

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4578164号  
(P4578164)

(45) 発行日 平成22年11月10日(2010.11.10)

(24) 登録日 平成22年9月3日(2010.9.3)

(51) Int.Cl. F I  
**GO2F 1/015 (2006.01)** GO2F 1/015 505  
**HO1S 5/042 (2006.01)** HO1S 5/042 630

請求項の数 3 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2004-204143 (P2004-204143)	(73) 特許権者	301005371 日本オブネクスト株式会社 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地
(22) 出願日	平成16年7月12日(2004.7.12)	(74) 代理人	110000350 ポレール特許業務法人
(65) 公開番号	特開2006-30227 (P2006-30227A)	(74) 代理人	100068504 弁理士 小川 勝男
(43) 公開日	平成18年2月2日(2006.2.2)	(74) 代理人	100086656 弁理士 田中 恭助
審査請求日	平成18年8月31日(2006.8.31)	(72) 発明者	加賀谷 修 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 日本オブネクスト株式会社内
		(72) 発明者	笹田 紀子 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 日本オブネクスト株式会社内 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光モジュール

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

出力インピーダンスが20 ないし30 の範囲に含まれる駆動ICから出力された入力電気信号によりレーザ光を変調する光変調器素子と、前記入力電気信号の入力電極と、インピーダンス整合用の終端抵抗素子と、前記入力電極と前記光変調器素子とを接続する第1のボンディングワイヤと、前記光変調器素子と前記終端抵抗素子とを接続する第2のボンディングワイヤと、その同軸線路のインピーダンスが20 ないし30 のパッケージと、を含む光モジュールであって、

前記終端抵抗素子の抵抗値は、40 ないし60 の範囲に含まれ、

前記入力電極と前記終端抵抗素子とは、さらに第3のボンディングワイヤで接続されていることを特徴とする光モジュール。

10

【請求項2】

レーザ光を出力するレーザダイオード素子と出力インピーダンスが20 ないし30 の範囲に含まれる駆動ICから出力された入力電気信号により前記レーザ光を変調する光変調器素子とを集積した半導体チップと、前記入力電気信号の入力電極と、インピーダンス整合用の終端抵抗素子と、を含む光モジュールであって、

前記入力電極と前記光変調器素子とを接続する第1のボンディングワイヤと、

前記光変調器素子と前記終端抵抗素子とを接続する第2のボンディングワイヤと、

前記入力電極と前記終端抵抗素子とを接続する第3のボンディングワイヤと、

その同軸線路のインピーダンスが20 ないし30 のパッケージと、を含み、

20

前記終端抵抗素子の抵抗値は、40 ないし60 の範囲に含まれることを特徴とする光モジュール。

【請求項3】

請求項1または2のいずれかに記載の光モジュールであって、

前記第1のボンディングワイヤと前記第2のボンディングワイヤとは、連続した1本のボンディングワイヤで構成されていることを特徴とする光モジュール。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は光通信の光モジュールに係り、特に25 駆動に好適な光モジュールに関する 10

【背景技術】

【0002】

半導体レーザを用いた光送信モジュールは光ファイバー伝送用トランシーバのキーデバイスの一つである。光送信モジュールは、近年のブロードバンドネットワークの普及とともに高速化がはかられ、ビットレートが10Gbit/sまでのものが広く用いられるようになっている。上記用途に適した光送信モジュールとしては、良好な送信波形品質を実現することと共に、小型、低コストであることが要求されている。

【0003】

特許文献1には、変調器集積化光源の変調器と信号線とを接続する第1ボンディングワイヤと、変調器とマッチング抵抗とを接続する第2ボンディングワイヤとのインダクタンスの関係を適切にして、光変調器の小信号通過特性(S21)における3dB帯域の確保と、小信号反射特性(S11)の低減の両立を図ったモジュールが記載されている。 20

【0004】

また、非特許文献1には、駆動インピーダンス50 (オーム)で、終端抵抗100 のCAN型パッケージに搭載された電界吸収型レーザモジュールが記載されている。

【0005】

【特許文献1】特開2001-308130号公報

【非特許文献1】"ASIP 1310 nm EML TOSA"、[online]、ASIP、[平成16年6月18日検索]、インターネット<URL:http://www.asipinc.com/pdf/ASIPdatasheet1310nmEMLTOSA.pdf> 30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

光送信モジュールの小型化をさらに進めるために、そのパッケージをCAN型のパッケージとする要求がある。

CAN型のパッケージを用いた場合、良好な送信波形を得るためには、駆動ICの出力インピーダンスと、駆動ICとCAN型パッケージ間の伝送線路のインピーダンスを、20 ~30 とすることが必要である。この理由を説明する。CAN型パッケージは、リードピンがガラスで気密封止・固定され、その部分で同軸線路を成している。そして、その特性インピーダンスは、通常20 ~30 となる。気密封止部のインピーダンスに対し、駆動信号経路のインピーダンスを一致させることにより、多重反射による波形劣化を避けることができる 40

【0007】

背景技術に記載した特許文献1において、駆動インピーダンスが25 となるように変更する場合、スケーリングにより、マッチング抵抗4の抵抗値を1/2、第1および第2のボンディングワイヤ5、6のインダクタンスを各々1/2、光変調器10の容量値を2倍にすれば原理的に同一の波形品質を実現することができる。これに対して、現在用いられている殆ど全ての光モジュールは、駆動インピーダンス50 で設計されている。しかし、駆動インピーダンス50 で設計された光モジュールで、変調器集積型半導体レーザチップの光変 50

調器素子の容量を2倍に変更すると、十分な周波数帯域が得られず、帯域低下による波形品質劣化を引き起こす。

【0008】

また、発明者の検討によれば、光変調器の容量値を増加させない従来の50 駆動に適した変調器集積型半導体レーザチップを用いて、駆動インピーダンスを25 、終端抵抗値を25 、ボンディングワイヤ5、6のインダクタンスを1/2にした場合には、小信号通過特性S21の周波数特性において大きなピーキングが生じ、送信波形品質が劣化する。このように、これまでの技術では、駆動インピーダンス50 で設計された変調器集積型半導体レーザチップを用いては、駆動インピーダンスが25 の場合、良好な波形品質を実現することができなかった。

10

【0009】

これは、駆動インピーダンス25 用に、別品種の変調器集積型半導体レーザを設計し、製造することを意味する。しかし、設計開発費用、生産管理費用等を考慮すると、これは、変調器集積型半導体レーザチップのコストアップを意味する。小型、低価格のCAN型光送信モジュールとするために、別品種の変調器集積型半導体レーザの開発は、避ける必要がある。

【0010】

本発明の目的は、駆動インピーダンスが50 用で設計された光変調器素子を用いて、駆動インピーダンスが25 の場合も送信波形品質を良好に保つことができる光モジュールを提供することにある。また、本発明の他の目的は、CAN型パッケージの光モジュールを提

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的は、入力電気信号の入力電極と、入力電気信号によりレーザ光を変調する光変調器素子と、インピーダンス整合用の終端抵抗素子と、入力電極と光変調器素子とを接続する第1のボンディングワイヤと、光変調器素子と終端抵抗素子とを接続する第2のボンディングワイヤと、入力電極と終端抵抗素子とを接続する第3のボンディングワイヤと、とからなる光モジュールで達成できる。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、駆動インピーダンスが50 用に設計された変調器を用いて、駆動インピーダンス25 において送信波形品質を良好に保つことができる光モジュールを提供することができる。また、送信波形品質が良好なCAN型パッケージの光モジュール提供することができる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明の実施の形態を、実施例を用いて図面を参照しながら説明する。

【実施例1】

【0014】

本発明の実施例1を、図1ないし図9を用いて説明する。ここで、図1は、本発明の実施例1の光送信モジュールの主要部分を示す平面図である。図2は、本発明の実施例1の光送信モジュールの主要部と駆動部の回路図である。図3は、本発明の実施例を説明する光変調器の容量と7.5GHzにおける反射係数との関係を示す図である。図4は、本発明の実施例を説明する反射係数の周波数依存性示す図である。図5は、本発明の実施例を説明する光変調器の容量と電気-光通過特性(S21)の3dB帯域との関係を示す図である。図6は、本発明の実施例を説明する光変調器の容量と過剰利得特性との関係を示す図である。図7は、本発明の実施例を説明する特性インピーダンス $Z_0$ を25 としたスミスチャートである。そして、図8および図9は、本発明の実施例1の変調器集積型半導体レーザチップのチップオンキャリアを示す平面図である。

40

【0015】

50

まず、図1を用いて光送信モジュールの構成を説明する。光送信モジュール100は、筐体としてCAN型のパッケージ筐体を用い、符号30がその金属ステム、符号29が主要部搭載用の金属台座である。金属ステム30には、円筒状の貫通穴40、43を通した円柱状のリードピン39、42を設け、封止ガラス41により、それらを固定する。金属台座29上には、中継基板37とキャリア基板23を搭載する。中継基板37上には、伝送線路38を設ける。キャリア基板23の表面上には、抵抗素子24、接地金属25、入力電極27の各パタンを設け、接地金属25は、ビアホール26によりキャリア基板23の裏面電極に接続する。キャリア基板23には、半導体チップ22およびバイパスコンデンサ28を搭載する。

#### 【0016】

半導体チップ22は、その表面に半導体レーザダイオード素子20および光変調素子21を設けた変調器集積型半導体レーザチップである。半導体レーザダイオード素子20から出力される連続レーザ光は、光変調器素子21を通過した後に、図示しない結合レンズを介して光ファイバーへ出射される。変調器素子21は、外部の駆動用ICからの10Gbit/sの電気変調信号により、連続レーザ光を光変調信号に変調する。半導体レーザダイオード素子20から図示しない光ファイバーへの経路は、光軸と呼ばれる。入力電極27と抵抗素子24とは、それぞれ光軸の別の側に配置されている。

#### 【0017】

また、金属ステム30上には、モニタ用フォトダイオード36を設け、半導体レーザダイオード素子20の後方出力光を受光できる位置に固定する。第1のボンディングワイヤ31は、入力電極27と光変調素子21とを接続し、第2のボンディングワイヤ32は、光変調素子21と抵抗素子24とを接続する。そして、第3のボンディングワイヤ33は、入力電極27と抵抗素子24とを接続する。またキャリア基板23上の入力電極27と中継基板37上の伝送線路38とは、リボンワイヤ等により、低いインダクタンスで接続する。伝送線路38とリードピン29とは、AuSn合金により接合する。これらにより、リードピン39から光変調素子21への電気信号入力経路が、構成される。半導体レーザダイオード素子20は、給電用ボンディングワイヤ34、35を介してリードピン42に接続し、ここから直流電流を供給する。

#### 【0018】

CAN型のパッケージ筐体としては、5.6mmのT0-56型の筐体等を用いた。金属ステム30、金属台座29の材料としては安価な鉄を用いて、低コスト化を図った。中継基板37およびキャリア基板23は、アルミナ、窒化アルミ等の誘電体材料で構成する。キャリア基板23を熱伝導率の高い窒化アルミとした場合、半導体チップ22から金属台座29に至る熱抵抗を低減し、素子温度上昇を抑えるのに好適である。また、キャリア基板23を窒化アルミなどの誘電体基板と銅タングステンなどの金属板との貼り合わせ基板で構成してもよく、この構成では熱抵抗をさらに下げるのに好適である。抵抗素子24は、窒化タンタル膜で構成し、レーザトリミングにより抵抗値が50 $\Omega$ となるよう調整されている。半導体チップ22は、n型InP基板を用いその表面に分布帰還型レーザダイオード(DFB-LD: Distributed FeedBack Laser Diode)である半導体レーザダイオード素子20と電界吸収型変調器(EAM: Electro Absorption Modulator)である光変調素子21を形成したものをを用いる。チップ表面には、半導体レーザダイオード素子20と光変調器素子21のそれぞれのアノード電極を設ける。光変調器素子21のアノード電極を中継点として、第1のボンディングワイヤ31と第2のボンディングワイヤ32を連続する一本のワイヤを用いて直線的に形成した場合、光変調器素子21のアノード電極の面積を最小にでき、素子容量C<sub>mod</sub>を低減する上で好適である。具体的には、入力電極27をボールボンディングし、光変調器素子21のアノード電極でワイヤを切らずにボンディングし、抵抗素子24でボンディング後ワイヤを切れればよい。また、逆の順序であってもよい。

#### 【0019】

チップ裏面電極は、半導体レーザダイオード素子20と光変調器素子21の共通カソード電極とする。モニタ用フォトダイオード36の出力は、他のリードピン(図中省略)を通

10

20

30

40

50

じて出力する。パイパスコンデンサ28は、単層の高誘電体基板で構成した平行平板型容量とすると、小型化する上で好適である。

#### 【0020】

次に、図2を用いて、回路構成を説明する。まず、駆動用IC61が出力した電気変調信号は、伝送線路60を通じてキャリア基板23の入力電極27に入力される。駆動用IC61の出力インピーダンスは、25とする。伝送線路60は、駆動用IC61を搭載するプリント基板上の伝送線路、プリント基板とリードピン39を接続するフレキシブル基板上の伝送線路、貫通穴40とリードピン39と封止ガラス41で構成される同軸線路、中継基板37上の伝送線路38から構成され、各々の特性インピーダンスは25に統一する。R24は、抵抗素子24の抵抗値、L31、L32、L33は、それぞれ第1、第2、第3のボンディングワイヤ31、32、33のインダクタンス値である。電気変調信号は、これらの回路素子を介して光変調素子21のアノードに入力される。光変調素子21のカソードは、接地されている。一方、半導体レーザダイオード素子20には、外部よりバイアス電流として順方向直流電流I<sub>bias</sub>を供給し、レーザ光を出力させる。通常、電界吸収型変調器には逆バイアスを印加して動作させるため、本実施例では-5.2Vの負電源、およびレーザ素子用に+3.3Vの正電源の両方を用いる。

本実施例では、C<sub>mod</sub>:0.4pF、L31:0.4nH、L32:0.8nH、L33:1.2nH、R24:50とした。

#### 【0021】

次に本実施例の光送信モジュールの特性を、図3ないし図7を用いて説明する。

図3に示すように、特許文献1の2本ワイヤのままでは、25駆動時に反射係数S<sub>11</sub>特性の劣化が生じるが、第3のボンディングワイヤを付加することで、反射係数特性が大幅に改善されている。図4に示す反射係数S<sub>11</sub>の周波数依存性でも、第3のボンディングワイヤを付加したことにより0(DC)~12GHzの広い周波数範囲で反射係数の改善が生じ、反射係数を-15dB以下に抑圧する効果が得られた。また図5、図6に示すように3dB帯域、過剰利得特性とも十分な特性を示し、第3のボンディングワイヤ付加で、駆動インピーダンス25の光送信モジュールに適した特性を得ることが可能となった。図3、図5および図6によれば、光変調器の素子容量C<sub>mod</sub>は、0.35pFから0.60pFの範囲であればよい。

#### 【0022】

第3のボンディングワイヤ付加による反射係数S<sub>11</sub>の抑圧効果のメカニズムを、図7により説明する。図7は、特性インピーダンスZ<sub>0</sub>を25としたスミスチャートであり、そのスミスチャート上に第3のボンディングワイヤ付加前後における反射係数S<sub>11</sub>の軌跡をそれぞれ示したものである。従来(2本ワイヤと表示)は、駆動インピーダンス50時に、インピーダンス整合用の終端抵抗50に対し、第1のボンディングワイヤからなる直列素子、容量性をもつ光変調素子からなるシャント素子、第2のボンディングワイヤによる直列素子によりT型の整合回路を構成し、周波数7.5GHz付近で整合に近づくように各素子のパラメータを決めていた。その結果、図7に示すようにS<sub>11</sub>の軌跡は、その周波数近傍で50に近づき、一度ループを描いた後50から離れてゆく。このループは25に対しては離れた点にあり、25駆動時の反射係数S<sub>11</sub>の劣化に対応する。本実施例では、第3のボンディングワイヤを設けることによりT型整合回路を崩し、入力から第3のボンディングワイヤを通じて終端抵抗50を見せるようにした。発明者は、このことにより図7に示すようにS<sub>11</sub>の軌跡におけるループが消滅し、周波数7.5GHz近傍で25に対し近づくように軌跡を変えることができることを見いだした。これにより上述の通り反射係数特性を従来に比べ大幅に改善する効果が得られた。

#### 【0023】

本実施例1の構成によれば、光変調器素子21の素子容量(C<sub>mod</sub>)を0.4pF、第1のボンディングワイヤのインダクタンスL31を0.4nH、第2のボンディングワイヤのインダクタンスL32を0.8nH、終端抵抗値R24を50とすることで、図8に示す第3のボンディングワイヤを設ける前のチップオンキャリアの状態、駆動インピーダンス50の光送信モジュールに適した特性を得ることができている。図3に7.5GHzにおける反射係数(S<sub>11</sub>)、図5に電気-光通過特性S<sub>21</sub>における3dB帯域(f<sub>3dB</sub>)、図6にS<sub>21</sub>の帯域内での過剰利得(Excess ga

10

20

30

40

50

in)の素子容量依存性を示す。ここで、良好な送信波形が得られる特性として発明者等が目安としている数値範囲を50 駆動時にはそれぞれ満たすことができる。

なお、ここでチップオンキャリアとは、キャリア基板23に半導体チップ22を搭載し、電氣的な評価を可能にした状態を称する。

#### 【0024】

25 駆動用に調整したチップオンキャリアの高周波特性を精度良く測定するには、特性インピーダンスを25 とした特殊な評価系を用意する必要があり、測定系の構築のため高額のコストと時間を要することになる。本実施例1の構成によれば、図8に示す50 駆動のチップオンキャリアにおいて、入力電極27と接地電極25とに高周波プローブを接触させることにより高周波特性(S11、S21、チャープパラメータ等)を、通常のコストインピーダンス50 の評価系で測定することができる。その後、第3のボンディングワイヤ33の付加により、図9の25 駆動用チップオンキャリアに改造する。これは、チップオンキャリアの特性選別を通常のコストの測定系で実施できるという利点がある。

#### 【0025】

本実施例に拠れば、駆動インピーダンスが50 用に設計された回路に、ボンディングワイヤを1本追加することで、駆動インピーダンスが25 の場合で、送信波形品質を良好に保つことができる光送信モジュールを提供することができた。また、CAN型パッケージの光送信モジュールを提供することができた。

#### 【0026】

上記実施例において、抵抗素子24の抵抗値を50 としたが、駆動用ICとの相性などにより、これは40~60 の範囲であっても良い。また図2において、駆動用IC61の出力インピーダンスを25 としたが、これは20~30 の範囲であっても良い。また貫通穴40とリードピン39と封止ガラス41で構成される同軸線路の特性インピーダンスを25 としたが、その部材形状および封止に適するガラスの材質の選択により、同軸線路の特性インピーダンスは20~30 の範囲であっても良い。また、これらに伴い伝送線路60を構成する他の伝送線路もそれぞれ20~30 の範囲であっても良い。

上述の実施例では、光変調器はレーザダイオードと集積されていたが、単体の光変調器モジュールであってもよい。光送信モジュールと光変調器モジュールとは、共に光モジュールと呼ばれる。上述した実施例の光送信モジュールに、駆動用IC等周辺回路を加えたモジュールも光モジュールである。

#### 【実施例2】

#### 【0027】

本発明の実施例2を図10および図11を用いて説明する。ここで、図10は、本発明の実施例2の光送信モジュールの主要部分を示す平面図である。図11は、本発明の実施例2の光送信モジュールの主要部と駆動部の回路図である。

#### 【0028】

まず、図10を用いて、光送信モジュールの構成を説明する。実施例1との違いは、変調器集積型半導体レーザチップとして半絶縁性InP基板から成る半導体チップ52を用いた点にある。半導体チップ52の表面には、半導体レーザダイオード素子50と光変調器素子51を設ける。チップ表面には、半導体レーザダイオード素子50のアノード電極とカソード電極、および光変調器素子51のアノード電極とカソード電極を設ける。第1のボンディングワイヤ31は、入力電極27と光変調器素子51のカソード電極とを接続し、第2のボンディングワイヤ32は光変調器素子51のカソード電極と抵抗素子24とを接続する。そして、第3のボンディングワイヤ33は入力電極27と抵抗素子24とを接続する。さらに、ボンディングワイヤ53により、光変調器素子51のアノード電極と接地電極25とを、低いインダクタンスで接続する。半導体レーザダイオード素子50のカソード電極は、ボンディングワイヤ54を介して接地電極25に接続し、アノード電極は給電用ボンディングワイヤ34、35を介してリードピン39に接続する。

#### 【0029】

図11に回路構成を示すが、実施例1との主な違いは、光変調器素子51のダイオード

10

20

30

40

50

極性を逆にした点にある。これにより正電源でも光変調素子 5 1 に逆バイアスを印加できるようにする。本実施例 2 によれば、+5.0V の正電源のみを用いて動作する光送信モジュールを実現できるという新たな効果が生じる。

【0030】

本実施例 2 の構成によれば、実施例 1 の場合と同様に、光変調器素子 5 1 の素子容量 ( $C_{mod}$ ) を 0.4pF、第 1 のボンディングワイヤのインダクタンス  $L_{31}$  を 0.4nH、第 2 のボンディングワイヤのインダクタンス  $L_{32}$  を 0.8nH、終端抵抗値  $R_{24}$  を 50  $\Omega$  とすることで、駆動インピーダンス 50  $\Omega$  の光送信モジュールに適した特性を得ることができる。さらに第 3 のボンディングワイヤ 3 3 を付加し、そのインダクタンス  $L_{33}$  を 1.2nH とすることにより、駆動インピーダンス 25  $\Omega$  の光送信モジュールに適した特性を得ることができる。

10

【0031】

本実施例においても、第 3 のボンディングワイヤを張る前に、50  $\Omega$  の評価系で高周波特性 ( $S_{11}$ 、 $S_{21}$ 、チャープパラメータ等) を測定することができる。その後、第 3 のボンディングワイヤ 3 3 の付加により、25  $\Omega$  駆動のチップオンキャリアに改造することにより、チップオンキャリアの特性選別を通常の 50  $\Omega$  の測定系で実施できるという利点がある。

【0032】

本実施例に拠れば、駆動インピーダンスが 50  $\Omega$  用に設計された回路に、ボンディングワイヤを 1 本追加することで、駆動インピーダンスが 25  $\Omega$  の場合で、送信波形品質を良好に保つことができる光送信モジュールを提供することができた。また、単一電源の CAN 型パッケージの光送信モジュールを提供することができた。

20

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図 1】本発明の実施例 1 の光送信モジュールの主要部分を示す平面図である。

【図 2】本発明の実施例 1 の光送信モジュールの主要回路図である。

【図 3】本発明の実施例 1 を説明する光変調器の容量と 7.5GHz における反射係数との関係を示す図である。

【図 4】本発明の実施例 1 を説明する反射係数の周波数依存性示す図である。

【図 5】本発明の実施例を説明する光変調器の容量と電気-光通過特性 ( $S_{21}$ ) の 3 dB 帯域との関係を示す図である。

【図 6】本発明の実施例を説明する光変調器の容量と過剰利得特性との関係を示す図である。

30

【図 7】本発明の実施例を説明する特性インピーダンス  $Z_0$  を 25  $\Omega$  としたスミスチャートである。

【図 8】本発明の実施例 1 の変調器集積型半導体レーザチップのチップオンキャリアを示す平面図である。

【図 9】本発明の実施例 1 の変調器集積型半導体レーザチップのチップオンキャリアを示す平面図である。

【図 10】本発明の実施例 2 の光送信モジュールの主要部分を示す平面図である。

【図 11】本発明の実施例 2 の光送信モジュールの主要部回路図である。

【符号の説明】

40

【0034】

20 ... 半導体レーザダイオード素子、21 ... 光変調器素子、22 ... 半導体チップ、23 ... キャリア基板、24 ... 抵抗素子、25 ... 接地金属、26 ... ピアホール、27 ... 入力電極、28 ... バイパスコンデンサ、29 ... 金属台座、30 ... 金属ステム、31 ... 第 1 のボンディングワイヤ、32 ... 第 2 のボンディングワイヤ、33 ... 第 3 のボンディングワイヤ、34、35 ... 給電用ボンディングワイヤ、36 ... モニタ用フォトダイオード、37 ... 中継基板、38 ... 伝送線路、39 ... リードピン、40 ... 貫通穴、41 ... 封止ガラス、42 ... リードピン、43 ... 貫通穴、50 ... 半導体レーザダイオード素子、51 ... 光変調器素子、52 ... 半導体チップ、53、54 ... ボンディングワイヤ、60 ... 伝送線路、61 ... 駆動用 IC、100 ... 光送信モジュール。

50

【 図 1 】

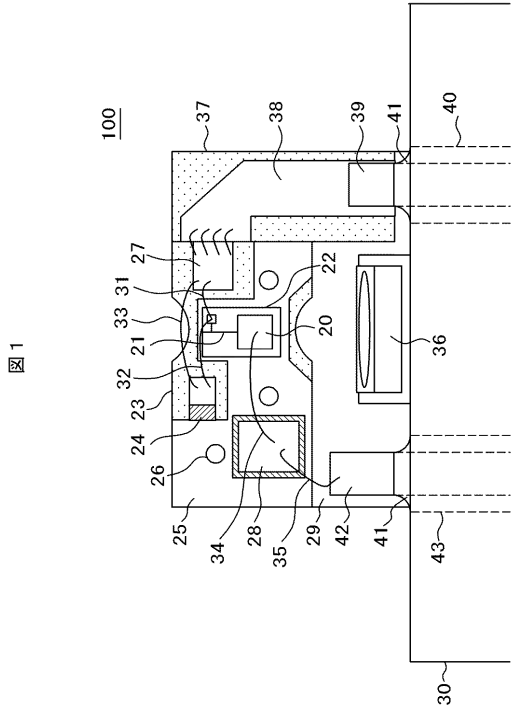


図 1

【 図 2 】

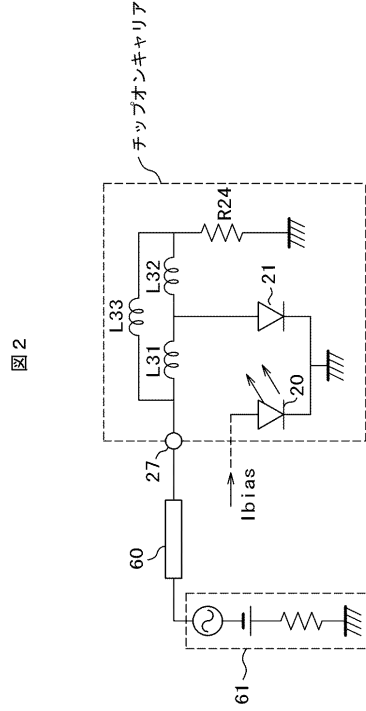


図 2

【 図 3 】

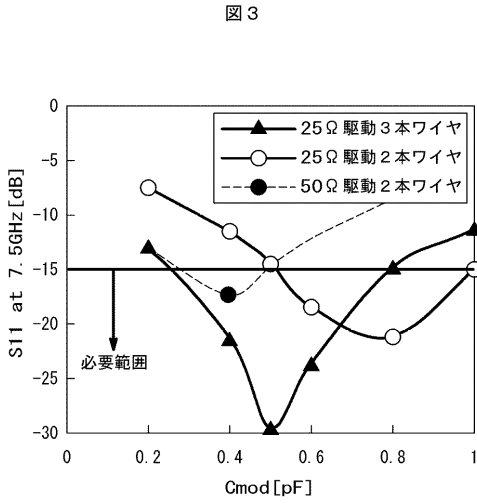


図 3

S11 at 7.5GHz [dB]

Cmod [pF]

【 図 4 】

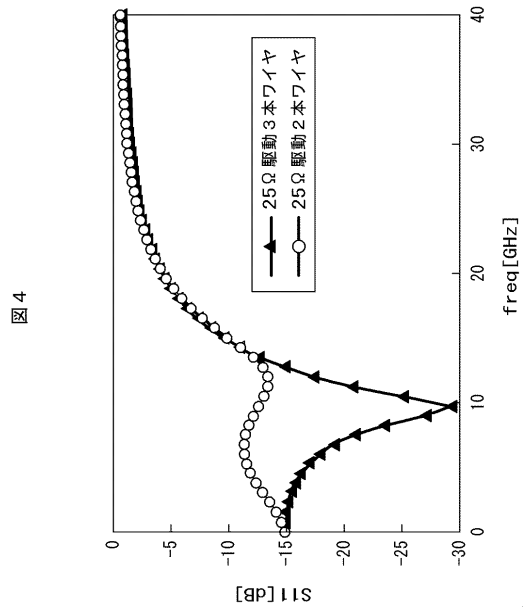


図 4

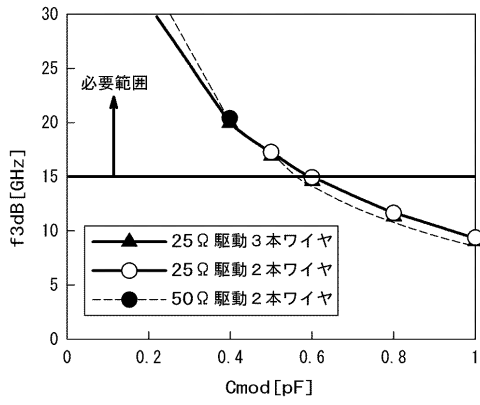
S11 [dB]

freq [GHz]



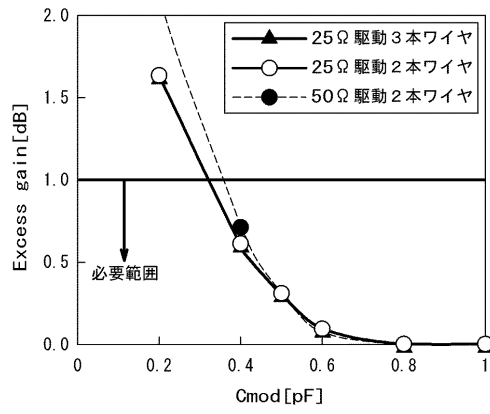
【 図 5 】

図 5



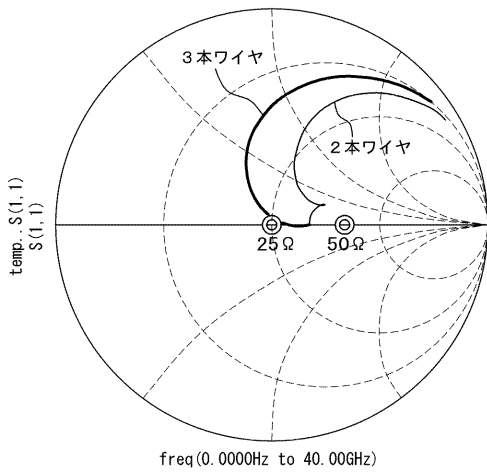
【 図 6 】

図 6



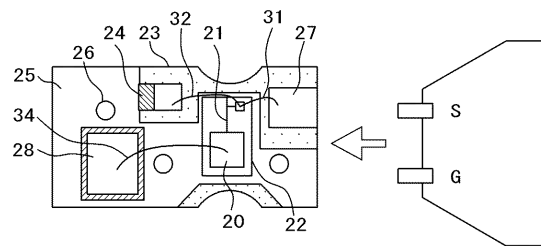
【 図 7 】

図 7



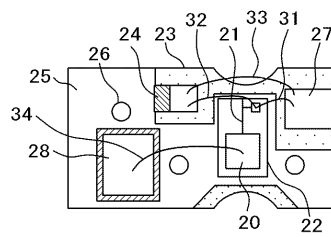
【 図 8 】

図 8



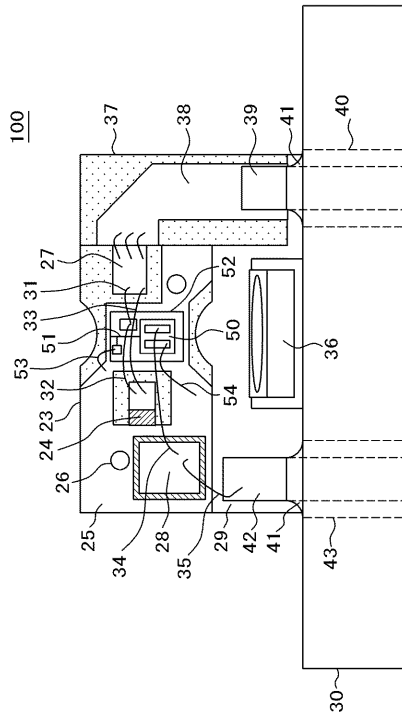
【 図 9 】

図 9



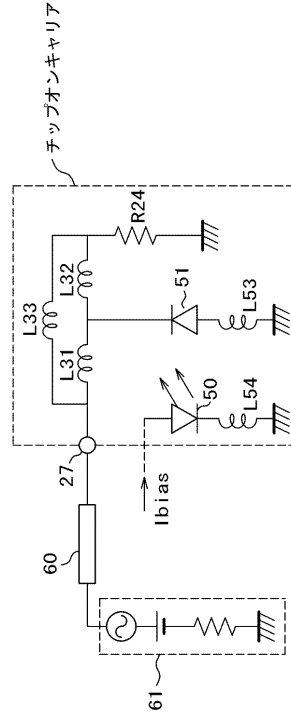
【図10】

図10



【図11】

図11



---

フロントページの続き

(72)発明者 直江 和彦

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 日本オプネクスト株式会社内

審査官 林 祥恵

(56)参考文献 特開平09-090302(JP,A)

特開2001-209017(JP,A)

特開2001-308130(JP,A)

特開2002-050821(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/00 - 1/125

G02F 1/29 - 1/39

H01S 5/00 - 5/50