

(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
2014 年 10 月 2 日(02.10.2014)



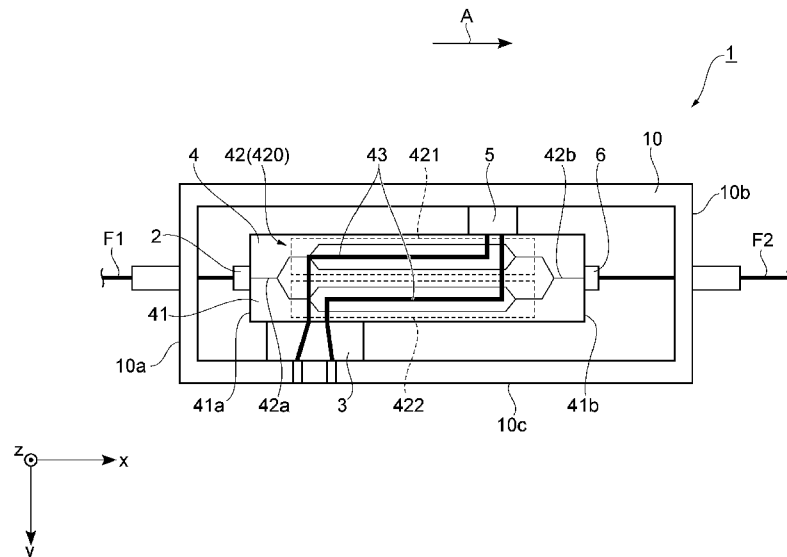
(10) 国際公開番号
WO 2014/157669 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/03 (2006.01) *G02F 1/035* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/059295
- (22) 国際出願日: 2014 年 3 月 28 日(28.03.2014)
- (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 2013-074321 2013 年 3 月 29 日(29.03.2013) 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). 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). 細川 洋一(HOSOKAWA Youichi); 〒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). 岡村 美紀(OKAMURA Miki); 〒1028465 東京都千代田区
- (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, LT, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ

[続葉有]

(54) Title: OPTICAL DEVICE

(54) 発明の名称: 光デバイス



(57) Abstract: An optical device equipped with: an optical modulation element having an electro-optical substrate which exhibits an electro-optical effect, a plurality of optical waveguides having a light wave supplied thereto, and provided on the electro-optical substrate, and a plurality of signal electrodes to which a modulation signal for modulating the light wave passing through the interior of the optical waveguides is supplied; a terminator which is electrically connected to the plurality of signal electrodes and terminates the modulation signal; and a terminal substrate having the terminator provided on a first surface thereof. Furthermore, a heat-transmitting means is positioned on the terminal substrate.

(57) 要約: 電気光学効果を有する電気光学基板と、電気光学基板に設けられて光波が供給される複数の光導波路と、光導波路内を通過する光波を変調するための変調信号が供給される複数の信号電極と、を有する光変調素子と、複数の信号電極と電気的に接続されるとともに変調信号を終端する終端抵抗と、終端抵抗が第 1 の面に設けられた終端基板と、を備え、終端基板には熱伝導手段を配置する、光デバイス。



WO 2014/157669 A1



(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：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] 光変調器の変調部の信号電極では、信号電極を伝播する高周波信号の特性劣化を防止するために、信号電極の端部に、インピーダンスを整合した終端回路が接続され、その回路内の終端抵抗で信号の電力が消費されている（例えば、特許文献1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2003-295139号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、近年では、40Gbps又は100Gbpsといった大容量通信に対応するため、多値変調方式又は偏波多重方式などに対応した集積型変調器が主流となってきている。これらの変調器では、1つの変調器内に複数の変調部を持っている。例えば、DQPSK（Differential Quadrature Phase Shift Keying：差動4値位相変調）では2つの変調部を持っており、異なる2つのQPSK信号を偏波合成するDP-QPSK（Dual polarization-Quadrature phase shift keying）では4つの変調部を持っている。更には、マッハツェンダ構造を使った位相変調方式に対応するために、従来の単一マッハツェンダ構造のASK（Amplitude Shift Keying）変調方式の2倍の電圧振幅（4倍の電力）で変調器が駆動される。このため、変調器内で消費される電力が、従来の単一マッハツェンダ構造の変調器と比較して8倍以上になっている。更には、変調器の小型化要求に対応するために、終端回路を近接して配置する必要がある。このため、終端回路で発生する熱が問

題となっている。

[0005] 特に、リチウムナイオベート (LiNbO_3 : 以下「LN」という) からなるLN基板を有するLN変調器では、LN基板と筐体との線膨張係数の差に起因した熱応力による温度ドリフト現象などの問題を生じる。これらの問題を抑制するために、LNに近い線膨張係数を持つステンレス (例えばSUS304) が筐体に用いられている。しかしながら、ステンレスは、熱伝導率があまり高くない金属である。このため、終端回路で発生した熱が十分に筐体を通じて放熱されず、終端回路周辺が局所的に高温になってしまう。

[0006] また、LN基板上に形成された信号電極又は接地電極と、終端基板上に形成された終端回路の信号電極又は接地電極とは、金など熱伝導率の高い金属を用いてワイヤボンディングなどにより接続されている。

[0007] このため、筐体を通じて放熱されなかった熱はワイヤボンディングのワイヤを通してLN基板に伝わり、LN基板の温度を局所的に上昇させていた。

[0008] 上記の局所的な温度上昇のため、終端回路が形成された終端基板および終端基板の隣接部分であるLN基板における局所的な熱応力歪の発生、終端基板又はLN基板の膨張による終端基板とLN基板の接触による終端基板又はLN基板の破損、温度ドリフト現象の増加などが課題となっている。

[0009] 本発明の一側面は、終端回路での発熱による光学特性の劣化及び基板の破損を抑制し、温度ドリフト現象を抑制する光デバイスを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の一側面に係る光デバイスは、電気光学効果を有する電気光学基板と、電気光学基板に設けられて光波が供給される複数の光導波路と、光導波路内を通過する光波を変調するための変調信号が供給される複数の信号電極と、を有する光変調素子と、複数の信号電極と電気的に接続されるとともに変調信号を終端する終端抵抗と、終端抵抗が第1の面に設けられた終端基板と、を備え、終端基板には熱伝導手段を配置する。

[0011] 本発明の一側面に係る光デバイスによれば、終端抵抗により変調信号を終

端することで終端抵抗が発熱するが、終端基板に熱伝導手段を設けることで、終端抵抗で発生した熱が拡散される。このため、終端抵抗の発熱による終端基板の温度上昇を抑制することができるとともに、光変調素子の温度上昇も抑制することができる。これにより、光変調素子における光学特性が劣化するのを抑制し、光変調素子と終端基板とが熱膨張により接触して破損するのを抑制し、温度ドリフト現象を抑制することができる。

[0012] 本発明の一側面に係る光デバイスは、熱伝導手段が、第1の面における終端抵抗の周辺に配置されてもよい。本発明の一側面に係る光デバイスによれば、発熱源である終端抵抗で発生した熱をより効率的に拡散させることができる。このため、終端抵抗の発熱による終端基板の温度上昇をより効率的に抑制することができるとともに、光変調素子の温度上昇も抑制することができる。これにより、光変調素子における光学特性が劣化するのを抑制し、光変調素子と終端基板とが熱膨張により接触して破損するのを抑制し、温度ドリフト現象を抑制することができる。

[0013] 本発明の一側面に係る光デバイスは、熱伝導手段における、終端抵抗を境に電気光学基板から離れる側に形成された面積が、終端抵抗を境に電気光学基板側に形成された面積よりも大きくてもよい。本発明の一側面に係る光デバイスによれば、発熱源である終端抵抗で発生した熱を、光学特性に対して影響の大きい電気光学基板から離れる方向に効率的に拡散させることができる。このため、光変調素子の温度上昇を抑制することができる。これにより、光変調素子における光学特性が劣化するのを抑制し、温度ドリフト現象を抑制することができる。

[0014] 本発明の一側面に係る光デバイスは、第1の面の面積が 5 mm^2 以上であってもよい。なお、本発明の一側面において各信号電極と電氣的に接続される終端抵抗の数は1つでもよいし複数でもよい。本発明の一側面に係る光デバイスでは、終端抵抗により変調信号を終端することで終端抵抗が発熱する。そこで、終端基板における終端抵抗が設けられた面の面積を 5 mm^2 以上にするすることで、終端抵抗の発熱による終端基板の温度上昇を抑制することができる。

るとともに、光変調素子の温度上昇も抑制することができる。これにより、光変調素子における光学特性が劣化するのを抑制し、光変調素子と終端基板とが熱膨張により接触して破損するのを抑制し、温度ドリフト現象を抑制することができる。

[0015] 本発明の一側面に係る光デバイスは、熱伝導手段は、終端基板における第1の面、及び第1の面と対向する第2の面に配置され、第1の面と第2の面にそれぞれ配置された熱伝導手段は、終端基板に形成された熱伝導孔を介して互いに接続されてもよい。本発明の一側面に係る光デバイスによれば、終端抵抗で発生した熱を終端基板の第1の面と第2の面にそれぞれ配置された熱伝導手段で効率的に終端基板に分散させることができる。このため、終端基板の温度が局所的に高くなることを更に抑制することができるとともに、終端基板及び光変調素子の温度上昇を更に抑制することができる。

[0016] 本発明の一側面に係る光デバイスは、終端抵抗を境にして電気光学基板から離れる位置に形成された全ての熱伝導孔により伝導する熱量は、終端抵抗を境に電気光学基板側に形成された全ての熱伝導孔により伝導する熱量よりも大きくてもよい。本発明の一側面に係る光デバイスによれば、発熱源である終端抵抗で発生した熱を、光学特性に対して影響の大きい電気光学基板から離れる方向に効率的に拡散することができる。このため、光変調素子の温度上昇を抑制することができる。これにより、光変調素子における光学特性が劣化するのを抑制し、温度ドリフト現象を抑制することができる。

[0017] 本発明の一側面に係る光デバイスは、終端抵抗と電気光学基板との距離が、0.5 mm以上であってもよい。本発明の一側面に係る光デバイスによれば、終端抵抗と電気光学基板との距離を0.5 mm以上とすることで、終端抵抗で発生する熱がワイヤボンディングのワイヤを通して電気光学基板に伝わることを抑制することができる。これにより、光変調素子における光学特性が劣化するのを抑制し、温度ドリフト現象を抑制することができる。

発明の効果

[0018] 本発明の一側面によれば、終端回路での発熱による光学特性の劣化及び基

板の破損を抑制し、温度ドリフト現象を効果的に抑制することができる。

図面の簡単な説明

- [0019] [図1]一実施形態に係る光変調器の構成を概略的に示す図である。
- [図2]図 1 に示す光変調器の一部拡大図である。
- [図3]図 1 に示す光変調器の一部拡大図である。
- [図4]終端基板裏面を示す図である。
- [図5]図 2 における V－V 線における断面図である。
- [図6]熱伝導手段の配置例を示す平面図である。
- [図7]熱伝導手段の配置例を示す平面図である。
- [図8]図 7 に示す V－V 線における断面図である。
- [図9]図 7 に示す X－X 線における断面図である。
- [図10]評価 1 における印加電力が 0.5 W である場合の解析結果を示す図である。
- [図11]評価 1 における印加電力が 1.0 W である場合の解析結果を示す図である。
- [図12]評価 1 における解析結果を示す図である。
- [図13]評価 3 における解析結果を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0020] 以下、添付図面を参照して実施形態を詳細に説明する。
- [0021] 図 1 は、一実施形態に係る光変調器の構成を概略的に示す図である。図 1 に示されるように、光変調器 1 は、光ファイバ F 1 によって導入された光波を変調して、光ファイバ F 2 に変調光を出力する光デバイスである。光変調器 1 は、光入力部 2 と、中継部 3 と、光変調素子 4 と、終端基板 5 と、光出力部 6 と、筐体 10 と、を備え得る。
- [0022] 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 F 1 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F 2を挿入するための開口が設けられている。筐体10は、例えば、光入力部2、中継部3、光変調素子4、終端基板5及び光出力部6を収容する。

[0023] 光入力部2は、光ファイバF 1によって導入される光波を光変調素子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。

[0024] 中継部3は、外部から供給される電気信号（一般的に5～8V）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10c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。

[0025] 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から供給される光波を変調光に変換する素子である。光変調素子4は、基板41（電気光学基板）と、複数の光導波路42と、複数の信号電極43と、を備え得る。基板41は、例えばリチウムナイオベート（ LiNbO_3 ）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41は方向Aに沿って延びており、方向Aにおける両端部である一端部41a及び他端部41bを有する。

[0026] 光導波路42は、基板41上に設けられている。光導波路42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、DQPSK（Differential Quadrature Phase Shift Keying：差動4値位相変調）変調などで用いられるネスト型変調器の構成を用いている。この場合、光導波路42は、マッハツェンダ部420の2つの分岐導波路上に、マッハツェンダ部421及びマッハツェンダ部422が設けられた構造を有する。すなわち、マッハツェンダ部420の入力導波路42aは基板41の一端部41aから方向Aに沿って延び、分岐されてマッハツェンダ部421の入力端及びマッハツェンダ部422の入力端にそれぞれ接続されている。マッハツェンダ部420の出力導波路42bでは、マッハツェンダ部421の出力端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が合流して方向 A に沿って他端部 4 1 b まで延びている。

[0027] 信号電極 4 3 は、変調信号に応じた電界を光導波路 4 2 に印加するため基板 4 1 上に設けられ、主に金 (Au) などで形成される。

[0028] 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 には、中継部 3 から出力される変調信号がそれぞれ印加される。

[0029] 光変調素子 4 では、光入力部 2 から光変調素子 4 に供給される光波は、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。分岐された光波は、マッハツェンダ部 4 2 1 及びマッハツェンダ部 4 2 2 を通過する際に、信号電極 4 3 に供給された変調信号により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及びマッハツェンダ部 4 2 2 において変調された変調光は、不図示の位相差付与手段により 90 度の位相差を付与され、出力導波路 4 2 b において合波されて光変調素子 4 から出力される。ここで信号電極 4 3 からの電界により光導波路 4 2 を伝播する光への変調作用が及ぶ光導波路を「作用部」という。

[0030] 終端基板 5 は、変調信号の電氣的終端であり、半田又は金スズなどのろう材、あるいは接着剤などにより筐体 10 の内部に固定されている。詳細は後述する。

[0031] 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、基板 4 1 の他端部 4 1 b に設けられている。

[0032] 図 2 及び図 3 は、図 1 に示す光変調器の一部拡大図である。図 1 ～図 3 に示すように、終端基板 5 は、基板 4 1 との間に所定の隙間を空けた位置に配置されており、光変調素子 4 の信号電極 4 3 の各々に共通した基板としている。基板 4 1 と終端基板 5 との隙間は $10\ \mu\text{m}$ 以上 $100\ \mu\text{m}$ 以下としてもよい。 $10\ \mu\text{m}$ 以上とすることで組み立て時に又は熱膨張により互いの接触を避けることができる。また $100\ \mu\text{m}$ 以下とすることで信号電極を伝播す

る高周波信号の特性劣化を防ぐことができる。

[0033] 本実施形態では、1つの終端基板5上に2つの信号電極が配置され、それぞれの信号電極に2つの終端抵抗及び2つのコンデンサが配置された例として説明する。なお、本実施例では終端基板5が一つであるが、終端基板5は、信号電極の数に応じて複数に分割されていてもよい。この場合、分割された終端基板間同士の離間距離が互いに熱的影響を受ける範囲内であれば、終端基板5を一体とみなすことができる。

[0034] 終端基板5は、例えば、アルミナから構成されており、厚さが0.1mm～1.0mmの矩形平板状の部材である。そして、終端基板5上には信号電極43に印加された変調信号を終端するための終端回路51が設けられている。終端回路51は、終端回路用信号電極52と、終端回路用信号電極52に接続される1又は複数の終端抵抗53と、終端回路用接地電極54と、DCブロック用のコンデンサ55と、DC入力用電極56への高周波信号を遮断するための抵抗またはインダクタ57と、終端抵抗53をコンデンサ55及びインダクタ57に接続する電極58と、を備えている。DC入力用電極56へは外部のDC電源からバイアス電圧が印加される。なお、終端基板5上には、コンデンサ及びインダクタなどを含まず、発熱源である終端抵抗のみが配置される構成としてもよい。ここで、終端基板5における終端抵抗53が設けられた面を「終端基板表面5A」（第1の面）といい、終端基板5における終端抵抗53が設けられた面と対向する面を「終端基板裏面5B」（第2の面）という。

[0035] 終端回路用信号電極52及び終端回路用接地電極54は、終端基板5上に形成され、ワイヤボンディングにより形成されるワイヤ59により光変調素子4の信号電極43及び接地電極（不図示）と電氣的に接続される。

[0036] 終端抵抗53は変調信号の反射を防止するために設けられており、信号電極43に印加された変調信号の電力が熱として消費される。このため、終端抵抗53の一端は、終端回路用信号電極52に接続されており、終端抵抗53の他端は、終端回路用接地電極54に接続されている。終端抵抗53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。1つの信号電極に複数の終端抵抗を接続する場合は、合成されたインピーダンスが 50 Ω 程度となっていればよい。そして、各終端抵抗 5 3 の発熱により基板 4 1 が高温になるのを抑制するために、終端抵抗 5 3 と基板 4 1 との距離が 0.5 mm 以上となっている。また、各終端抵抗 5 3 の発熱により終端基板 5 が局所的に高温になるのを抑制するために、終端回路用信号電極 5 2 に接続される各終端抵抗 5 3 は、互いに離れて配置されている。

[0037] 例えば、図 2 及び図 3 のように 1つの終端回路用信号電極 5 2 に複数の終端抵抗 5 3 を接続する場合を考える。この場合、複数の終端抵抗 5 3 同士を所定の間隔を置いて配置するとともに、他方の終端回路用信号電極 5 2 に接続される複数の終端抵抗 5 3 と、所定の間隔をおいて配置してもよい。このようにすることで、終端抵抗 5 3 が多い場合でも発熱源である終端抵抗 5 3 が分散して配置されるので、終端基板 5 が局所的に高温になることを抑制することができる。

[0038] また終端回路用信号電極 5 2 に終端抵抗 5 3 が 1つだけ接続される場合も同様に、一方の終端回路用信号電極 5 2 に接続される終端抵抗 5 3 と、他方の終端回路用信号電極 5 2 に接続される終端抵抗 5 3 とを、所定の間隔をおいて配置してもよい。このようにすることで、発熱源である終端抵抗 5 3 が分散して配置されるので、終端基板 5 が局所的に高温になることを抑制することができる。

[0039] 終端基板表面 5 A には、更に、熱伝導層 6 1（熱伝導手段 6 0）が形成されている。熱伝導層 6 1 は、終端抵抗 5 3 で発生した熱を終端基板 5 及び筐体 1 0 等に拡散させるものである。熱伝導層 6 1 は、熱伝導率が終端基板 5 と同等かそれ以上の材料であればよく、例えば、金、銀、銅、クロム又はそれらの合金、もしくは半田などの金属としてもよい。このため、熱伝導層 6 1 は、終端抵抗 5 3 で発生した熱を効率よく終端基板 5 に分散させる熱伝導手段としての役割を持つ。これにより、終端基板 5 の温度が局所的に高くなることを抑制できるとともに、終端基板 5 及び光変調素子 4 の許

容以上の温度上昇を抑制することができる。

[0040] 熱伝導層 6 1 は、終端回路が形成されたエリアを除いた位置に形成されてもよい。この場合、熱伝導層 6 1 は、図 2 及び図 3 のように終端抵抗 5 3 を境に基板 4 1 から離れる側に形成された面積が終端抵抗 5 3 を境に基板 4 1 側に形成された面積よりも大きくなるように形成されてもよい。このような構成とすることで発熱源である終端抵抗で発生した熱を、光学特性に対して影響の大きい電気光学基板から離れる方向に効率的に拡散させることができるので、光変調素子の温度上昇を抑制することができる。これにより、光変調素子における光学特性が劣化するのを抑制し、温度ドリフト現象を抑制することができる。

[0041] 図 2 は、絶縁性を有する熱伝導層 6 1 の配置例を示している。図 2 に示すように、熱伝導層 6 1 が絶縁性を有する場合は、例えば、熱伝導層 6 1 を、終端回路 5 1 に接続させた状態で終端回路 5 1 の周囲（周辺）に配置する。

[0042] 図 3 は、導電性を有する熱伝導層 6 1 の配置例を示している。図 3 に示すように、熱伝導層 6 1 が導電性を有する場合は、例えば、熱伝導層 6 1 を、終端回路 5 1 のコンデンサ 5 5、インダクタ 5 7、電極 5 8、及び DC 入力用電極 5 6 から離間させた状態で終端回路 5 1 の周囲（周辺）に配置する。また、熱伝導層 6 1 を、終端回路用接地電極 5 4 に接続するように配置する。

[0043] なお、熱伝導層 6 1 は、終端抵抗 5 3 及びコンデンサ 5 5 の固定位置、終端回路用信号電極 5 2、及びそれらとのギャップ部分を除いた終端基板表面 5 A の全面に配置されるのが放熱効率の観点からは望ましい。但し、放熱効果が得られる範囲であれば、終端回路用接地電極 5 4 は終端基板表面 5 A の一部に配置されてもよい。

[0044] 終端基板表面 5 A の面積は、 5 mm^2 以上としてもよい。この場合、終端基板表面 5 A の面積は、 9 mm^2 以上であることが好ましい。なお、終端基板表面 5 A の面積の上限は 70 mm^2 以下としてもよい。

[0045] 終端基板 5 は、各終端抵抗 5 3 が変調信号の電力を消費して発熱すること

により、温度が高くなる。そこで、終端基板表面 5 A の面積を 5 mm^2 以上にする事で、終端基板 5 自体の放熱効果により、終端抵抗 5 3 の発熱による終端基板 5 の温度上昇を抑制することができるとともに、光変調素子 4 の温度上昇も抑制することができる。これにより、光変調素子 4 における光学特性が劣化するのを抑制することができ、光変調素子 4 及び終端基板 5 が熱膨張により接触して破損するのを抑制することができ、温度ドリフト現象を抑制することができる。そして、終端基板表面 5 A の面積を 9 mm^2 以上にする事で、この効果を更に向上することができる。

[0046] 一方、終端基板 5 の温度が高くなると、終端基板 5 が熱歪により変形する。このとき、終端基板 5 と筐体 1 0 とは、互いに線膨張係数の異なる異素材で構成されるので、終端抵抗 5 3 の発熱により終端基板 5 全体の変形量が大きくなると終端基板 5 が破損する恐れがある。そこで、終端基板表面 5 A の面積を 70 mm^2 以下にする事で、熱歪による終端基板 5 全体の変形量が小さくなるので、終端基板 5 が破損するのを抑制することができる。

[0047] 図 4 は、終端基板裏面を示す図である。図 5 は、図 2 における V-V 線における断面図である。図 4 及び図 5 に示すように、終端基板裏面 5 B には、熱伝導層 6 2（熱伝導手段 6 0）が形成されている。熱伝導層 6 2 は、終端抵抗 5 3 で発生した熱を終端基板 5 及び筐体 1 0 等に拡散させるものである。熱伝導層 6 2 は、熱伝導率が終端基板 5 と同等かそれ以上の材料であればよく、例えば、金、銀、銅、クロム又はそれらの合金、もしくは半田などの金属としてもよい。

[0048] そして、終端基板表面 5 A にある熱伝導層 6 1 と、終端基板裏面 5 B にある熱伝導層 6 2 とは、終端基板 5 に形成された熱伝導孔 6 3 を介して接続されている。このため、熱伝導層 6 2 は、終端抵抗 5 3 で発生した熱を効率よく終端基板 5 に分散させる熱伝導手段としての役割を持つ。なお、熱伝導孔 6 3 にも、熱伝導層 6 1 及び熱伝導層 6 2 と同様の材料の熱伝導層（熱伝導手段）が形成されている。このように、終端基板 5 の表裏面に熱伝導層 6 1 及び熱伝導層 6 2 を形成することで、熱伝導孔 6 3 を介して終端抵抗 5 3 で

発生した熱を広い範囲の熱伝導層に効率的に分散させることができる。これにより、終端基板 5 の温度が局所的に高くなることを更に抑制することができる。これにより、終端基板 5 及び光変調素子 4 の温度上昇を更に抑制することができる。

[0049] なお、図 5 では、終端基板裏面 5 B に熱伝導層 6 2 を形成する構成としているが、熱伝導孔 6 3 を形成して熱伝導層 6 2 を形成しない構成としてもよい。これにより熱伝導層 6 2 を形成しない簡単な構成で終端基板 5 及び光変調素子 4 の温度上昇を更に抑制することができる。

[0050] また、本構成において更に終端基板裏面 5 B と筐体 1 0 とを半田又は金スズなどのろう材及び熱伝導性の接着剤などの熱伝導性材料で固定する場合は、熱伝導孔 6 3 に終端基板裏面 5 B と筐体 1 0 とを固定する熱伝導性材料を直接接続してもよい。

[0051] また図 2 ～図 5 では、終端基板表面 5 A にある熱伝導層 6 1 と終端基板裏面 5 B にある熱伝導層 6 2 とが熱伝導孔 6 3 を介して接続された構成としているが、熱伝導層 6 1、熱伝導層 6 2 及び熱伝導孔 6 3 のうち何れかが配置された構成としてもよく、それらの内の 2 つの組み合わせた構成としてもよい。

[0052] なお、熱伝導孔 6 3 には、その内壁面に熱伝導層 6 1 と熱伝導層 6 2 とを接続する熱導電層が形成されているが、熱伝導孔 6 3 の空間部分の全てまたは一部を熱伝導層で充填するように形成してもよい。これにより熱をより効率的に分散することができる。さらに熱伝導手段が金属の場合には、接地電極の接地効果を安定することもでき、より優れた電気特性を得ることができる。

[0053] 熱伝導孔 6 3 の位置、数、形状等は、特に限定されるものではない。熱伝導孔 6 3 の位置、数、形状等は、終端抵抗 5 3 を境にして基板 4 1 から離れる位置に形成された全ての熱伝導孔 6 3 により伝導する熱量は、終端抵抗 5 3 を境に基板 4 1 側に形成された全ての熱伝導孔 6 3 により伝導する熱量よりも大きくなるように、設定してもよい。具体的に説明すると、熱伝導孔 6

3の内壁面に熱伝導層が形成された場合、もしくは熱伝導孔63の内部に熱伝導層が充填された場合においては、熱伝導孔63の断面における熱伝導層の面積の合計を考慮すればよい。また、熱伝導孔63が全て同じ形状の場合においては、終端抵抗53を境に基板41から離れる位置に形成された熱伝導孔63の個数の合計が、基板41側に形成された熱伝導孔63の個数の合計より多くなるように形成すればよい。

[0054] また、熱伝導孔63の形状又は体積が同じでない場合、熱伝導孔63の内壁面に形成された熱導電層に用いる材料が一部異なる場合、もしくは熱伝導孔63の内部に充填される熱導電層の一部が異なる材料で形成される場合は、次のようにすればよい。すなわち、終端抵抗53を境に基板41から離れる位置に形成された各熱伝導孔の熱伝導の合計が、基板41側に形成された各熱伝導孔の熱伝導の合計より多くなるように形成すればよい。

[0055] また、終端回路51に複数形成される終端抵抗53間の離間距離は、終端基板5の温度上昇抑制の効果と基板サイズの大型化回避の問題を考慮した所定の範囲内としてもよい。

[0056] 当該離間距離が所定の距離以上あることにより、終端基板5における発熱源を局所的に集中させずに分散させることができる。このため、終端基板5の温度上昇を抑制することができるとともに、光変調素子4の温度上昇も抑制することができる。これにより、光変調素子4における光学特性が劣化するのを抑制し、光変調素子4及び終端基板5が熱膨張により接触して破損するのを抑制し、温度ドリフト現象を抑制することができる。

[0057] 一方、当該離間距離が所定の距離以下であることにより、終端基板5が大型化するのを抑制することができる。

[0058] また、終端抵抗53と基板41との距離は、基板41の温度上昇抑制の効果又は光学特性劣化の問題を考慮した所定の範囲内としてもよい。

[0059] 終端抵抗53と基板41との距離が所定の距離以上であることにより、発熱源である終端抵抗53からの熱がワイヤボンディングのワイヤ59を経由して基板41に伝わること又は輻射により基板41に伝わることを抑制でき

、基板 4 1 の温度上昇を抑制するとともに光学特性の劣化を抑制することができる。

[0060] 一方、終端抵抗 5 3 と基板 4 1 との距離が所定の距離以下であることにより、光学特性の劣化を抑制すると同時に光変調器 1 が大型化するのを抑制することができる。

[0061] また、作用部における信号電極 4 3 と終端回路 5 1 の終端抵抗 5 3 との最短距離は、基板 4 1 の温度上昇抑制の効果又は光学特性劣化の問題を考慮した所定の範囲内としてもよい。

[0062] 当該最短距離が所定の距離以上あることにより、終端抵抗 5 3 からの伝熱により、温度ドリフト現象などの光学特性劣化に対する影響力の大きい作用部の温度が高くなり過ぎるのを抑制することができる。このため、作用部における熱の影響を抑制することができる。これにより、光変調素子 4 における光学特性が劣化するのを抑制し、温度ドリフト現象を抑制することができる。

[0063] 一方、当該最短距離が所定の距離以下であることにより、光変調器 1 が大型化するのを抑制することができる。

[0064] 以上、本発明の好適な実施形態について説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。

[0065] 例えば、上記実施形態では、光変調器を例に説明したが、本発明は光変調器に限られることはなく、終端抵抗を有する終端基板を有する光デバイスであれば光スイッチなど他のデバイスであってもよい。

[0066] また、上記実施形態では、熱伝導手段を接地電極とは別体であるものとして説明したが、熱伝導手段は接地電極を兼ねてもよい。この場合、熱伝導手段と接地電極とは電氣的に接続される。この場合、熱伝導手段と接地電極とを、同じ材料で構成される一様な接地電極としてもよい。

[0067] また、上記実施形態では、終端回路用信号電極及び終端回路用接地電極の具体的な形状を説明しなかったが、終端回路用信号電極及び終端回路用接地電極を電気光学基板側に曲げるものとしてもよい。これにより、終端基板の

所望の方向の長さを短くすることができるので、光デバイスの更なる小型化が可能となる。

[0068] また、上記実施形態では、熱伝導手段を終端基板の表裏面（終端基板表面 5 A 及び終端基板裏面 5 B）に形成するものとして説明した。しかしながら、終端抵抗 5 3 で発生した熱を拡散させることができれば、熱伝導手段の形成位置及び形状などは特に限定されるものではなく、例えば、図 6～図 9 に示すものとしてもよい。図 6 は、熱伝導手段の配置例を示す平面図である。図 7 は、熱伝導手段の配置例を示す平面図である。図 8 は、図 7 に示す V I I I - V I I I 線における断面図である。図 9 は、図 7 に示す I X - I X 線における断面図である。

[0069] 図 6 に示す熱伝導手段 6 4 は、終端基板 5 の側面に形成されている。このように熱伝導手段 6 4 を終端基板 5 の側面に形成しても、終端抵抗で発生した熱を拡散させることができる。

[0070] 図 7 に示す熱伝導手段 6 5 は、終端基板 5 の側面に形成されて、筐体 1 0 に接続されている。このように終端基板 5 の側面に形成される熱伝導手段 6 5 を筐体 1 0 に接続することで、終端抵抗で発生した熱を終端基板 5 から筐体 1 0 に拡散させることができる。この場合、熱伝導手段 6 5 と筐体 1 0 との接触面積が増えるので、終端抵抗で発生した熱を効果的に筐体 1 0 に拡散させることができる。

[0071] 熱伝導手段 6 5 としては、半田又は金スズなどのろう材、あるいは高熱伝導性の接着剤、ワイヤボンディングなどの金属線、リボンなどが用いられる。また熱伝導手段 6 5 として終端基板 5 の線膨張係数と筐体 1 0 の線膨張係数との間の値をもつ部材を用いた場合、終端基板 5、筐体 1 0、基板 4 1 で発生する応力歪みが緩和され光デバイスとしての光学特性の劣化を抑制することができるので、より好適である。

[0072] なお、熱伝導手段 6 5 としてワイヤボンディングなどの金属線、リボンを用いる場合は、終端基板 5 の表面と終端基板 5 の周囲に位置して終端基板 5 が固定される筐体 1 0 の表面とを接続することで、容易にワイヤボンディン

グを行うことができる。

[0073] 図8に示す熱伝導手段65aは、筐体10を掘り下げた凹部に配置された終端基板5の周囲に形成されている。つまり、筐体10を掘り下げた凹部に終端基板5を配置し、終端基板5と筐体10との間に熱伝導手段65aを充填することにより、熱伝導手段65aが終端基板5の周囲と筐体10とに接続されている。これにより、終端抵抗で発生した熱を終端基板5から筐体10に拡散させることができる。

[0074] 図9に示す熱伝導手段65bは、図8に示す熱伝導手段65aと同様であるが、更に、終端基板裏面5Bと筐体10との間にも熱伝導手段65bが充填されている。これにより、終端抵抗で発生した熱を更に終端基板5から筐体10に拡散させることができる。なお、熱伝導手段65bは終端基板5と筐体10とを固定するための固定材を兼ねていてもよい。

実施例

[0075] 次に、本発明の実施例について説明する。なお、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

[0076] [評価1]

評価1では、終端基板表面5Aの面積が変えられた4つの光変調器1をモデルとして、終端基板5及び基板41の温度状態をシミュレーションにより解析した。

[0077] 比較例1は、終端基板表面5Aの面積を 2.5 mm^2 とした。実施例1は、終端基板表面5Aの面積を 5 mm^2 とした。実施例2は、終端基板表面5Aの面積を 9 mm^2 とした。実施例3は、終端基板表面5Aの面積を 17 mm^2 とした。

[0078] 筐体10の材料はステンレス (SUS304)、基板41の材料はLN、終端基板5の材料はアルミナ (Al_2O_3)、終端回路用信号電極52の材料は金 (Au)、終端抵抗53の材料をニッケル (Ni) とした。また、基板41の寸法は 2.0 mm (縦) $\times$ 1.0 mm (厚み)、終端基板5の厚みは 0.3 mm 、終端回路用信号電極52の厚さは $10\text{ }\mu\text{ m}$ 、とした。また計算を

簡単にするため終端基板表面 5 A 上にはコンデンサは配置せず発熱源である終端抵抗のみとした。2つの終端回路用信号電極 5 2 にはそれぞれ1つの終端抵抗 5 3 を接続した。

[0079] そして、終端抵抗 5 3 に 0.5 W と 1.0 W の電力を印加したときの、終端基板 5 及び基板 4 1 の最高温度を解析した。解析結果から 0.5 W と 1.0 W の各条件におけるそれぞれの最小温度を 0 とした時の温度変化（相対温度）を求めたものを表 1 に示し、それをグラフ化したものを図 10 及び図 11 に示す。なお、基板 4 1 において最高温度を示した点は終端基板 5 と対向する付近であった。表 1 にはその点における最高温度を示す。

[表1]

	終端基板表面 の面積 [mm ²]	印加電力: 0.5 W		印加電力: 1.0 W	
		終端基板 の相対温度 [°C]	LN基板 の相対温度 [°C]	終端基板 の相対温度 [°C]	LN基板 の相対温度 [°C]
比較例1	2.5	14	3	28	7
実施例1	5	9	1	18	3
実施例2	9	8	1	17	1
実施例3	17	8	0	16	0

表 1、図 10 及び図 11 に示すように、印加電力の大きい方が終端基板 5 及び基板 4 1 の温度上昇が大きくなっているが、終端基板表面 5 A の面積の変化に対する終端基板 5 及び基板 4 1 の温度変化の関係は、印加電力が異なっても同様の関係を示した。つまり、終端基板表面 5 A の面積が 5 mm² よりも小さい場合は、終端基板表面 5 A の面積が小さくなるに従い温度が急峻に高くなった。これに対し、終端基板表面 5 A の面積が 5 mm² 以上の場合は、終端基板表面 5 A の面積の変化に拘らず殆ど温度変化がなかった。

[0080] このような結果から、終端基板表面 5 A の面積を 5 mm² 以上とすることで、終端基板 5 及び基板 4 1 の温度上昇を抑えることができるとともに、終端基板表面 5 A の面積の変化に拘らず、略同程度の温度上昇を抑えることができる。また終端抵抗 5 3 に印加される電力が変化しても同様に終端基板表面 5 A の面積の変化に拘らず、略同程度の温度上昇を抑えることができる。また終端基板表面 5 A の面積を 9 mm² 以上とすることで更に高い効果が得られることが分った。

[0081] これにより製造条件のバラツキにより終端基板 5 のサイズが異なっても終端基板 5 及び基板 4 1 の温度上昇を略同程度に抑えることができる。このため、光変調素子における温度ドリフト現象など温度上昇に起因する光学特性への影響のバラツキも抑えることができ、光学特性のバラツキの少ない光変調素子を提供することが可能となる。

[0082] また終端抵抗 5 3 に印加される電力が変化しても同様な効果が得られるので、光変調素子の駆動電圧が変更されても同一サイズの終端基板 5 を用いることができ、駆動電圧の仕様毎に異なるサイズの終端基板 5 を揃える必要がなくなる。

[0083] 次に、比較例 1 及び実施例 1 ～ 3 について、終端基板 5 付近の基板 4 1 における 10 mm 幅の範囲の温度差を解析した。解析結果における最小温度を 0 とした時の温度変化（相対温度）を求めたものを表 2 に示し、それをグラフ化したものを図 1 2 に示す。

[表2]

	終端基板表面 の面積 [mm ²]	LN基板 の相対温度 [°C]
比較例1	2.5	3
実施例1	5	1
実施例2	9	1
実施例3	17	0

表 2 及び図 1 2 に示すように、終端基板表面 5 A の面積が 5 mm² よりも小さい場合は、終端基板表面 5 A の面積が小さくなるに従い温度差が急峻に大きくなった。これに対し、終端基板表面 5 A の面積が 5 mm² 以上の場合は、終端基板表面 5 A の面積の変化に拘らず温度差が安定し、更に終端基板表面 5 A の面積が 9 mm² 以上の場合は、更に温度差が安定した。

[0084] このような結果から、終端基板表面 5 A の面積を 5 mm² 以上、更には 9 mm² 以上とすることで、基板 4 1 の温度差を小さく抑えることができるとともに、終端基板表面 5 A の面積の変化に拘らず略同程度の温度差にすることができることが分かった。

[0085] これにより基板 4 1 の温度差を小さく抑えることができるので、光変調素

子における温度ドリフト現象など温度上昇に起因する光学特性への影響のバラツキも抑えることができ、光学特性のバラツキの少ない光変調素子を提供することが可能となる。

[0086] [評価2]

評価2では、終端基板表面5Aの面積は同じであるが、終端基板表面5Aの形状が変えられた2つの光変調器1をモデルとして、終端基板5及び基板41の温度状態をシミュレーションにより解析した。

[0087] 実施例4及び実施例5ではどちらも、終端基板5を矩形平板状として、終端基板表面5Aの面積を同じとした。実施例4は、終端基板5の辺の長さの比（縦横比）を1.2とし、実施例5は、終端基板5の辺の長さの比を1.0とした。

[0088] そして、信号電極43に0.5Wの電力を印加したときの、終端基板5及び基板41の最高温度を解析した。解析結果における最小温度を0とした時の温度変化（相対温度）を求めたものを表3に示す。

[表3]

	終端基板の 辺の長さの比	印加電力:0.5W	
		終端基板 の相対温度 [°C]	LN基板 の相対温度 [°C]
実施例4	1.2	8	0
実施例5	1.0	5	0

表3に示すように、終端基板表面5Aの面積が同じであれば、終端基板5の辺の長さの比を変えても、終端基板5及び基板41の温度に大きな変化はなかった。

[0089] このような結果から、終端基板5の形状よりも、終端基板表面5Aの面積の方が、終端基板5及び基板41の温度上昇に影響を与えることが分かった。このため、終端基板5の形状に関わらず終端基板5の面積を5mm²以上とすることが温度上昇を抑えるためには重要となる。

[0090] [評価3]

評価3では、評価2と同様に、終端基板表面5Aの面積は同じであるが、終端抵抗53の配置が変えられた4つの光変調器1をモデルとして、終端基

板 5 の温度状態をシミュレーションにより解析した。

[0091] 終端抵抗 5 3 の中心と終端基板 5 における基板 4 1 側の端縁との距離 d (図 3 参照) が、実施例 6 では 0.2 mm、実施例 7 では 0.5 mm、実施例 8 では 1.0 mm、実施例 9 では 2.0 mm となるように終端抵抗 5 3 を配置した。

[0092] そして、終端抵抗 5 3 の位置に対する終端基板 5 における基板 4 1 側の端縁の温度 (T_e) を解析した。解析結果を表 4 に示し、それをグラフ化したものを図 1 3 に示す。なお、終端基板 5 における基板 4 1 側の端縁に対する終端抵抗 5 3 の中心位置を抵抗位置という。また、表 4 において終端基板の相対温度とは、温度 (T_e) のうち最小温度を 0 とした時の温度変化 (相対温度) を求めたものである。

[表4]

	抵抗位置 [mm]	終端基板 の相対温度 [°C]
実施例6	0.2	4.9
実施例7	0.5	2.7
実施例8	1.0	1.7
実施例9	2.0	0.0

表 4 及び図 1 3 に示すように、抵抗位置が 0.5 mm よりも短い場合は、終端基板の相対温度が急峻に大きくなった。これはワイヤ 5 9 付近の終端基板 5 の温度が終端抵抗 5 3 と同じく高い温度となっており、基板 4 1 に熱が伝わり易い状態であることを意味する。また抵抗位置が 0.5 mm 以上の場合は、終端基板の相対温度が小さくなり安定している。これはワイヤ 5 9 付近の終端基板 5 の温度が終端抵抗 5 3 付近よりも低い温度となっており、基板 4 1 に熱が伝わりづらい状態であることを意味する。

[0093] このような結果から、抵抗位置を 0.5 mm 以上とすることで、終端抵抗 5 3 で発生した熱がワイヤボンディングのワイヤ 5 9 を通じて基板 4 1 に伝わることを抑制することができる。このため、光変調素子における温度ドリフト現象など温度上昇に起因する光学特性への影響のバラツキも抑えることができ、光学特性のバラツキの少ない光変調素子を提供することが可能とな

る。

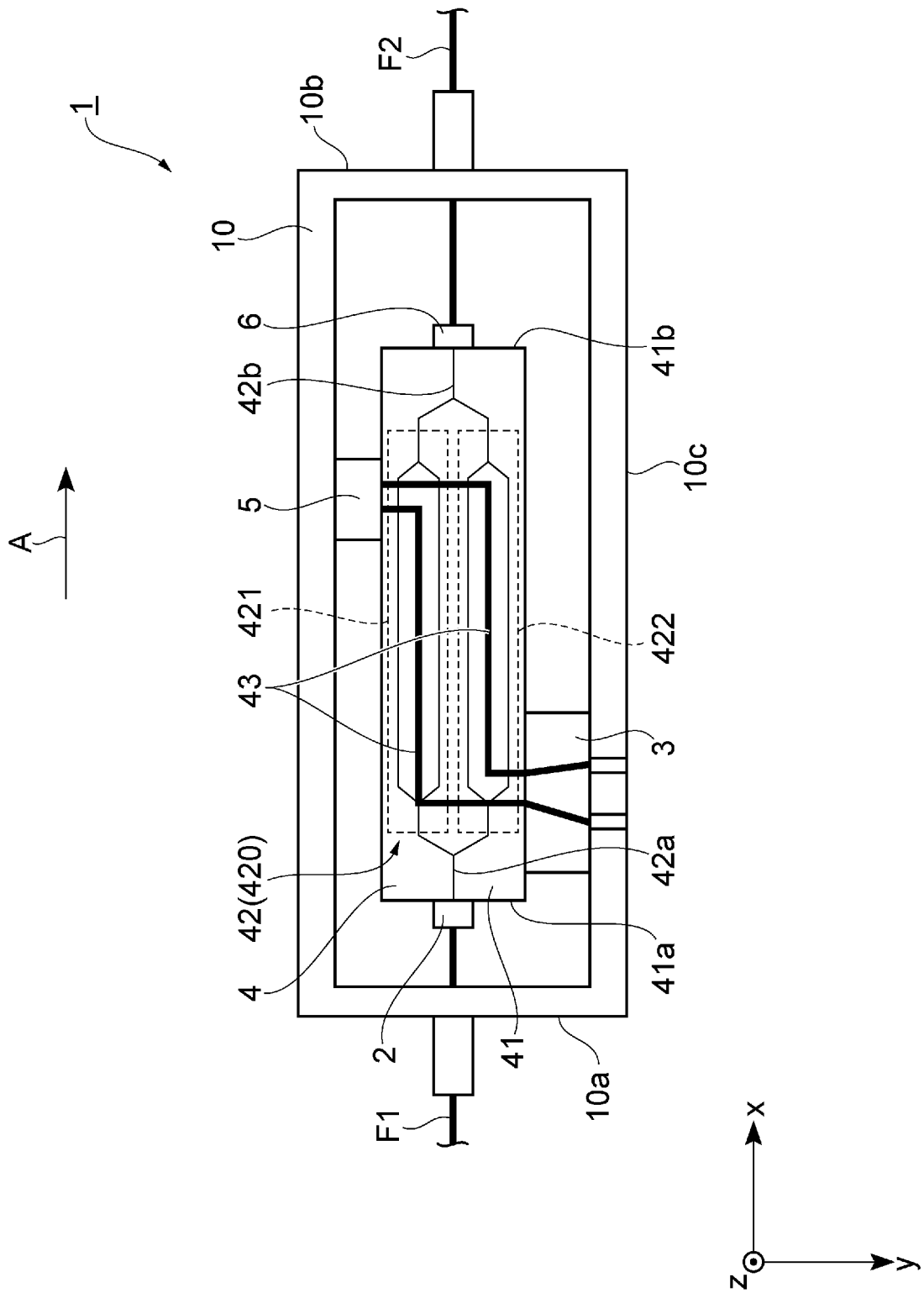
符号の説明

[0094] 1…光変調器（光デバイス）、2…光入力部、3…中継部、4…光変調素子、5…終端基板、5 A…終端基板表面（第1の面）、5 B…終端基板裏面（第2の面）、6…光出力部、10…筐体、10 a…一端面、10 b…他端面、10 c…側面、41…基板、41 a…一端部、41 b…他端部、42…光導波路、42 a…入力導波路、42 b…出力導波路、43…信号電極、51…終端回路、52…終端回路用信号電極、53…終端抵抗、54…終端回路用接地電極、55…コンデンサ、56…DC入力用電極、57…インダクタ、58…電極、59…ワイヤ、60…熱伝導手段、61…熱伝導層、62…熱伝導層、63…熱伝導孔、64…熱伝導手段、65…熱伝導手段、65 a…熱伝導手段、65 b…熱伝導手段、420…マッハツェンダ部、421…マッハツェンダ部、422…マッハツェンダ部、F1…光ファイバ、F2…光ファイバ。

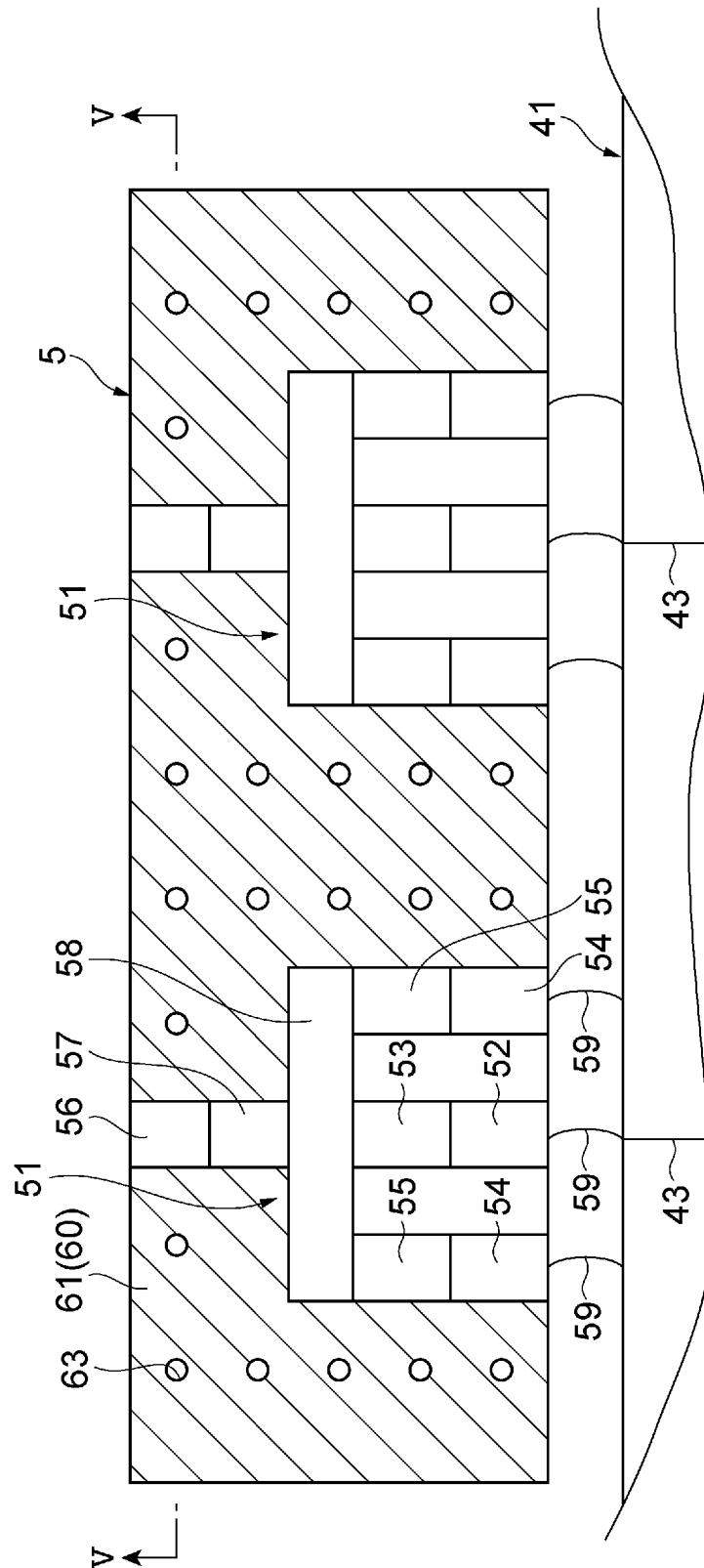
請求の範囲

- [請求項1] 電気光学効果を有する電気光学基板と、前記電気光学基板に設けられて光波が供給される複数の光導波路と、前記光導波路内を通過する前記光波を変調するための変調信号が供給される複数の信号電極と、を有する光変調素子と、
- 前記複数の信号電極と電氣的に接続されるとともに前記変調信号を終端する終端抵抗と、前記終端抵抗が第1の面に設けられた終端基板と、を備え、
- 前記終端基板には熱伝導手段を配置する、光デバイス。
- [請求項2] 前記熱伝導手段は、前記第1の面における前記終端抵抗の周辺に配置される、請求項1に記載の光デバイス。
- [請求項3] 前記熱伝導手段は、前記終端抵抗を境に前記電気光学基板から離れる側に形成された面積が、前記終端抵抗を境に前記電気光学基板側に形成された面積よりも大きい、請求項1又は2に記載の光デバイス。
- [請求項4] 前記第1の面の面積が 5 mm^2 以上である、請求項1～3の何れか一項に記載の光デバイス。
- [請求項5] 前記熱伝導手段は、前記終端基板における前記第1の面、及び前記第1の面と対向する第2の面に配置され、
- 前記第1の面と前記第2の面にそれぞれ配置された前記熱伝導手段は、前記終端基板に形成された熱伝導孔を介して互いに接続されている、請求項1～4の何れか一項に記載の光デバイス。
- [請求項6] 前記終端抵抗を境にして前記電気光学基板から離れる位置に形成された全ての熱伝導孔により伝導する熱量は、前記終端抵抗を境に前記電気光学基板側に形成された全ての熱伝導孔により伝導する熱量よりも大きい、請求項5に記載の光デバイス。
- [請求項7] 前記終端抵抗と前記電気光学基板との距離は、 0.5 mm 以上である、請求項1～6の何れか一項に記載の光デバイス。

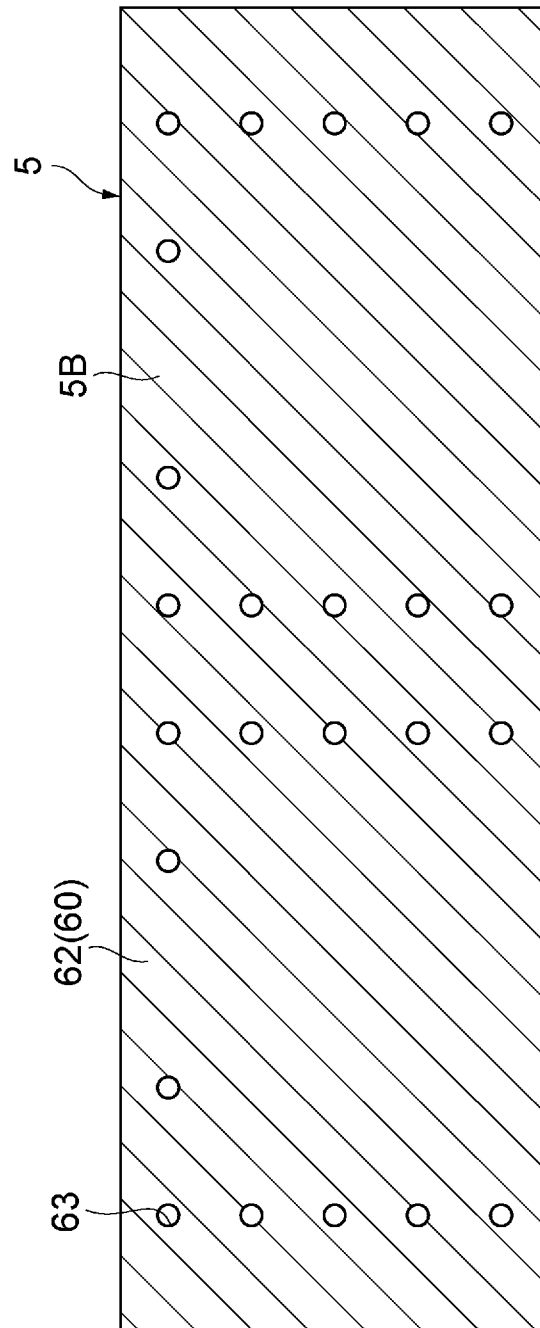
[図1]



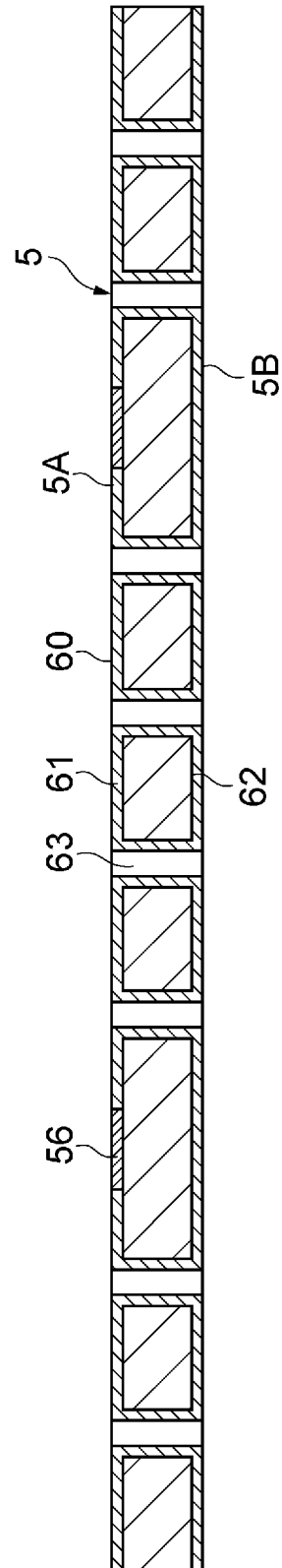
[図2]



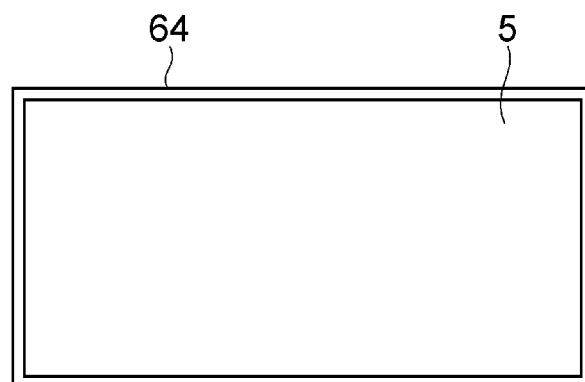
[図4]



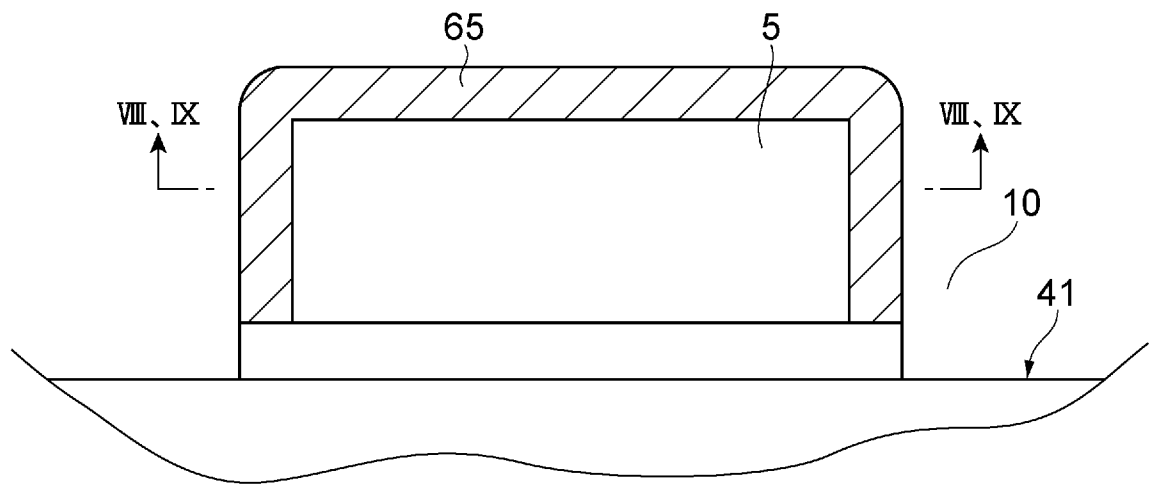
[図5]



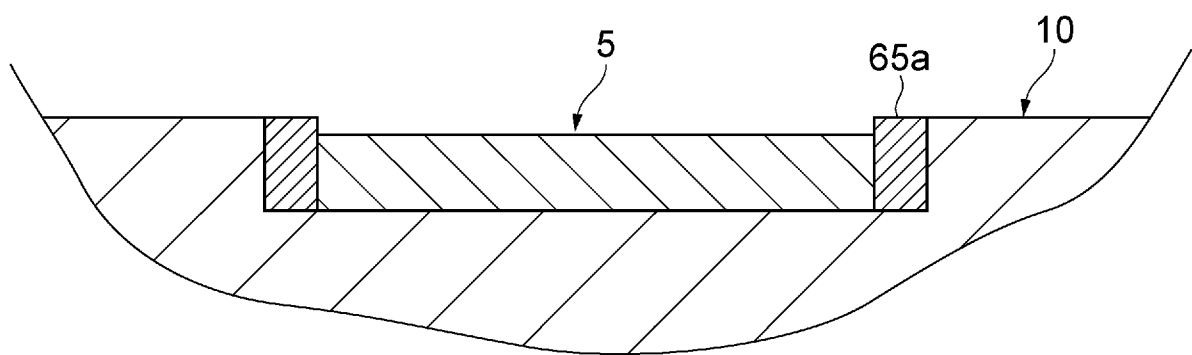
[図6]



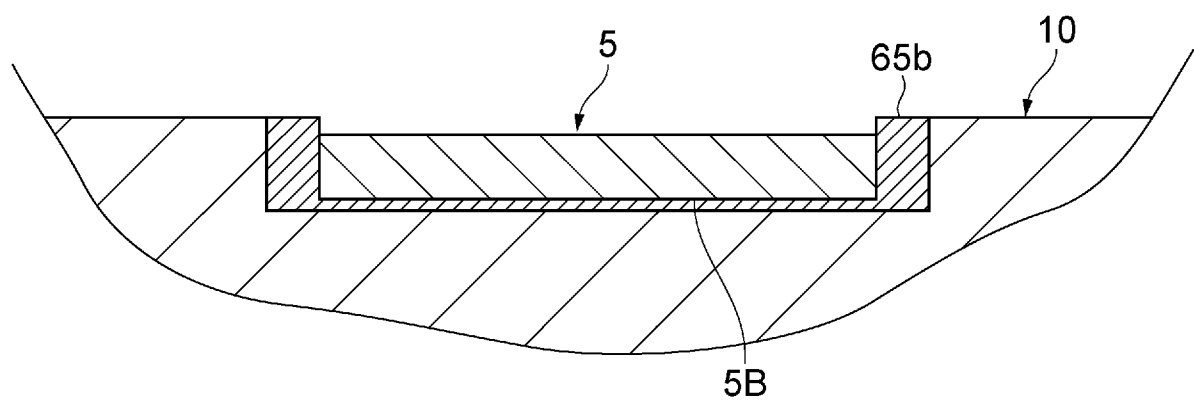
[図7]



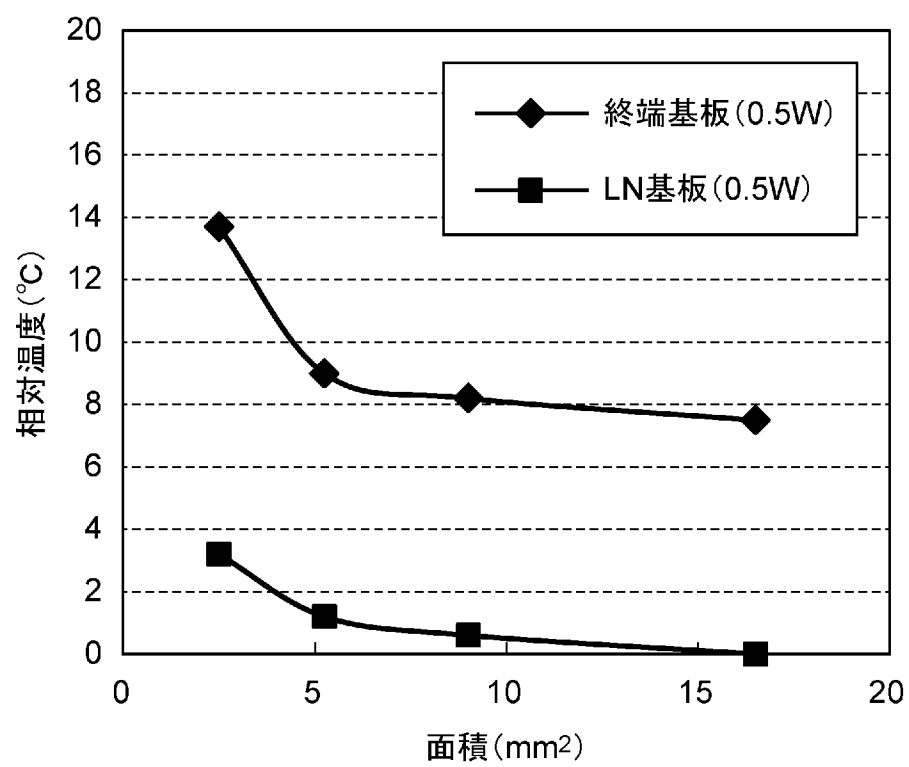
[図8]



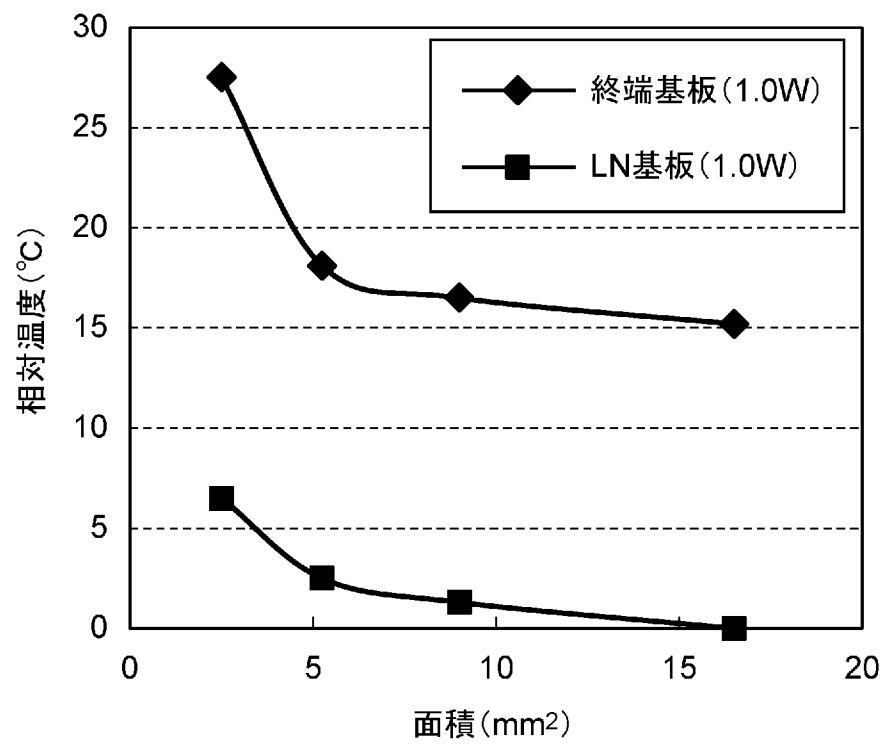
[図9]



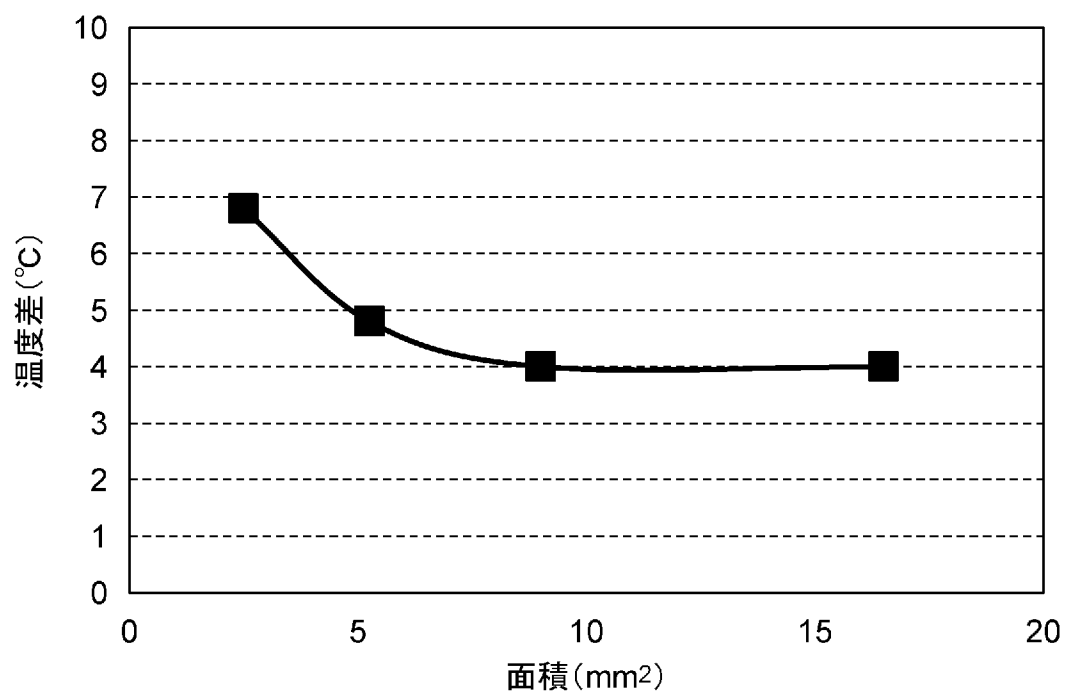
[図10]



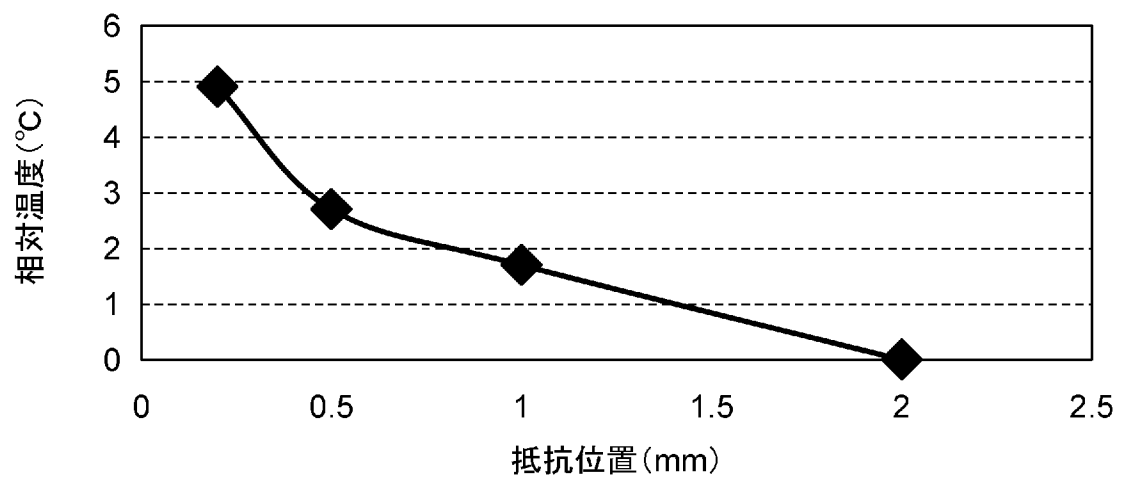
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/059295

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02F1/03(2006.01)i, G02F1/035(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02F1/00-1/125, H01L21/331, H01P3/02, H01P3/08, H05K1/00-1/02

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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

JSTPlus/JST7580 (JDreamIII)

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 2005-128440 A (Fujitsu Ltd.), 19 May 2005 (19.05.2005), paragraphs [0032], [0033]; fig. 9, 10 (Family: none)	1, 2 4, 7
Y	JP 2012-141632 A (Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.), 26 July 2012 (26.07.2012), paragraphs [0021] to [0025]; fig. 1 (Family: none)	1-7
Y	JP 8-148505 A (NEC Corp.), 07 June 1996 (07.06.1996), paragraph [0009]; fig. 1 (Family: none)	1-7

☒ 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
10 June, 2014 (10.06.14)

Date of mailing of the international search report
24 June, 2014 (24.06.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/059295

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 2003-295139 A (Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.), 15 October 2003 (15.10.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-7
A	WO 2010/064417 A1 (Nippon Telegraph and Telephone Corp.), 10 June 2010 (10.06.2010), entire text; all drawings & US 2011/229070 A1 & CN 102224444 A & JP 5363504 B2	1-7

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, 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（I P C））

Int.Cl. G02F1/00-1/125, H01L21/331, H01P3/02, H01P3/08, H05K 1/00-1/02

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 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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）

J S T P l u s / J S T 7 5 8 0 (J D r e a m I I I)

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 2005-128440 A（富士通株式会社）2005.05.19, 段落【0032】，【0033】，図9,10（ファミリーなし）	1, 2
Y		4, 7
Y	JP 2012-141632 A（住友大阪セメント株式会社）2012.07.26, 段落【0021】－【0025】，図1（ファミリーなし）	1-7
Y	JP 8-148505 A（日本電気株式会社）1996.06.07, 段落【0009】，図1（ファミリーなし）	1-7

☒ 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

1 0 . 0 6 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 6 . 2 0 1 4

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）

林 祥恵

2 X

4 0 8 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 4

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 2003-295139 A (住友大阪セメント株式会社) 2003. 10. 15, (全文全図) (ファミリーなし)	1-7
A	WO 2010/064417 A1 (日本電信電話株式会社) 2010. 06. 10, (全文全図) & US 2011/229070 A1 & CN 102224444 A & JP 5363504 B2	1-7