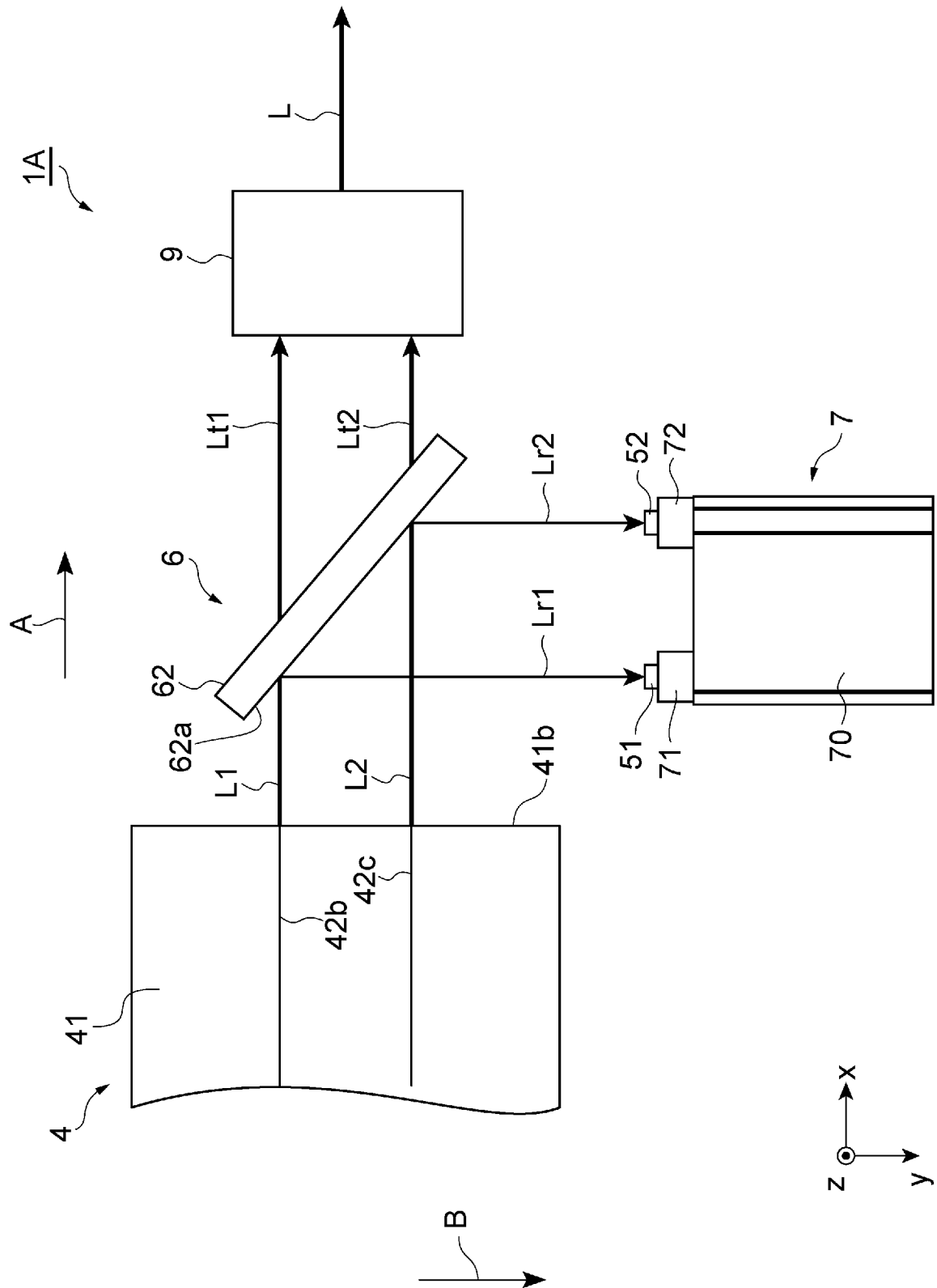
[図7]



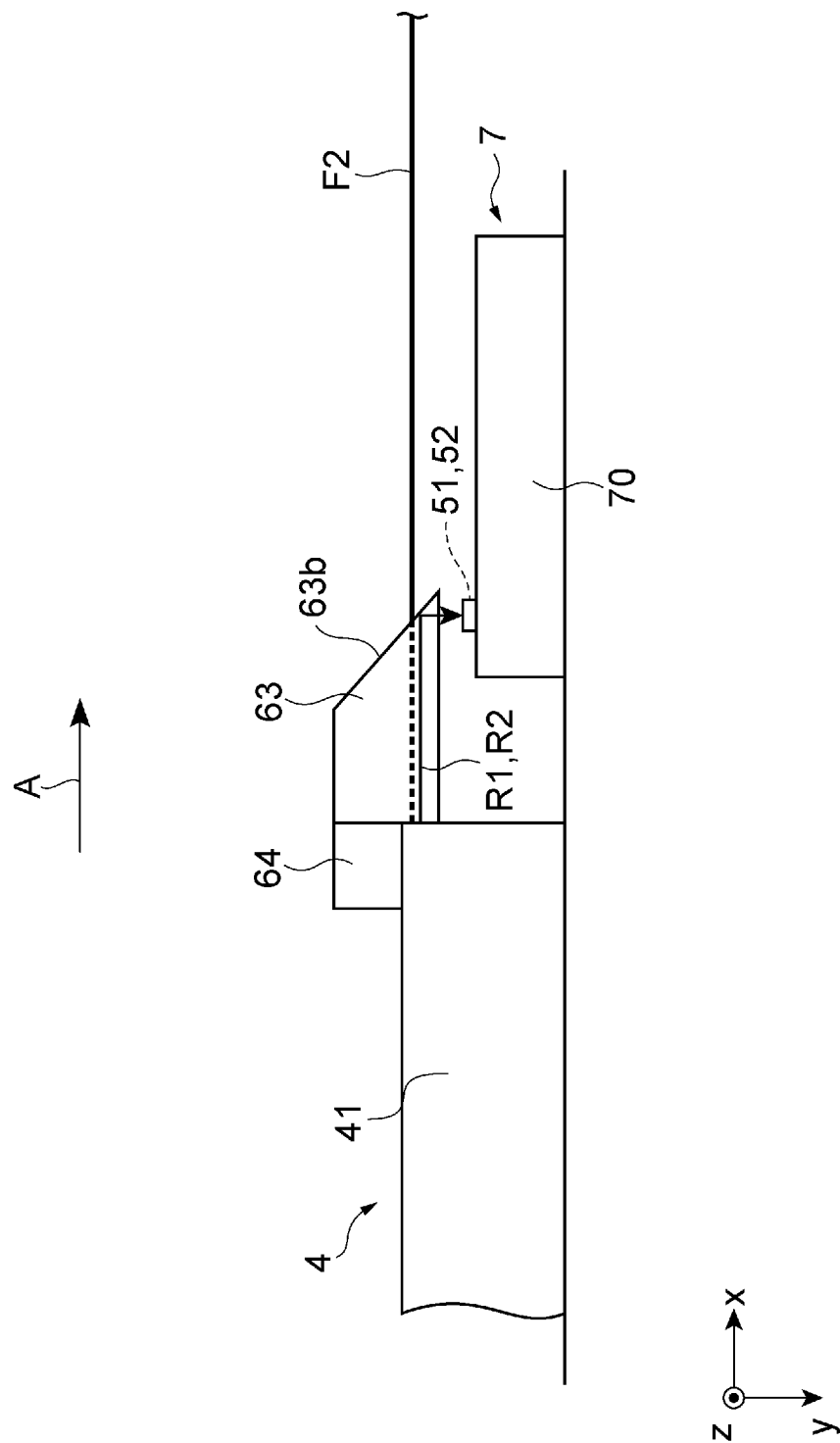
[図8]



[図9]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/052069

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/03(2006.01)i, H01L31/02(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, H01L31/00-31/02, 31/0232, 31/0248, 31/0264, 31/08, 31/10, 31/107-31/108, 31/111, 51/42

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.
X Y	JP 2001-281504 A (Seiko Epson Corp.), 10 October 2001 (10.10.2001), paragraphs [0016] to [0053]; all drawings (Family: none)	1-3 4-6
Y	JP 2012-256853 A (Oclaro Japan, Inc.), 27 December 2012 (27.12.2012), paragraphs [0077] to [0092]; fig. 8 to 10 & US 2012/0292731 A1	1-6
A	JP 2001-102600 A (NEC Corp.), 13 April 2001 (13.04.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 April 2015 (07.04.15)

Date of mailing of the international search report
21 April 2015 (21.04.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

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, H01L31/02(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, H01L31/00-31/02, 31/0232, 31/0248, 31/0264, 31/08, 31/10, 31/107-31/108, 31/111, 51/42

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
X	JP 2001-281504 A（セイコーエプソン株式会社）	1-3
Y	2001.10.10, 段落【0016】 - 【0053】, 全図（ファミリーなし）	4-6
Y	JP 2012-256853 A（日本オクラロ株式会社） 2012.12.27, 段落【0077】 - 【0092】, 図 8-図 10 & US 2012/0292731 A1	1-6
A	JP 2001-102600 A（日本電気株式会社） 2001.04.13, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-6

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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

0 7 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 4 . 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 1 0 0 - 8 9 1 5
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 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4