

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7098930号
(P7098930)

(45)発行日 令和4年7月12日(2022.7.12)

(24)登録日 令和4年7月4日(2022.7.4)

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 F	1/01 (2006.01)	G 0 2 F	1/01	F
G 0 2 F	1/035(2006.01)	G 0 2 F	1/035	
G 0 2 F	1/025(2006.01)	G 0 2 F	1/025	
H 0 4 B	10/516(2013.01)	H 0 4 B	10/516	
H 0 5 K	1/02 (2006.01)	H 0 5 K	1/02	F

請求項の数 6 (全11頁)

(21)出願番号	特願2017-253505(P2017-253505)	(73)特許権者	000183266 住友大阪セメント株式会社 東京都千代田区六番町 6 番地 2 8
(22)出願日	平成29年12月28日(2017.12.28)	(74)代理人	100116687 弁理士 田村 爾
(65)公開番号	特開2019-120724(P2019-120724 A)	(74)代理人	100098383 弁理士 杉村 純子
(43)公開日	令和1年7月22日(2019.7.22)	(74)代理人	100155860 弁理士 藤松 正雄
審査請求日	令和2年8月5日(2020.8.5)	(72)発明者	宮崎 徳一 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
		(72)発明者	菅又 徹 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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光変調器及びそれを用いた光送信装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光導波路が形成された光導波路基板と、
該光導波路基板に設けられ、該光導波路に変調信号に対応する電界を印加する変調電極とを有する光変調素子と、
該光変調素子の近傍に配置され、該変調信号を終端する終端抵抗を含む終端手段を基板の表面に備えた終端基板とを、筐体内に収容した光変調器において、
該終端基板の表面に、金属で形成した良熱伝導体を設け、該良熱伝導体は該終端手段から離間されて配置されると共に、該終端手段に対して該光導波路基板と反対側に配置されており、
該良熱伝導体と該筐体とを接続する放熱補助手段を設け、かつ、該終端手段と該放熱補助手段との間の距離は、該終端手段から該終端基板の該光導波路基板側の端部までの距離よりも短く設定されていることを特徴とする光変調器。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光変調器において、該光導波路基板に複数の変調電極が設けられ、該終端基板には複数の終端手段が設けられていることを特徴とする光変調器。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の光変調器において、該放熱補助手段は、該良熱伝導体と該筐体とを接続する、金属箔、ボンディングワイヤ、又は熱伝導性接着剤のいずれかであることを特徴とする光変調器。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の光変調器において、該良熱伝導体は、金属膜であることを特徴とする光変調器。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光変調器において、該終端基板の厚さは、該光導波路基板よりも薄く形成され、該終端基板が搭載される該筐体の搭載面と、該光導波路基板が搭載される該筐体の搭載面との間には段差が形成されていることを特徴とする光変調器。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の光変調器と、
該光変調器に印加するデータ信号を発生するデータ発生部と、
該光変調器に光波を入力する光源とを備えることを特徴とする光送信装置。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光変調器及びそれを用いた光送信装置に関する。特に、光変調素子と、該光変調素子の近傍に配置された終端基板とを、筐体内に収容した光変調器及びそれを用いた光送信装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、高速 / 大容量光ファイバ通信システムにおいて、光導波路を形成した基板を利用する光変調器や、そのような光変調器を組み込んだ光送信装置が多用されている。中でも、電気光学効果を有する LiNbO_3 (「LN」という。) を基板に用いた光変調器は、InP や Si や GaAs などの半導体系材料の変調器に比べ、高速 / 大容量光ファイバ通信システムに広く用いられている。この LN を用いた光変調器には、光を LN 基板中に閉じ込め導波する光導波路を備え、さらに、光導波路に電界を印加する制御電極が形成されている。また、制御電極には、高周波信号を印加する RF 電極 (信号電極) と、低周波信号や DC バイアス電圧が印加する DC バイアス電極がある。

20

【0003】

近年の伝送容量の増大化の流れを受け、高速 / 大容量光ファイバ通信システム用の光変調器の変調方式は、従来の強度変調 (On-Off keying) などから、位相変調を用いた QPSK (Quadrature Phase Shift Keying)、や DP-QPSK (Dual Polarization - Quadrature Phase Shift Keying) 等、多値変調や多値変調に偏波多重を取り入れた伝送フォーマットが主流になっている。更に、この DP-QPSK チップを複数用い多素子化し、より伝送容量を高めることも提案されている (例えば特許文献 1 参照)。

30

【0004】

図 1 に示すように、DP-QPSK 光変調器では、2 つのマッハツェンダー型光導波路で構成されるネスト型光導波路を 2 つ配置した光導波路 2 を LN 等の基板 (光導波路基板) 1 に形成している。さらに、各マッハツェンダー型光導波路が構成する変調部に、高周波信号を印加するため、基板 1 上には複数の信号電極 (不図示) を備えている。各信号電極には、入力用コネクタ 4 を介して変調信号が入力される。また、信号電極の終端には、終端抵抗を含む終端手段 7 0 (以下、単に「終端抵抗」ともいう。) が接続されている。各信号電極に対応して終端抵抗 7 0 が設けられる場合は、図 1 のように、複数の終端抵抗 7 0 を同一の終端基板 7 上に設け、光変調器の小型化を図る場合がある。LN 等の基板 (光導波路基板) 1 や終端基板 7 は、筐体 9 内に配置され、パッケージ化される。

40

【0005】

光変調器は高速で動作させるため、入力される電気信号が信号電極を伝搬して行く進行波型の電極構成が用いられる。信号電極に入力する信号周波数は、マイクロ波帯の高周波信号であり、これら入力された電気エネルギーは信号電極伝搬中の損失を除き殆ど全て終端抵抗 7 0 で消費され、ここで熱に変換される。

【0006】

50

DP-QPSKでは、4つの変調部を持っている。本構成にて位相変調方式に対応するためには、従来の単一変調器構造の強度変調方式の2倍の電圧振幅（電力は4倍）で駆動される。このため、変調器内で消費される電力は、従来の単一変調器構造の変調器と比較して16倍以上になっている。しかも、光変調器の小型化要求に対応するために、終端基板7を光導波路基板1に近接して配置する必要があり、終端基板で発生する熱が大きな問題となっている。

【0007】

更に、このDP-QPSK変調器構成を2個以上に同一筐体に組み込んで、伝送容量の向上を図る多素子化の場合、この発熱量は従来の単一変調器構造の強度変調方式の32倍以上の熱が発生することとなる。終端基板で発生した熱は、光変調器の温度ドリフトを劣化させる。また、終端抵抗自身の発熱は、終端抵抗の経時劣化や割れ・剥離等が発生させる要因となり、光変調器及びそれを用いた光送信装置の信頼性を損なうなど、深刻な問題となっている。

10

【0008】

これら終端基板での発熱の影響は、進行波型の電極構成を取る殆どの光変調器に内在するが、従来はこの問題について殆ど検討、対策がなされていなかった。むしろ、この発熱の影響は、光変調器が置かれる環境の温度変化や、光変調器の不安定性の中に紛れ込み、本来の光変調器が持つ温度ドリフト等の特性劣化の問題として扱われていた。

【0009】

しかしながら、これら影響は、DP-QPSK構成の光変調器などのように、(a)入力電気信号の振幅が大きいもの、(b)終端抵抗が複数有るもの、(c)終端抵抗が同一基板に有るもの等においては、特に影響が大きくなり、問題が深刻化してきた。しかも、光変調器が、(d)小型化すること、(e)複数素子化（多素子化）することにより、その影響が更に深刻化してきている。

20

【0010】

このような終端抵抗による発熱の問題を低減する対策として、特許文献2に示すように、終端抵抗の面積を大きくしたり、熱伝導孔を終端基板に設けたりすることが提案されている。しかしながら、これら構成、方法では終端基板自体が、大きくなり、また製造コストも増加するため、適応できる用途に制限が生じる。このため、様々な伝送フォーマットに適応でき、小型化や低コスト化の要請に合致した解決策が望まれている。また、発熱対策を施した光変調器を搭載することで、温度ドリフトが抑圧され、信頼性の高い光送信装置が求められている。

30

【0011】

また、特許文献3では、終端基板での発熱の影響が光導波路基板に及ぶのを抑制するため、終端基板から光導波路基板への熱量の伝達を抑制する方法を提案した。しかしながら、光変調器の更なる小型化や、終端基板での発熱の影響の抑制に対するニーズは益々高まっており、更なる改善が期待されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0012】

【文献】特開2015-69162号公報

特開2014-199302号公報

特開2017-134241号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明が解決しようとする課題は、上述したように、終端抵抗による発熱の影響を抑制した光変調器やそれを用いた光送信装置を提供することである。特に、DP-QPSK光変調器のように、複数の信号入力、複数の終端抵抗を有する光変調器において、より顕著となる、終端抵抗の発熱を抑制することである。さらには、光導波路基板への熱伝導を効率

50

的抑制した光変調器やそれを用いた光送信装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記課題を解決するため、本発明の光変調器及びそれを用いた光送信装置は、以下のような技術的特徴を有する。

(1) 光導波路が形成された光導波路基板と、該光導波路基板に設けられ、該光導波路に変調信号に対応する電界を印加する変調電極とを有する光変調素子と、該光変調素子の近傍に配置され、該変調信号を終端する終端抵抗を含む終端手段を基板の表面に備えた終端基板とを、筐体内に収容した光変調器において、該終端基板の表面に、金属で形成した良熱伝導体を設け、該良熱伝導体は該終端手段から離間されて配置されると共に、該終端手段に対して該光導波路基板と反対側に配置されており、該良熱伝導体と該筐体とを接続する放熱補助手段を設け、かつ、該終端手段と該放熱補助手段との間の距離は、該終端手段から該終端基板の該光導波路基板側の端部までの距離よりも短く設定されていることを特徴とする。

10

【0015】

(2) 上記(1)に記載の光変調器において、該光導波路基板に複数の変調電極が設けられ、該終端基板には複数の終端手段が設けられていることを特徴とする。

【0016】

(3) 上記(1)又は(2)に記載の光変調器において、該放熱補助手段は、該良熱伝導体と該筐体とを接続する、金属箔、ボンディングワイヤ、又は熱伝導性接着剤のいずれかであることを特徴とする。

20

【0018】

(4) 上記(1)乃至(3)のいずれかに記載の光変調器において、該良熱伝導体は、金属膜であることを特徴とする。

【0019】

(5) 上記(1)乃至(4)のいずれかに記載の光変調器において、該終端基板の厚さは、該光導波路基板よりも薄く形成され、該終端基板が搭載される該筐体の搭載面と、該光導波路基板が搭載される該筐体の搭載面との間には段差が形成されていることを特徴とする。

【0020】

(6) 上記(1)乃至(5)のいずれかに記載の光変調器と、該光変調器に印加するデータ信号を発生するデータ発生部と、該光変調器に光波を入力する光源とを備えることを特徴とする光送信装置である。

30

【発明の効果】

【0021】

本発明により、終端基板の表面に、金属で形成した良熱伝導体を設け、該良熱伝導体は終端手段から離間されて配置されると共に、該終端手段に対して光導波路基板と反対側に配置されており、該良熱伝導体と筐体とを接続する放熱補助手段を設け、かつ、該終端手段と該放熱補助手段との間の距離は、該終端手段から該終端基板の該光導波路基板側の端部までの距離よりも短く設定されているため、終端手段で発生する熱を効率的に筐体に拡散放出することが可能となる。これにより、終端基板の局所的な発熱を抑え、光導波路基板への発熱の影響を抑制することが可能となる。しかも、終端手段から終端基板の光導波路基板側の端部までの距離より、終端手段から放熱補助手段までの距離の方が短く設定されているため、終端手段から発生した熱が、光導波路基板に伝わるよりも、より一層、筐体側に伝導されるため、簡単な構成で光導波路基板への熱伝導を効率的に抑制することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】従来のDP-QPSK光変調器の例を示す平面図である。

【図2】本発明に係る光変調器の第1の実施例を示す平面図である。

50

【図 3】本発明に係る光変調器の第 2 の実施例を示す平面図である。

【図 4】本発明に係る光変調器の第 3 の実施例を示す平面図である。

【図 5】本発明に係る光変調器の第 4 の実施例を示す平面図である。

【図 6】本発明に係る光変調器の第 5 の実施例を示す平面図である。

【図 7】本発明に係る光変調器の第 6 の実施例を示す図である。

【図 8】本発明に係る光変調器の第 7 の実施例を示す図である。

【図 9】光変調器の一例を示す断面図である。

【図 10】本発明の光変調器を光送信装置に組み込んだ例を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、本発明に係る光変調器について、図 2 乃至 10 を用いて詳細に説明する。

図 2 乃至 8 は、終端基板の平面図であり、本発明においては、光導波路が形成された光導波路基板と、該光導波路基板に設けられ、該光導波路に変調信号に対応する電界を印加する変調電極とを有する光変調素子と、該光変調素子の近傍に配置され、該変調信号を終端する終端抵抗 70 を備えた終端基板 7 とを、筐体内に収容した光変調器において、図 2 乃至 7 に示すように、該終端抵抗と該筐体との間に放熱補助手段 (10 ~ 13) を設け、かつ、該終端抵抗と該放熱補助手段との間の距離 b は、該終端抵抗から該終端基板の該光導波路基板側の端部までの距離 a よりも短く設定されているか、又は、図 8 に示すように、該終端抵抗 70 から該終端基板 7 の該光導波路基板と反対側の端部までの距離 b は、該終端抵抗 70 から該終端基板 7 の該光導波路基板側の端部までの距離 a よりも短く設定されていることを特徴とする。

【0024】

本発明の光変調器としては、例えば、図 1 に示した DP - QPSK 光変調器などを用いることが可能である。光導波路基板 1 としては、LiNbO₃ や LiTaO₃ 等の誘電体や InP や Si 等の半導体を用いたものなどがある。本発明の光変調器においても、光導波路基板の材料は特に限定されないが、従来から公知の誘電体や半導体の基板を用いることができる。また、光導波路の形成に際しても、LiNbO₃ の誘電体基板に Ti を熱拡散させ光導波路を形成する方法やリッジ型光導波路など、公知の技術を用いることが可能である。

【0025】

光導波路基板には、光導波路 2 に沿って、制御電極が形成されている。制御電極としては、高周波信号を用いた変調信号が入力される変調電極や、バイアス制御のため DC バイアス電極が形成される。制御電極は、光導波路基板に下地電極のパターンを形成し、その後、メッキ法で Au などて数十 μm の厚みの電極が形成される。

【0026】

光導波路の構成は、1 つのマッハツェンダー型光導波路、2 つのマッハツェンダー型光導波路を入れ子型に配置した、所謂、ネスト型光導波路である。さらに、図 1 にも開示されている DP - QPSK 光変調器などのように、ネスト型光導波路を 2 つ配置したものなど、種々の光導波路の形状を用いることができる。図 1 では、光変調器の一例を示しており、入力用光ファイバ 20 で入力された光波は、光導波路 2 を伝搬する際に、不図示の制御電極により光変調を受ける。光導波路基板 1 より出射した光波は、偏波合成手段 8 により、偏波合成され、出力用光ファイバ 21 に入射される。

【0027】

また、光導波路の変調部に入力電気信号を印加する信号電極の数についても、図 1 に示すように、4 つの信号電極を備えた DP - QPSK 光変調器に限らず、シングル型 (変調用の信号電極が 1 箇所)、デュアル型 (変調用の信号電極が 2 箇所)、DQPSK 構成変調器 (変調用の信号電極が 2 箇所) など、種々のものに本発明は適用可能である。特に、信号電極の数が多し程、本発明は効果的に適用可能であり、例えば、DP - QPSK 光変調器を 2 個組み込み、入力電気信号が 8 箇所ある多素子化した構成には、特に効果的に適用できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

光導波路基板の近傍には、中継基板（ 3 , 3 0 ）や終端基板 7 が配置される。中継基板や終端基板に用いられる材料はマイクロ波帯等の高周波で使用されるため、高周波特性に優れたアルミナ等のセラミック材料などが多く使われる。中継基板（ 3 , 3 0 ）には、光導波路基板の変調電極（不図示）に、入力用コネクタ 4 から入力される変調信号を中継するため電気配線や、入出力用ピン 4 0 の一部から入力される DC バイアス電圧を中継するための電気配線が形成されている。さらに、光導波路基板を伝播する光波を受光する受光素子を備える場合は、受光素子からの受光信号を外部導出するため、中継基板 3 0 の一部の電気配線と入出力用ピン 4 0 の他の一部を利用することも可能である。

【 0 0 2 9 】

入出力用ピン 4 0 と中継基板 3 0 上の電気配線との間や、中継基板（ 3 , 3 0 ）の電気配線と光導波路基板 1 の制御電極の入力端部との間、さらには、光導波路基板 1 の変調電極の終端部と終端基板 7 に設けられた電気配線との間は、Au 等の導電ワイヤー 6 によりワイヤーボンディングされている。

【 0 0 3 0 】

本発明の光変調器の第 1 の特徴は、図 2 乃至 5 に示すように、終端基板 7 に放熱補助手段を設けることである。放熱補助手段としては、終端基板と筐体とを接続し、熱伝導性を向上させる手段を用いることができる。具体的には、金属箔（図 2 の符号 1 0 ）や Au 等の導線を用いたボンディングワイヤ（図 3 の符号 1 1 ）、フィラーを含有させたシリコン系などの熱伝導性接着剤（図 4 の符号 1 2 ）を用いることができる。

【 0 0 3 1 】

放熱補助手段として金属箔を用いる場合、光変調器の組み立て工数が増えてしまうが、終端基板表面に発生する熱を広い面積の金属で伝導/放熱させることが出来、発熱量が多い終端抵抗や、より小型設計の終端抵抗に対して好適に用いる事ができる。

【 0 0 3 2 】

放熱補助手段としてワイヤーボンディングを用いる場合、放熱効率は若干下がるものの、自動組み立てが可能で組み立て工数が殆ど掛からず、自由度の大きな終端放熱補助手段を提供する事ができる。

【 0 0 3 3 】

放熱補助手段として熱伝導性接着剤を用いる場合、発生する熱を体積で伝導/放熱させる事ができるため放熱効率が高い構成例であり、発熱量が多い終端抵抗や、より小型設計の終端抵抗に対して好適に用いる事ができる。

【 0 0 3 4 】

更に本熱伝導性接着剤を用いる構成は、上述した金属箔やワイヤーボンディングを設置する構成に合わせて実施する事が可能であり、設計終了後の実際の発熱状況や光変調器が置かれる温度環境などによって、付加的に実施する事ができるなど自由度が大きい実施例である。

また本構成は、終端抵抗や筐体内部設計等の都合上、ワイヤーボンディング実施や金属箔設置が困難な場合等、好適に用いる事ができる。

【 0 0 3 5 】

さらに、他の放熱補助手段としては、図 5 に示すように、終端基板 7 を貫通するビア 1 3 を用いることも可能である。ビアを用いる場合には、終端基板の表面の熱を、ビアを通じて基板の裏面に伝達し、さらに、終端基板を支持する筐体に放出させている。このため、ビアには熱伝導性の高い金属製のビアを用い、さらに、終端基板の裏面にもビアの形成される位置に金属膜などを設けるなど、熱伝導性をさらに高める工夫を施すことも可能である。

【 0 0 3 6 】

なお、図 2 乃至 5 では、終端抵抗 7 0 の上側（光導波路基板と反対側）に放熱補助手段を配置しているが、必要に応じて、終端抵抗 7 0 の左右側（図面の左右に対応）にも配置し、終端基板の熱を積極的に筐体に放出するよう構成することも可能である。終端抵抗 7 0

10

20

30

40

50

の左右側に放熱補助手段を配置する場合には、左右側に配置した放熱補助手段と終端抵抗までの距離を、終端抵抗から終端基板の光導波路基板側の端部までの距離より短くすることが好ましい。

【0037】

本発明の光変調器の第2の特徴は、終端抵抗70と放熱補助手段(10~13)までの距離bを、終端抵抗70から終端基板7の光導波路基板側の端部(各図の終端基板7の下側の辺)までの距離aより短くすることである。

【0038】

この構成により、終端抵抗70で発生した熱量を、放熱補助手段側により多く伝導することが可能となり、筐体への熱放出をより効率的に行うことができる。そして、これにより、光導波路基板の加熱を抑制することが可能となる。

10

【0039】

本発明の光変調器の第3の特徴は、終端基板と終端抵抗との配置関係を、図8に示すように、終端抵抗70から終端基板7の光導波路基板(不図示)と反対側の端部(図面の終端基板7の上辺)までの距離bは、終端抵抗70から終端基板7の該光導波路基板側の端部(図面の終端基板7の下辺)までの距離aよりも短く設定されている。この構成により、終端基板が固定された筐体への放熱作用を、より積極的に促進させることが可能となる。なお、筐体への放熱効率を高めるために、終端基板に筐体の表面が近接して配置されるように、終端基板を取り囲む凹部を筐体に形成することも可能である。また、終端基板と筐体とを熱伝導性接着剤で接合したり、終端基板の表面と筐体の表面との間を、金属箔、ボンディングワイヤ、熱伝導性接着剤で橋渡しするよう構成することも可能である。

20

【0040】

終端抵抗からの発熱を終端基板の表面に集め、効率良く筐体に放出するため、図6及び7に示すように、終端基板の表面に金属膜等の良熱伝導体71を配置することが可能である。良熱伝導体としては、Au膜、特にメッキ等で厚く形成したAu膜が好適に利用される。良熱伝導体は、終端抵抗の接地電極(金属膜)を終端基板の表面全体に拡張して形成することも可能である。良熱伝導体の配置場所は、少なくとも終端抵抗に対して光導波路基板と反対側に配置することが好ましく、必要に応じて、図6及び7に示すように、終端抵抗70を取り囲むように「コ」の字に配置することも可能である。

【0041】

さらに、良熱伝導体71に蓄積した熱量を効率よく筐体に放出するため、良熱伝導体の上に、上述した放熱補助手段を設けることも可能である。更に、放熱補助手段と終端抵抗との距離bは、終端基板7の光導波路基板側の端部までの距離aよりも短くなるよう構成することが好ましい。

30

【0042】

終端基板の放熱効果を高め、光導波路基板への熱伝導を抑制する方法として、図9に示すように、終端基板7の厚さは、光導波路基板1よりも薄く形成され、該終端基板が搭載される該筐体9の搭載面と、該光導波路基板が搭載される該筐体の搭載面との間には段差が形成されている構成を採用することが可能である。

【0043】

終端基板に使用されるセラミック材料は一般的に金属材料と比べ熱伝導性に劣るため、終端基板で発生した熱を効率的に基板外へ移すため、終端基板を薄板化することが本発明をより効果的に適応することができる。

40

【0044】

終端基板7の薄板化の厚さは、基板に用いる材料の強度、熱伝導性、大きさなど総合的に考慮し選定する必要があるが、少なくとも光導波路が形成され、終端基板の横に設置するチップ(光導波路基板)の厚さ(通常0.5mm~2.0mm)より薄くすることが好ましい。終端抵抗で発生する熱の放熱を考えると薄ければ薄いほど有利であるが、機械的強度や制御電極への電気線路のインピーダンスや終端抵抗のインピーダンスの設計を考慮すると、0.05mmから0.8mmの範囲に設定することが好適である。

50

【 0 0 4 5 】

図 9 に示すように、筐体 9 の終端基板 7 の上面、光導波路基板 1 の実装面は、電気信号の劣化を抑制するため、互いに略同一高さとなるように構成されている。終端基板 7 の薄板化に伴い、終端基板 7 の下の筐体の厚みを、光導波路基板 1 の下の筐体の厚みより厚く構成し、両者の間に段差を構成している。この段差により、特許文献 3 でも説明したように、終端基板から光導波路基板への熱伝導を抑制することが可能となる。さらに、段差部分に溝（不図示）を形成したり、終端基板 7 の先端を段差から突出させる構成などを組み合わせることで、さらに熱伝導を抑制する効果を高めることが可能となる。

【 0 0 4 6 】

図 10 は、本発明の光変調器を搭載した光送信装置の構成例である。

10

光送信装置の基本構成は、光変調器に導入する光波を発生する光源、光変調器、光変調器に信号を印加するデータ生成部、及び光変調器から発生する変調光を外部に導出するための光ファイバから構成される。

【 0 0 4 7 】

光送信装置は、稼働を開始させると光変調器が温度ドリフトする。伝送特性を高品質で安定化させるため、光変調器の動作点を適切な状態を保つよう制御しながら運用することは必要となる。この温度ドリフトは、従来、光源やデータ生成部など光変調器周辺機器の発熱の影響、と考えられていた。

【 0 0 4 8 】

しかしながら、DP-QPSK 光変調器や小型光変調器などにおいては、光送信装置の稼働開始直後に大きな温度ドリフトが発生し、光伝送装置の伝送特性が非常に不安定になる場合が発生している。この原因の 1 つは、光変調器自身の内部にある終端抵抗の発熱が影響している。特に、高周波の変調信号を複数入力する光変調器構成や、複数の終端抵抗を同一基板に形成する場合、入力信号の振幅が大きい場合、さらには光変調器を小型にした場合等に、特に当該現象が顕著となる。

20

【 0 0 4 9 】

この問題に対し、本発明を施した光変調器を光送信装置に配置することにより、終端抵抗の発熱を効率よく筐体に放出し、温度ドリフトを低減することができ、伝送特性を高品質で安定化させることができる。

【 0 0 5 0 】

上述した実施例は、LiNbO₃ 基板を用いた DP-QPSK 光変調器の構成に限らず、終端抵抗を有する光変調器であり、終端抵抗の発熱が光変調器の特性に影響を及ぼすものであれば、変調方式に依らず本発明を適用できる。また、光導波路基板は、InP や Si 等半導体系材料のものでも良いし、LiNbO₃ 基板を用いた場合でも、Xcut や Zcut など結晶方位に依らず、本発明が適用できることは言うまでもない。

30

【 0 0 5 1 】

また、上述した実施例では、終端抵抗だけが終端手段に形成された例を示したが、コンデンサやその他の電子部品、貫通導体や多層化含めた電子回路が同じ終端基板に組み込まれても良い。

【 産業上の利用可能性 】

40

【 0 0 5 2 】

以上、説明したように、本発明によれば、終端抵抗による発熱の影響を抑制した光変調器やそれを用いた光送信装置を提供することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 3 】

- 1 光導波路基板
- 2 光導波路
- 3, 30 中継基板
- 4 入力用コネクタ

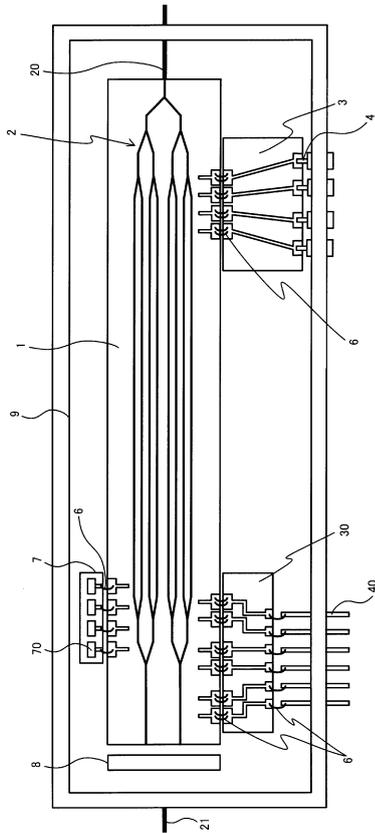
50

- 6 電気接続ワイヤ (Auボンディング)
- 7 終端基板
- 9 筐体
- 10 金属箔 (放熱補助手段)
- 11 導電線 (放熱補助手段)
- 12 熱伝導性接着剤 (放熱補助手段)
- 13 ビア (放熱補助手段)
- 40 入出力用ピン
- 70 終端抵抗
- 71 良熱伝導体 (金属膜等)

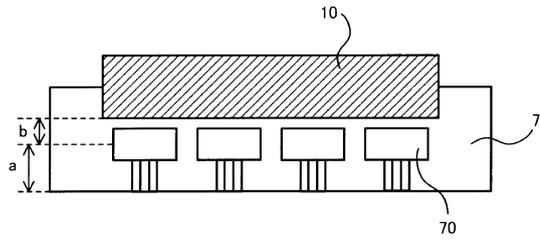
10

【図面】

【図 1】



【図 2】



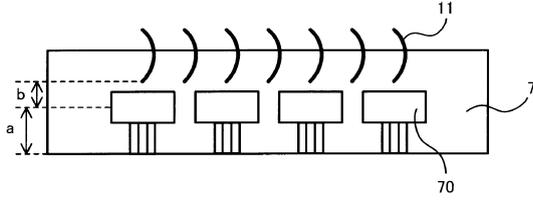
20

30

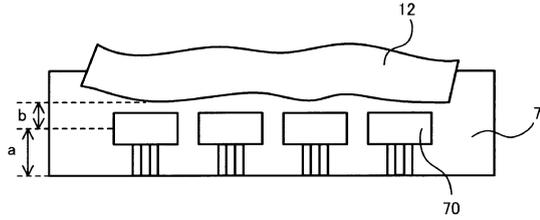
40

50

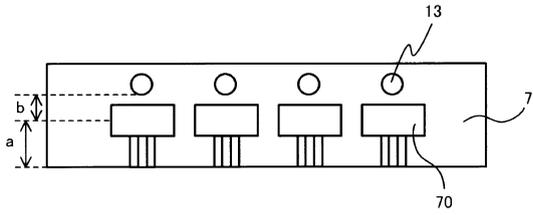
【図 3】



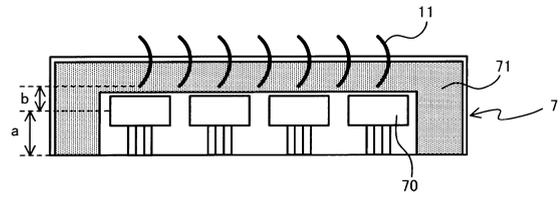
【図 4】



【図 5】

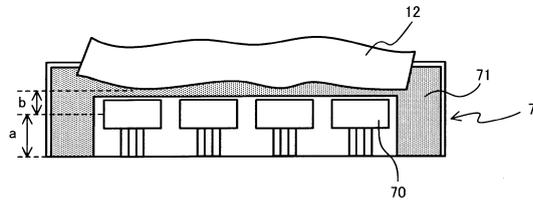


【図 6】

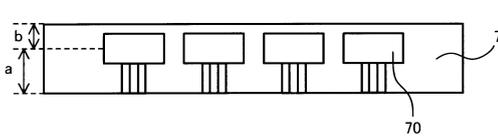


10

【図 7】

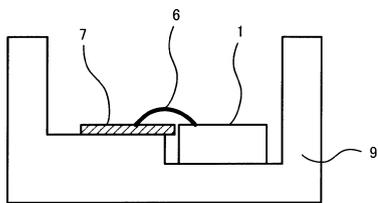


【図 8】

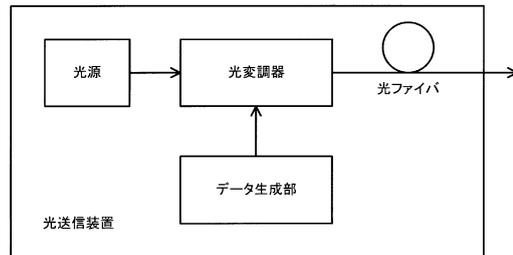


20

【図 9】



【図 10】



30

40

50

フロントページの続き

審査官 奥村 政人

- (56)参考文献 特開2014-199302(JP,A)
特開2017-187518(JP,A)
特開2017-134241(JP,A)
米国特許出願公開第2007/0047878(US,A1)
特開2008-078353(JP,A)
国際公開第2015/122189(WO,A1)

- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G02F 1/00 - 1/125
G02F 1/21 - 7/00
H04B 10/00 - 10/90
H04J 14/00 - 14/08
H05K 1/00 - 1/02
IEEE Xplore