

(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  
2024年8月22日(22.08.2024)



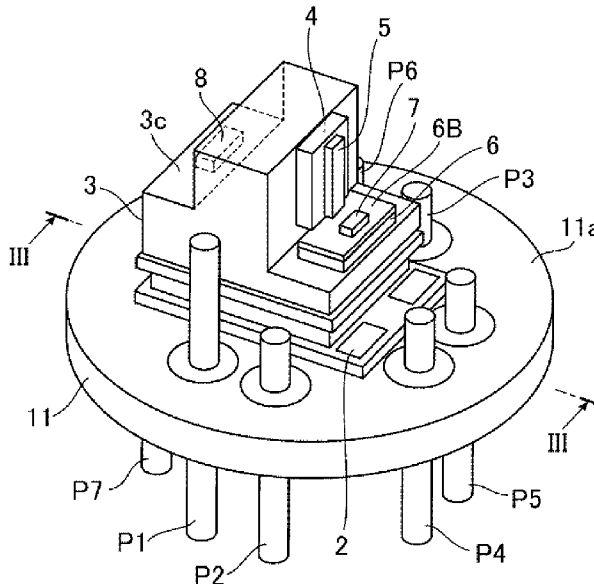
(10) 国際公開番号

WO 2024/171421 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01S 5/02212 (2021.01) H01S 5/024 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/005618
- (22) 国際出願日: 2023年2月17日(17.02.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人:三菱電機株式会社(MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者:鈴木 純一(SUZUKI, Junichi); 〒1008310 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人山王内外特許事務所(SANNO PATENT ATTORNEYS OFFICE); 〒1000014 東京都千代田区永田町二丁目12番4号 赤坂山王センタービル5階 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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,

(54) Title: OPTICAL MODULE

(54) 発明の名称: 光モジュール



(57) Abstract: An optical module according to the present invention includes: a temperature controller (2) that performs a function of adjusting the temperature of a semiconductor laser (5); and an optical monitor (6) that performs a function of monitoring the optical output from the semiconductor laser (5) and monitoring the oscillation wavelength. The optical module further includes a heater (7) and a thermistor (8) that are housed in a package (1). The heater (7) and the thermistor (8) are electrically connected in parallel, and one end of the heater (7) and one end of the thermistor (8) are connected to a heater and thermistor-shared lead pin (P7).

SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))
- 

(57) 要約: 光モジュールは、半導体レーザ (5) の温度調整を行う機能を果たす温度調節器 (2) と、半導体レーザ (5) からの光出力のモニタ及び発振波長のモニタを行う機能を果たす光モニタ (6) を備える。さらに、パッケージ (1) 内に収納されるヒータ (7) 及びサーミスタ (8) を備える。ヒータ (7) とサーミスタ (8) が電氣的に並列接続され、ヒータ (7) の一端とサーミスタ (8) の一端がヒータ及びサーミスタ共用リードピン (P 7) に接続される。

## 明 細 書

発明の名称：光モジュール

### 技術分野

[0001] 本開示は光モジュールに関する。

### 背景技術

[0002] 光通信システムなどの大容量化に向け、光通信システムなどに用いられる光通信用モジュールとして高度化が望まれている。

高度化される光通信用モジュールは、半導体レーザに電流を加えるだけでなく、温度調整のための温度モニタ又は温度調節器、光出力モニタ又は発振波長モニタといった多くの機能を必要とするものがある。

[0003] 例えば、特許文献1に、レーザ(LD)と、レーザの後部端面から放出された光をモニタする受光素子(PD)と、レーザの後部端面から放出され、エタロンを透過した光をモニタする受光素子(PD)と、レーザの温度を検出するサーミスタと、それぞれが電流印加用の端子を有し、モジュールに設けられた外部信号の一对の入力端子に対して直列又は並列に接続される第1のペルチェ素子及び第2のペルチェ素子がパッケージ内に収納されたレーザモジュールが示されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：特開2003-69130号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1に示されたレーザモジュールは、パッケージの内部と外部との電気信号をやり取りする端子は要部構造をより具体的に表した斜視図に8つ示されているものの、パッケージ内部に収納された構成要素との関係については示されていない。

第1のペルチェ素子及び第2のペルチェ素子に対する2つの入力端子の他に、構造を表す模式図から判断するに、レーザと、2つの受光素子と、サーミスタに対する端子及びグラウンド端子の少なくとも6つの端子が必要である。

一方、光通信用モジュールとして更なる機能を付加しての高度化とともに、光通信用モジュールの小型化が望まれている。

光通信用モジュールの小型化はパッケージの内部と外部との電気信号をやり取りする端子の数にも律速される。

[0006] 本開示は上記した点に鑑みてなされたものであり、半導体レーザを備えた光モジュールであって、ヒータとサーミスタをパッケージの内部に有する光モジュールを小型化することを目的とする。

#### 課題を解決するための手段

[0007] 本開示に係る光モジュールは、ステム、及び側壁部の開口端面が前記ステムの内平面の周端部に接して固定された筒状の窓付きキャップにより構成されるパッケージと、パッケージ内に収納され、窓付きキャップの窓からレーザ光を出射する半導体レーザと、パッケージ内に収納され、半導体レーザからのレーザ光を受光し、半導体レーザからのレーザ光をモニタする光モニタと、パッケージ内に収納され、光モニタからのモニタ値が設定モニタ値から逸脱すると、半導体レーザ及び光モニタに与える温度を変化させる制御が行われる、半導体レーザにおける温度及び光モニタにおける温度を調節する温度調節器と、パッケージ内に収納されるヒータと、パッケージ内に収納され、ヒータと電氣的に並列接続されるサーミスタと、ステムと電氣的に絶縁されて貫通し、ステムの内平面から露出したインナーリード部に半導体レーザの電極が接続されるレーザ用リードピンと、ステムと電氣的に絶縁されて貫通し、ステムの内平面から露出したインナーリード部に光モニタの出力端が接続されるモニタ用リードピンと、ステムと電氣的に絶縁されて貫通し、ステムの内平面から露出したインナーリード部に温度調節器の電極が接続される温度調節器用リードピンと、ステムと電氣的に絶縁されて貫通し、ステ

ムの内平面から露出したインナーリード部にヒータの一端とサーミスタの一端が接続されるヒータ及びサーミスタ共用リードピンと、ステムと電氣的に接続されたグラウンド用リードピンと、を備える。

### 発明の効果

[0008] 本開示によれば、パッケージ内に収納されるヒータとサーミスタを電氣的に並列接続し、ヒータとサーミスタに対するリードピンを共用化することにより、小型化ができる。

### 図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施の形態1に係る光モジュールにおいてキャップを取り外した状態を示す斜視図である。

[図2]実施の形態1に係る光モジュールを示す斜視図である。

[図3]図1のIII-III断面図である。

[図4]実施の形態1に係る光モジュールにおける光モニタを示すブロック図である。

[図5]実施の形態1に係る光モジュールにおける光モニタを示す模式斜視図である。

[図6]実施の形態1に係る光モジュール装置を示す概略ブロック図である。

[図7]実施の形態1に係る光モジュールにおけるヒータとサーミスタの回路図、及びリードピンの関係を示す図である。

[図8]実施の形態1に係る光モジュールにおける、サーミスタの温度と、ヒータとサーミスタの並列抵抗値との関係を示す図である。

[図9]参考例に係る光モジュールにおけるヒータとサーミスタの回路図、及びリードピンの関係を示す図である。

[図10]参考例に係る光モジュールにおけるヒータの温度に対する抵抗値を示す図である。

[図11]参考例に係る光モジュールにおけるサーミスタの温度と抵抗値との関係を示す図である。

[図12]実施の形態2に係る光モジュールにおけるヒータとサーミスタの回路

図、及びリードピンの関係を示す図である。

[図13]実施の形態2に係る光モジュールの変形例におけるヒータとサーミスタの回路図、及びリードピンの関係を示す図である。

### 発明を実施するための形態

#### [0010] 実施の形態1.

実施の形態1に係る光モジュールを図1から図8に基づいて説明する。

実施の形態1に係る光モジュールはデジタルコヒーレント通信用の光源モジュールとして用いられるのに好適である。

実施の形態1に係る光モジュールは光通信用のTO-CAN型光送信モジュールに適用した例である。

#### [0011] 実施の形態1に係る光モジュールは単一波長半導体レーザを備える光モジュールである。

実施の形態1に係る光モジュールは、半導体レーザの温度調整を行う機能、及び、半導体レーザからの光出力のモニタ及び発振波長のモニタを行う機能を有する光モジュールである。

従って、以下に、単一波長半導体レーザを備える光通信用のTO-CAN型光送信モジュールを例にして説明する。

#### [0012] 実施の形態1に係る光モジュールは、図1から図3に示すように、ステム11及び窓付きキャップ12（以下、キャップと言う）により構成されるパッケージ1と、温度調節器2、台座3、半導体レーザ用サブマウント（以下、サブマウントと略称する）4、半導体レーザ5、光モニタ6、ヒータ7と、サーミスタ8と、複数のリードピンP2～P7及びグラウンド用リードピンP1を備える。

なお、図1及び図3において、煩雑さを避けるため、各構成要素2、5、6、7、8とリードピンP1～P6とを電氣的に接続するワイヤについては省略している。

#### [0013] ステム11は円板状の金属からなる。STEM 11は円板状に限られるものでなく、円柱状もしくは四角柱状でも良く、内平面11aと内平面11aと

平行な外平面 1 1 b を有する平板状であれば良い。

ステム 1 1 の内平面 1 1 a が実装面であり、部品実装用の領域となる。

ステム 1 1 は、本例において、直径 5.6 mm の円板状の金属である。

[0014] キャップ 1 2 は、一端が開放された、有底部と側壁部とを有する、外直径がステム 1 1 の直径より若干小さい円筒状の金属によって形成された金属製のレンズキャップである。

キャップ 1 2 の有底部の中心に窓 1 3 である平面ガラス又はレンズが搭載される開口部が形成されている。

窓 1 3 である平面ガラス又はレンズはキャップの内外にて気密性が維持されるように有底部に形成された開口部に、接着剤又は溶融によって接合されて装着される。

[0015] キャップ 1 2 の側壁部の端面が、ステム 1 1 の内平面 1 1 a の周端部に接して電気溶接により接合、固着される。

ステム 1 1 とキャップ 1 2 により囲われた内部は、不活性ガスが充填されるもしくは真空状態とされ、半導体レーザ 5 を外気から遮断して気密封止される。

窓 1 3 からは半導体レーザ 5 からの前方レーザ光  $L_f$  が出射される。

ステム 1 1 とキャップ 1 2 により TO-CAN 型パッケージを構成する。

[0016] 温度調節器 2 は、パッケージ内に収納され、ステム 1 1 に載置される。

温度調節器 2 は平坦面である下面 2 a と下面 2 a に平行な平坦面である上面 2 b とを有し、下面 2 a がはんだもしくは導電性接着剤によりステム 1 1 の内平面 1 1 a に固定され、上面 2 b が実装面となる。以下、上面 2 b を実装面という。

温度調節器 2 は電流が流れることにより、実装面 2 b を加熱もしくは冷却する。

[0017] 温度調節器 2 は、光モニタ 6 からのモニタ値が設定モニタ値から逸脱すると、半導体レーザ 5 及び光モニタ 6 に与える温度を変化させる制御が行われる。

すなわち、温度調節器 2 は半導体レーザ 5 の温度及び光モニタ 6 の温度を調節する。

温度調節器 2 はペルチェ素子により構成される熱電クーラー（TEC：Thermoelectric cooler）である。

[0018] 台座 3 は、温度調節器 2 の実装面 2 b に載置され、上面及び下面が平坦面である平面部 3 a と、平面部 3 a と一体に形成された、立面が平坦面である立面部 3 b を有する L 字形状の金属部材であり、立面部 3 b の立面の反対側に水平面である載置面 3 c を有する段差部が形成されている。

台座 3 における平面部 3 a の下面が温度調節器 2 の実装面 2 b にはんだもしくは導電性接着剤により固定される。

[0019] 台座 3 における立面部 3 b の立面に半導体レーザ用サブマウント 4 を介して半導体レーザ 5 が載置固定される。

半導体レーザ 5 の前方レーザ光 L f の光軸及び後方レーザ光 L b の光軸がステム 1 1 の中心軸と一致するように、半導体レーザ 5 は台座 3 における立面部 3 b の立面に固定される。

サブマウント 4 は、例えば、表面に金属配線層がパターン形成された窒化アルミニウム（AlN：aluminum nitride）の誘電体からなる基体により構成される。

[0020] 台座 3 における平面部 3 a の上面に光モニタ 6 が載置固定される。

光モニタ 6 は半導体レーザ 5 の後方レーザ光 L b を受光するように、台座 3 における平面部 3 a の上面に固定される。

光モニタ 6 は半導体レーザ 5 の後方レーザ光 L b を受けられる角度に配置される。

例えば、半導体レーザ 5 の後方レーザ光 L b に対する光モニタ 6 における光カプラ 6 1（図 4 及び図 5 参照）の最大結合効率が得られる角度が光モニタ 6 の平面 6 a に対して 90 度であれば 90 度の向きに、80 度であれば 80 度の向きに光モニタ 6 は配置される。

[0021] 半導体レーザ 5 の後方レーザ光 L b に対する光モニタ 6 の角度を 90 度に



する場合は、台座3における平面部3aの上面と台座3における立面部3bの立面とのなす角度を90度にする。

また、半導体レーザ5の後方レーザ光Lbに対する光モニタ6の角度を80度にする場合は、台座3における平面部3aの上面を傾斜させ、台座3における平面部3aの上面と台座3における立面部3bの立面とのなす角度を80度にしてもよい。

[0022] なお、実施の形態1において、台座3における立面部3bに半導体レーザ5を載置固定し、台座3における平面部3aに光モニタ6を載置固定するものとしたが、半導体レーザ5と光モニタ6がパッケージ1の内部に収納され、半導体レーザ5の前方レーザ光Lfがパッケージ1の外部に出射され、半導体レーザ5の後方レーザ光Lbが光モニタ6によって受光できる配置関係になるものであってもよい。

[0023] 台座3における段差部の載置面3cにサーミスタ8が載置固定される。

台座3は、温度調節器2の実装面2bにおける熱を伝導してサブマウント4を通じて半導体レーザ5の温度を調節、つまり、半導体レーザ5を加熱もしくは冷却する。

同時に、台座3は、温度調節器2の実装面2bにおける熱を伝導して光モニタ6の温度を調節、つまり、光モニタ6を加熱もしくは冷却する。

温度調節器2により温度調節が行われる半導体レーザ5と光モニタ6が台座3により垂直方向に配置されるので、温度調節器2の実装面2bにおける半導体レーザ5と光モニタ6による専有面積を小さくでき、その結果、温度調節器2の小型化が図れ、光モジュールの小型化が図れる。

[0024] また、サーミスタ8がパッケージ1内に収納され、パッケージ1の内部の温度を測定する。

サーミスタ8は温度調節器2による温度制御を精度高く行い、光モジュールの高機能化を行うためにパッケージ1内に収納されたものである。

すなわち、光モジュールを動作させる事前準備において、サーミスタ8により半導体レーザ5の温度及び光モニタ6の温度を検知することにより、半

導体レーザ5からのレーザ光によるモニタ値の目標値と半導体レーザ5の温度及び光モニタ6の温度との関係をより精度高く知ることができる。

[0025] また、光モジュールの動作時において、定期的、周期的又はランダムにサーミスタ8により半導体レーザ5の温度及び光モニタ6の温度を検知することにより、光モジュールの動作時における半導体レーザ5の温度及び光モニタ6の温度をより精度高く知ることができる。

[0026] サーミスタ8は、本例において、台座3における段差部の載置面3cに載置固定されるため、台座3の温度、つまり、半導体レーザ5の温度及び光モニタ6の温度を測定、検知できる。

なお、サーミスタ8は台座3における段差部の載置面3cに載置固定されるものとしたが、台座3の段差部の載置面3c以外の部位、温度調節器2の実装面2b、あるいはステム11の内平面11aに載置固定されるものでもよい。

要するに、サーミスタ8はパッケージ1内に収納され、パッケージ1の内部の温度を測定し、測定結果から半導体レーザ5の温度及び光モニタ6の温度を検知できればよい。

[0027] 半導体レーザ5は単一波長半導体レーザ、いわゆる単一波長で発振するシングルモードレーザである。単一波長半導体レーザとして、例えば、分布帰還型(DFB: Distributed Feedback)レーザダイオード素子(チップ)もしくは分布反射型(DBR: Distributed Bragg Reflector)レーザダイオード素子(チップ)が用いられる。

半導体レーザ5は出射面から前方レーザ光Lfを出射し、背面から後方レーザ光Lbが出射される。前方レーザ光Lfが光通信用に用いられ、後方レーザ光Lbがモニタされる。

[0028] この種の単一波長半導体レーザは、光強度が供給される駆動電流により変化し、光強度がレーザ自身の温度によっても変化、一般的に低い温度であるほど光出力は増大する。

さらに、単一波長半導体レーザからのレーザ光の発振波長はレーザにおけ

る温度によっても変化する。単一波長半導体レーザからのレーザ光の発振波長は駆動電流によるジュール熱によっても変化する。

従って、実施の形態1では、光モニタ6により半導体レーザ5からの後方レーザ光L<sub>b</sub>をモニタし、温度調節器2により半導体レーザ5の温度を調節して半導体レーザ5から発振されるレーザ光の波長を一定に維持している。

[0029] 光モニタ6は、温度調節器2に対して半導体レーザ5及び光モニタ6に与える温度を変化させる制御をおこなわせるためのモニタ値を、温度調節器2を制御する制御部9（図6参照）に出力する。

制御部9は、温度調節器2と半導体レーザ5と光モニタ6とヒータ7を制御する。制御部9は、半導体レーザ5と光モニタ6と温度調節器2それぞれと信号のやり取りを行い、半導体レーザ5と光モニタ6と温度調節器2それぞれへの電流及び電圧を制御して、半導体レーザ5からのレーザ光の光強度とレーザ光の波長とを制御する。

制御部9は、事前準備において、サーミスタ8が得た温度情報が入力され、光モジュールの動作時において、定期的、周期的又はランダムにサーミスタ8が得た温度情報が入力される。

[0030] 光モニタ6は、半導体レーザ5からの後方レーザ光L<sub>b</sub>の光強度を測定し、半導体レーザ5の光出力が目標値となるように半導体レーザ5への駆動電流の値を制御するための電流値からなるモニタ値の一つである光パワーモニタ値I<sub>p</sub>を得るとともに、半導体レーザ5からのレーザ光の波長が目標値となるように温度調節器2へ供給する電流の値を制御するために用いられる電流値からなるモニタ値の一つである波長用モニタ値I<sub>λ</sub>を得る。

光モニタ6は半導体レーザ5からのレーザ光に対する波長制御用の波長ロッカの一部を構成する。

[0031] 温度調節器2は、光パワーモニタ値I<sub>p</sub>が設定モニタ値の一つである電流設定値より大きいと供給される電流の値に応じて実装面2bを加熱して半導体レーザ5及び光モニタ6に与える温度を上昇させ、光パワーモニタ値I<sub>p</sub>が電流設定値より小さいと供給される電流の値に応じて実装面2bを冷却し

て半導体レーザ5及び光モニタ6に与える温度を下降させる制御が制御部9により行われる。

電流設定値は、例えば、半導体レーザ5の光出力、つまり光強度が目標値となる駆動電流が半導体レーザ5に供給された時の光パワーモニタ値 $I_p$ の目標値 $I_{p\_target}$ の $\pm 10\%$ に設定される。

[0032] 温度調節器2は、光パワーモニタ値 $I_p$ と波長用モニタ値 $I_\lambda$ との比である波長モニタ値 $I_\lambda / I_p$ が設定モニタ値の一つである波長設定値から逸脱すると、供給される電流の値に応じて実装面2bの温度を変化させ、半導体レーザ5及び光モニタ6に与える温度を変化させる。

温度調節器2は、本例において、波長モニタ値 $I_\lambda / I_p$ が波長設定値より大きいと供給される電流の値に応じて実装面2bを加熱して半導体レーザ5及び光モニタ6に与える温度を上昇させ、波長モニタ値 $I_\lambda / I_p$ が波長設定値より小さいと供給される電流の値に応じて実装面2bを冷却して半導体レーザ5及び光モニタ6に与える温度を下降させる制御が行われる。

波長設定値は、例えば、半導体レーザ5のレーザ光の波長 $\lambda_{LD}$ を目標値 $\lambda_{target}$ とした時の波長モニタ値 $I_\lambda / I_p$ の目標値 $I_{\lambda\_target}$ の $\pm 10\%$ に設定される。

[0033] 光モニタ6は、図4及び図5に示すように、光カップラ61と分波器62と第1の受光器63と光フィルタ64と第2の受光器65と光導波路661～665を備える。

光モニタ6は、例えば、シリコン(Si)基板6Aの平面上に光カップラ61と分波器62と第1の受光器63と光フィルタ64と第2の受光器65と光導波路661～665を集積化して形成されたシリコンフォトリソグラフィによる平面導波路型光モニタである。

光導波路661～665はシリコンにより形成されるシリコン導波路である。

[0034] 光カップラ61は半導体レーザ5からの後方レーザ光 $L_b$ を受け、光モニタ6の平面6aに対して垂直に入射される後方レーザ光 $L_b$ を光導波路661

へ結合させる。

光カップラ61は、例えば、グレーティングカップラである。グレーティングカップラは光モニタ6の平面6aの上方から来た半導体レーザ5からの後方レーザ光Lbを光導波路661へ結合させる機能を持つため、光モニタ6の平面6aと半導体レーザ5はグレーティングカップラの最大結合効率が得られる角度に台座3により配置される。

なお、光カップラ61は、エレファントカップラでもよい。

グレーティングカップラは光のモードを大きくできるため、導波路の端面結合よりも位置依存性が小さいという特徴があるので、本例の光カップラ61にはグレーティングカップラが好ましい。

[0035] 分波器62は、光カップラ61により受光し、光導波路661を介して伝送された半導体レーザ5からの後方レーザ光Lbを2つのレーザ光に分波する。

分波器62は、例えば、方向性結合器、マルチモード干渉型（MMI：Multi-Mode Interferometer）、又はY分岐導波路のいずれかである。本例では分波器62としてMMIを用いる。

[0036] 第1の受光器63は、半導体レーザ5からの後方レーザ光Lbを光カップラ61が受光し、分波器62から分波された一方のレーザ光を、光導波路662を介して受光し、受光した光を光電変換し、半導体レーザ5からの後方レーザ光Lbに応じた電流を出力端に第1のモニタ値として出力する。

第1の受光器63は、半導体レーザ5からの後方レーザ光Lbを光カップラ61が結合した後方レーザ光Lbをそのまま電流に変換するため、半導体レーザ5の光パワーモニタとして機能する。

[0037] すなわち、第1の受光器63から得られる電流の電流値I<sub>p</sub>は、半導体レーザ5からのレーザ光の光出力、つまり、光強度を電流値により示す光パワーモニタ値I<sub>p</sub>であり、第1の受光器63は光パワーモニタ値I<sub>p</sub>を第1のモニタ値として出力端に出力する。

第1の受光器63は、導波路型受光器又は面入射型受光器であり、本例で

はSiGe（シリコンゲルマニウム）受光器であるフォトダイオードを用いている。

[0038] 光フィルタ64は、半導体レーザ5からの後方レーザ光Lbを光カップラ61が受光し、分波器62から分波された他方のレーザ光を、光導波路663を介して受光する。

光フィルタ64は波長の温度依存性を有する位相可変光フィルタである。

すなわち、光フィルタ64から出力されるレーザ光の波長のピークの値は、光フィルタ64における温度が高くなると長波側へシフトする温度依存性を有する。

[0039] 光フィルタ64はリング共振器であり、本例では、リング共振器を周期的な特性を持つフィルタとして使う。

なお、光フィルタ64はリング共振器フィルタに限られるものではない。

光フィルタ64として、理想的には温度依存性がないフィルタがよい。

但し、一般的には温度依存性が0になり難く、温度が高くなると長波長側へシフトする温度依存性を有するフィルタ、又は温度が高くなると短波長側へシフトする温度依存性を有するフィルタでもよい。

[0040] リング共振器フィルタに替えて、マッハ・ツェンダー干渉計（MZ干渉計：Mach-Zehnder interferometer）又は分布型ブラッグ反射器（DBR：Distributed Bragg Reflector）フィルタでもよい。

本例では光フィルタ64としてリング共振器64aを用い、以下、リング共振器64aをリング共振器フィルタという。

[0041] リング共振器フィルタ64aは閉ループを成す光導波路によって構成される。

分波器62の他方の出力端に接続される光導波路663を入力側とし、第2の受光器65の入力端に接続される光導波路664を出力側とし、リング共振器フィルタ64aを構成する閉ループを成す光導波路と入力側の光導波路663及び光導波路663と連続する出力側の光導波路664とがカップリングして閉ループを成す光導波路内で共振が生じることにより、フィルタ

として機能する。

[0042] なお、リング共振器フィルタは、リング共振器フィルタ64aに対して出力側の光導波路664と対向配置されるもう一方の出力側の光導波路665ともカップリングする。

リング共振器フィルタ64aを構成する閉ループを成す光導波路はシリコンにより形成されるシリコン導波路である。

閉ループを成す光導波路は直径100 $\mu$ m程度であり、非常に小さく、小型化が可能であるとともに、リング共振器フィルタ64aの環境温度による温度勾配の影響を抑制できる。

[0043] 第2の受光器65として、出力側の光導波路664を介してリング共振器フィルタ64aに接続、つまりカップリングされ、リング共振器フィルタ64aからの透過光を受けるフォトダイオード65a、又は光導波路664と対向配置されるもう一方の出力側の光導波路665を介してリング共振器フィルタ64aに接続、つまりカップリングされ、リング共振器フィルタ64aからの透過光を受けるフォトダイオード65bのいずれか一方を用いる。

[0044] 一般に知られているように、出力側の光導波路664ともう一方の出力側の光導波路665がリング共振器フィルタ64aに対して対向して配置されているため、出力側の光導波路664のスルーポートに接続されるフォトダイオード65aに流れる電流における位相に対する強度は、もう一方の出力側の光導波路665のドロップポートに接続されるフォトダイオード65bに流れる電流における位相に対する強度に対して反転した特性を示す。

[0045] すなわち、フォトダイオード65aとフォトダイオード65bそれぞれに流れる電流における位相に対する強度は $2\pi$ 毎に1から0、0から1に反転し、一方のフォトダイオード65aに流れる電流における位相に対する強度が1を示すとき、もう一方のフォトダイオード65bに流れる電流における位相に対する強度は0を示す。反対に一方のフォトダイオード65aに流れる電流における位相に対する強度が0を示すとき、もう一方のフォトダイオード65bに流れる電流における位相に対する強度は1を示す。

[0046] 要するに、フォトダイオード65aに流れる電流の強度の傾きも、フォトダイオード65bに流れる電流の強度の傾きと同様な傾きが得られる。

従って、第2の受光器65としてフォトダイオード65a又はフォトダイオード65bのいずれか一方のフォトダイオードを用いればよい。

[0047] 第2の受光器65からの出力は、半導体レーザ5からの後方レーザ光Lbを光カプラ61が受光、つまり結合し、分波器62から分波された他方のレーザ光を位相可変光フィルタ64であるリング共振器フィルタ64aによりフィルタリングされたレーザ光、本例では、後方レーザ光Lbと共振したレーザ光を電流に変換しているため、リング共振器フィルタ64aによる波長依存性に従い、後方レーザ光Lbの波長が変化すると第2の受光器65からの電流値も変化する。

[0048] 従って、第2の受光器65から得られる電流の電流値Iλは半導体レーザ5の波長モニタ値Iλ/Ipを得るために用いられる波長用モニタ値Iλとして用いることができ、リング共振器フィルタ64aと第2の受光器65が半導体レーザ5の波長用モニタとして機能する。

第2の受光器65から得られる電流の電流値Iλは波長用モニタ値Iλであり、第2の受光器65は光パワーモニタ値Ipを第2のモニタ値として出力端に出力する。

[0049] 波長用モニタ値Iλ、つまり、第2の受光器65から得られる電流値Iλは、半導体レーザ5の後方レーザ光Lbの波長だけではなく後方レーザ光Lbの光強度でも変化する。

従って、波長用モニタ値Iλを光パワーモニタ値Ipで除算することにより、後方レーザ光Lbの波長のみによる波長モニタ値Iλ/Ipが得られる。

[0050] 半導体レーザ5と光モニタ6は台座3を介して温度調節器2の実装面2bにおける熱により温度調整されるため、半導体レーザ5における温度の上昇と光モニタ6における温度の上昇は同じである。

光モニタ6の温度が変化すれば波長モニタ値Iλ/Ipが素直な波長依存



性を示す。

本例において、半導体レーザ5のレーザ光の波長に対して温度を上昇させることにより波長モニタ値 $I_{\lambda} / I_p$ が右肩下がりの傾きを持つ。

半導体レーザ5における温度を調整することにより、半導体レーザ5のレーザ光における波長を調整でき、半導体レーザ5のレーザ光の単一波長に対して精密な制御が行える。

[0051] 光フィルタ64は、本例では、さらに、リング共振器フィルタ64aを構成する閉ループを成す光導波路上に位相変調器64bを配置している。位相変調器64bは、本例においてヒータ7である。

リング共振器フィルタ64aによるピーク波長 $\lambda_{filt}$ の位置、つまり、第2の受光器65から得られる電流値 $I_{\lambda}$ のピークの位置は、一般に、リング共振器フィルタ64aの作製誤差により個体差がある。

[0052] 位相変調器64bは、リング共振器フィルタ64aの制御、つまり、リング共振器フィルタ64aによるピーク波長 $\lambda_{filt}$ の位置を調整する。

位相変調器64bであるヒータ7に供給する電流は、光モジュールを動作させる事前準備において取得した、波長 $\lambda_{LD}$ が目標値 $\lambda_{target}$ となり、光強度が光パワーモニタ値 $I_p$ の目標値 $I_{p\_target}$ となる光出力が半導体レーザ5から得られる時の、リング共振器フィルタ64aにおけるピーク波長 $\lambda_{filt}$ が得られるヒータ7に供給する電流の目標値 $I_{h\_target}$ である。

[0053] すなわち、半導体レーザ5のレーザ光の波長 $\lambda_{LD}$ の目標値 $\lambda_{target}$ に対して波長モニタ値 $I_{\lambda} / I_p$ の目標値 $I_{\lambda\_target}$ を得るための第2の受光器65から得られる電流値 $I_{\lambda}$ を得るために、位相変調器64bによりリング共振器フィルタ64aによるピーク波長 $\lambda_{filt}$ の位置を調整する。

例えば、目標値 $I_{\lambda\_target}$ が波長モニタ値 $I_{\lambda} / I_p = 0$ の位置となってしまうと、半導体レーザ5のレーザ光の波長 $\lambda_{LD}$ が変化しても波長モニタ値 $I_{\lambda} / I_p$ の値の変化がほとんど見られず、リング共振器フィルタ64aの制御がうまくできない。

これを避けるため、目標値 $I_{\lambda\_target}$ が制御に向いた波長モニタ値 $I_{\lambda} /$

$l_p$ の値になるよう、位相変調器64bとなるヒータ7によりリング共振器フィルタ64aを加熱してリング共振器フィルタ64aにおける温度の調整を行う。

[0054] リング共振器フィルタ64aの制御に向けた目標値 $l_{\lambda\_target}$ は、光モニタ6の温度、言い換えればリング共振器フィルタ64aの温度の変化に対して波長依存性の傾きが大きい領域における中央値付近の波長モニタ値 $l_{\lambda}/l_p$ になるように、位相変調器64bによりリング共振器フィルタ64aにおける温度の調整を行い、決定される。

[0055] なお、光モニタ6はシリコンフォトリソグラフィによる平面導波路型光モニタではなく、化合物半導体であるインジウムリン(InP)基板6Aの平面上に光カップラ61と分波器62と第1の受光器63と光フィルタ64と第2の受光器65と光導波路661~665を集積化した平面導波路型光モニタであってもよい。

また、光モニタ6としてガラス材料である基板6Aの平面上に光カップラ61と分波器62と第1の受光器63と光フィルタ64と第2の受光器65と光導波路661~665を集積化した平面導波路型光モニタであってもよい。

[0056] 光カップラ61と分波器62と第1の受光器63と光フィルタ64と第2の受光器65と光導波路661~665は、必ずしも、集積化されたものでなくてもよく、個別の構成要素がモジュール化されたものでもよい。

第1の受光器63と第2の受光器65はInP受光器でもよい。

[0057] 位相変調器64bとなるヒータ7は、光モニタ6の上面に断熱層6Bを介して配置される。

断熱層6Bは、本例において、光モニタ6の基板6A上に、光カップラ61と分波器62と第1の受光器63と光フィルタ64と第2の受光器65と光導波路661~665を覆うように形成された酸化シリコン(SiO<sub>2</sub>)層である。

なお、光モニタ6が十分な断熱性を有し、ヒータ7の発熱量が小さく、サ

ーミスタ 8 への影響が小さい場合は、断熱層 6 B はなくてもよい。

[0058] ヒータ 7 は光モニタ 6 の上面に配置するものとしたが、台座 3、温度調節器 2 の実装面 2 b、あるいはステム 1 1 の内平面 1 1 a に配置されるものでもよい。

要するに、本例において、ヒータ 7 はパッケージ 1 内に収納され、パッケージ 1 の内部を加熱し、サーミスタ 8 への影響が小さく、光モニタ 6 におけるリング共振器フィルタ 6 4 a における温度の調整を直接又は間接的に行えればよい。

[0059] 温度調節器 2 と半導体レーザ 5 と光モニタ 6 とヒータ 7 は、図 6 に示すように、制御部 9 によって制御される。

制御部 9 は、光モジュールを動作させる事前準備において、サーミスタ 8 からの温度情報、つまり、半導体レーザ 5 の温度及び光モニタ 6 の温度に対する検知情報が入力され、光モジュールの動作時において、定期的、周期的又はランダムに半導体レーザ 5 の温度及び光モニタ 6 の温度に対する検知情報が入力される。

[0060] 制御部 9 は、半導体レーザ 5 に対して、光モニタ 6 の第 1 の受光器 6 3 からの光パワーモニタ値  $I_p$  が入力され、光パワーモニタ値  $I_p$  が電流設定値である光パワーモニタ値の目標値  $I_{p\_target}$  の  $\pm 10\%$  の範囲内に納まるように、半導体レーザ 5 への駆動電流を制御する。

[0061] 制御部 9 は、温度調節器 2 に対して、光モニタ 6 の第 1 の受光器 6 3 からの光パワーモニタ値  $I_p$  が光パワーモニタ値の目標値  $I_{p\_target}$  の  $\pm 10\%$  の電流設定値の範囲内に納まるように、温度調節器 2 へ供給する電流を制御する。

制御部 9 は、光パワーモニタ値  $I_p$  が電流設定値より大きいと温度調節器 2 の実装面 2 b を加熱するための電流を温度調節器 2 へ供給し、光パワーモニタ値  $I_p$  が電流設定値より小さいと温度調節器 2 の実装面 2 b を冷却するための電流を温度調節器 2 へ供給する。

[0062] その結果、温度調節器 2 は、第 1 の受光器 6 3 により得られた電流が示す

光パワーモニタ値  $I_p$  が電流設定値より大きいと半導体レーザ 5 及び光モニタ 6 に与える温度を上昇させ、光パワーモニタ値  $I_p$  が電流設定値より小さいと半導体レーザ 5 及び光モニタ 6 に与える温度を下降させる制御が行われる。

[0063] また、制御部 9 は、光モニタ 6 の第 1 の受光器 6 3 からの光パワーモニタ値  $I_p$  と光モニタ 6 の第 2 の受光器 6 5 からの波長用モニタ値  $I_\lambda$  が入力され、入力された光パワーモニタ値  $I_p$  と波長用モニタ値  $I_\lambda$  から波長モニタ値  $I_\lambda / I_p$  を算出し、波長モニタ値  $I_\lambda / I_p$  が半導体レーザ 5 のレーザ光の波長  $\lambda_{LD}$  を目標値  $\lambda_{target}$  とした時の波長モニタ値  $I_\lambda / I_p$  の目標値  $I_\lambda_{target}$  の  $\pm 10\%$  の波長設定値の範囲内に納まるように、温度調節器 2 へ供給する電流を制御する。

[0064] 制御部 9 は、波長モニタ値  $I_\lambda / I_p$  が波長設定値から逸脱すると、実装面 2 b の温度を変化させるための電流を温度調節器 2 へ供給する。

制御部 9 は、本例において、波長モニタ値  $I_\lambda / I_p$  が波長設定値より大きいと温度調節器 2 の実装面 2 b を加熱するための電流を温度調節器 2 へ供給し、波長モニタ値  $I_\lambda / I_p$  が波長設定値より小さいと温度調節器 2 の実装面 2 b を冷却するための電流を温度調節器 2 へ供給する。

[0065] その結果、温度調節器 2 は、第 1 の受光器 6 3 により得られた電流が示す光パワーモニタ値  $I_p$  と第 2 の受光器 6 5 により得られた電流が示す波長用モニタ値  $I_\lambda$  による波長モニタ値  $I_\lambda / I_p$  が波長設定値より大きいと半導体レーザ 5 及び光モニタ 6 に与える温度を上昇させ、波長モニタ値  $I_\lambda / I_p$  が波長設定値より小さいと半導体レーザ 5 及び光モニタ 6 に与える温度を下降させる制御が行われる。

[0066] また、温度調節器 2 は、波長モニタ値  $I_\lambda / I_p$  が波長設定値より大きく半導体レーザ 5 及び光モニタ 6 に与える温度を上昇させることにより、光パワーモニタ値  $I_p$  が電流設定値より小さくなると半導体レーザ 5 へ供給する駆動電流を増加させ、波長モニタ値  $I_\lambda / I_p$  が波長設定値より小さく半導体レーザ 5 及び光モニタ 6 に与える温度を下降させることにより、光パワー

モニタ値  $I_p$  が電流設定値より大きくなると半導体レーザ 5 へ供給する駆動電流を減少させ制御が行われる。

[0067] 制御部 9 は、光フィルタ 6 4 に対して位相変調器 6 4 b となるヒータ 7 に、半導体レーザ 5 のレーザ光の光強度が目標値となり、半導体レーザ 5 のレーザ光の波長  $\lambda_{LD}$  が目標値  $\lambda_{target}$  となるレーザ光の光出力が得られる時の目標値  $I_{h\_target}$  の電流を供給する。

その結果、ヒータ 7 は制御部 9 の制御の下、光モニタ 6 を加熱、具体的にはリング共振器フィルタ 6 4 a を加熱してリング共振器フィルタ 6 4 a における温度の調整を行う。

制御部 9 と光モニタ 6 は半導体レーザ 5 からのレーザ光に対する波長制御用の波長ロックを構成する。

光モジュールと制御部 9 とにより光モジュール装置を構成する。

[0068] 半導体レーザ 5 と光モニタ 6 と温度調節器 2 とヒータ 7 とサーミスタ 8 それぞれは制御部 9 との信号のやり取りなどを行うため、リードピン P 1 ~ P 6 にワイヤボンディングによる金線などのワイヤ（図示せず）により電氣的に接続される。

リードピン P 1 ~ P 6 それぞれは、ステム 1 1 における設定位置に形成された貫通孔のそれぞれを貫通し、リードピン P 1 ~ P 6 と貫通孔との間に充填して固化させた封止ガラスによりステム 1 1 に固定される。封止ガラスはリードピン P 1 ~ P 6 それぞれとステム 1 1 を電氣的に絶縁するとともに、気密性を維持する。

[0069] グラウンド用リードピン P 7 の一端面がステム 1 1 の外平面 1 1 b に接して電気溶接又はロウ付けにより接合され、グラウンド用リードピン P 7 はステム 1 1 に固着される。

グラウンド用リードピン P 7 は電氣的に接地され、ステム 1 1 はグラウンド用リードピン P 7 により接地電位にされる。つまり、ステム 1 1 は接地ノードとしての役割も果たす。

[0070] 実施の形態 1 に係る光モジュールは、各構成要素に対する 6 本のリードピ

ンP 1～P 6と1本のグラウンド用リードピンP 7の計7本のリードピンでよく、少ないリードピンの数により光モジュールを構成できる。

その結果、リードピンの数として7本が限界である、直径5.6mmの標準的なCANパッケージを使用でき、小型化が図れる。

[0071] ステム11の内平面11aから露出したそれぞれのリードピンP 1～P 6のインナーリード部の接続は、例えば、次のようである。但し、リードピンP 1～P 6と各構成要素との関係は一例を示したものであり、これに限られるものではない。

リードピンP 1は半導体レーザ5の一方の電極と接続され、半導体レーザ5に制御部9からの駆動電流を伝達する。リードピンP 1は半導体レーザ5に対するレーザ用リードピンである。

[0072] リードピンP 2及びリードピンP 3それぞれは温度調節器2における一対の電極、つまり+電極と-電極それぞれに接続され、温度調節器2に制御部9からの供給される電流を伝達する。リードピンP 2及びリードピンP 3は温度調節器2に対する温度調節器用リードピンである。

リードピンP 4及びリードピンP 5それぞれは光モニタ6の出力端に接続され、光モニタ6からのモニタ値を制御部9に伝達する。リードピンP 4及びリードピンP 5は光モニタ6に対するモニタ用リードピンである。

[0073] リードピンP 4は光モニタ6の第1の受光器63の出力端と接続され、第1の受光器63からの光パワーモニタ値 $I_p$ を示す電流を制御部9に伝達する。

リードピンP 5は光モニタ6の第2の受光器65の出力端と接続され、第2の受光器65からの波長用モニタ値 $I_\lambda$ を示す電流を制御部9に伝達する。

[0074] リードピンP 6はヒータ7の一端とサーミスタ8の一端が接続されるヒータ及びサーミスタ共用リードピンである。

ヒータ7の他端とサーミスタ8の他端は接地電位（接地ノード）とされるステム11の内平面11aにワイヤボンディングによる金線などのワイヤ（

図示せず)により電氣的に接続され、グラウンド用リードピンP7に接続される。

[0075] すなわち、ヒータ7とサーミスタ8は、図7に示すように、ヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6とグラウンド用リードピンP7との間に並列接続される。

サーミスタ8とヒータ7の2つの構成要素に対して、グラウンド用リードピンP7を除いて、1つのヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6でよく、リードピンが1本削減される。

[0076] 次に、実施の形態1に係る光モジュールにおける1つの特徴であるサーミスタ8とヒータ7、及びそれに関連するリードピン、つまり、ヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6の関係について説明する。

ヒータ7は、上記でも述べたように、光フィルタ64におけるリング共振器フィルタ64aに対して位相変調器64bとして機能し、リング共振器フィルタ64aを加熱してリング共振器フィルタ64aにおける温度の調整を行う。

ヒータ7は低電力であり、抵抗値 $R_h$ が高い。

サーミスタ8は、上記でも述べたように、温度調節器2による温度制御を精度高く行うために、パッケージ1の内部の温度を測定、特に、半導体レーザ5の温度及び光モニタ6の温度を測定、検知する。

[0077] 従って、ヒータ7とサーミスタ8が独立に制御され、サーミスタ8に対してヒータ7による加熱の影響が小さいことが必要であり、この点について説明する。

実施の形態1に係る光モジュールは、ヒータ7とサーミスタ8をヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6とグラウンド用リードピンP7（接地ノード）との間に電氣的に並列接続したものであり、以下に参考例として示すヒータ7とサーミスタ8を用いている。

[0078] ヒータ7は本例において抵抗としての特性を有し、図9に参考例として示すように、サーミスタ8に対して、グラウンド用リードピンP7は共用する

ものの、一端に接続されるリードピンが異なる場合の抵抗値  $R_h$  は、図 10 に示すように、温度が 0 度から 100 度の範囲において 0.5 k $\Omega$  の一定値を示す。

すなわち、ヒータ 7 は、本例において、光モジュールの使用温度範囲において、温度に依存しない抵抗値  $R_h$  が 0.5 k $\Omega$  のヒータであり、低電力及び高抵抗である。

図 10 において、横軸は光モジュールの使用温度、本例においては、半導体レーザ 5 の温度及び光モニタ 6 の温度に相当する温度を示し、縦軸はヒータ 7 の抵抗値  $R_h$  を示す。

[0079] サーミスタ 8 は、本例において、温度に応じて抵抗値  $R_{TH}$  が変化する抵抗としての特性を有し、図 9 に参考例として示すように、ヒータ 7 に対して一端に接続されるリードピンが異なる場合の抵抗値  $R_{TH}$  は、図 11 に示すように、サーミスタ 8 の温度が上昇するに応じて抵抗値が低くなり、0 度で 35 k $\Omega$ 、25 度では 10 k $\Omega$ 、50 度で 4.16 k $\Omega$ 、100 度では 0.7 k $\Omega$  を示す。

[0080] 図 11 において、横軸は半導体レーザ 5 の温度及び光モニタ 6 の温度を示し、縦軸はサーミスタ 8 の抵抗値  $R_{TH}$  を示す。

サーミスタ 8 は、本例において、 $R_0$  : 10 k $\Omega$ 、 $T_0$  : 25 度、B 定数 : 3930 K の特性を持つサーミスタを用いた。

また、図 9 に示したサーミスタ 8 の温度に対する抵抗値の曲線は、温度  $T_0$  が 25 度の時抵抗値  $R_0$  が 10 k $\Omega$  であり、B 定数が 3930 K であるサーミスタに対して、一般に知られているサーミスタの温度  $T$  における抵抗値  $R_{TH}$  の計算方法を用いて得た結果である。

[0081] すなわち、実施の形態 1 に係る光モジュールの使用温度範囲において、サーミスタ 8 の抵抗値  $R_{TH}$  はヒータ 7 の抵抗値  $R_h$  より大きく、サーミスタ 8 の抵抗値  $R_{TH}$  とヒータ 7 の抵抗値  $R_h$  は近づけた値に設計してある。

具体的には、ヒータ 7 の抵抗値  $R_h$  は温度に依存せず一定値を示し、サーミスタ 8 の抵抗値  $R_{TH}$  は温度に応じて変化し、サーミスタ 8 の抵抗値  $R_{TH}$  とヒ



ータ7の抵抗値 $R_h$ の関係は、半導体レーザ5及び光モニタ6の使用温度範囲において、サーミスタ8の抵抗値 $R_{TH}$ はヒータ7の抵抗値 $R_h$ より大きく、ヒータ7の抵抗値 $R_h$ の70倍以下に設定してある。

[0082] 実施の形態1に係る光モジュールは、ヒータ7とサーミスタ8をヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6とグラウンド用リードピンP7との間に電氣的に並列接続されたものであり、ヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6とグラウンド用リードピンP7との間に直流電圧を印加してヒータ7とサーミスタ8に直流電流を流すことにより、サーミスタ8は、本例において、抵抗値 $R_{TH}$ が温度に応じて変化するため、ヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6とグラウンド用リードピンP7との間の電圧を測定することにより、抵抗値 $R_{TH}$ の変化を読み取ることでパッケージ1内の温度、つまり、半導体レーザ5の温度及び光モニタ6の温度を測定、検知することができる。

[0083] すなわち、ヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6とグラウンド用リードピンP7との間のヒータ7とサーミスタ8の並列抵抗値 $R_h//R_{TH}$ は、図8に示すように、サーミスタ8の温度が上昇するに応じて抵抗値が低くなり、25度ではサーミスタ8の抵抗値 $R_{TH}$ が10k $\Omega$ であり、ヒータ7の抵抗値 $R_h$ が0.5k $\Omega$ であるので0.48k $\Omega$ を示し、100度ではサーミスタ8の抵抗値 $R_{TH}$ が0.7k $\Omega$ であり、ヒータ7の抵抗値 $R_h$ が0.5k $\Omega$ であるので0.29k $\Omega$ を示す。

図8において、横軸はサーミスタ8の温度、つまり、半導体レーザ5の温度及び光モニタ6の温度を示し、縦軸はヒータ7の抵抗値 $R_h$ とサーミスタ8の抵抗値 $R_{TH}$ の並列抵抗値 $R_h//R_{TH}$ を示す。

[0084] ヒータ7の抵抗値 $R_h$ は温度の変化にかかわらず一定であり、サーミスタ8の抵抗値 $R_{TH}$ は温度に応じて大きく変化するので、図8から明らかなように、ヒータ7とサーミスタ8の並列抵抗値 $R_h//R_{TH}$ とサーミスタ8の温度、つまり、半導体レーザ5の温度及び光モニタ6の温度の関係は一對一に決まり、温度の変化に対して並列抵抗値 $R_h//R_{TH}$ が変化し、半導体レーザ5の温度及び光モニタ6の温度の変化に応じてサーミスタ8の抵抗値 $R_{TH}$ を読み取る

ことができる。

[0085] サーミスタ 8 の抵抗値  $R_{TH}$  を読み取るために、本例では、半導体レーザ 5 及び光モニタ 6 の使用温度範囲において、サーミスタ 8 の抵抗値  $R_{TH}$  がヒータ 7 の抵抗値  $R_h$  より大きく、ヒータ 7 とサーミスタ 8 の並列抵抗値  $R_h // R_{TH}$  は使用温度範囲における並列抵抗値  $R_h // R_{TH}$  の最大値に対して温度の変化 1 度当たり 0.1% 以上変化するように設定してある。

[0086] すなわち、ヒータ 7 とサーミスタ 8 の並列抵抗値  $R_h // R_{TH}$  が使用温度範囲における並列抵抗値  $R_h // R_{TH}$  の最大値に対して温度の変化 1 度当たり 0.1% 以上変化する条件を満足するように、サーミスタ 8 の抵抗値  $R_{TH}$  とヒータ 7 の抵抗値  $R_h$  は近づけた値に設計してある。

その結果、サーミスタ 8 の抵抗値  $R_{TH}$  の測定精度が向上している。

[0087] 従って、ヒータ及びサーミスタ共用リードピン P 6 とグラウンド用リードピン P 7 との間の並列抵抗値  $R_h // R_{TH}$  を、制御部 9 がヒータ及びサーミスタ共用リードピン P 6 とグラウンド用リードピン P 7 との間に直流電流を流し、ヒータ及びサーミスタ共用リードピン P 6 とグラウンド用リードピン P 7 との間に流れる直流電流に基づくヒータ及びサーミスタ共用リードピン P 6 とグラウンド用リードピン P 7 との間の電圧を測定することにより、半導体レーザ 5 の温度及び光モニタ 6 の温度を得ることができる。

なお、制御部 9 はヒータ及びサーミスタ共用リードピン P 6 とグラウンド用リードピン P 7 との間のアナログ電圧をアナログ／デジタル変換部 (ADC) によりデジタル信号に変換して制御して用いる。

[0088] また、サーミスタ 8 により半導体レーザ 5 の温度及び光モニタ 6 の温度を検知している時、ヒータ 7 にも直流電流が流れるものの、ヒータ 7 は光フィルタ 6 4 におけるリング共振器フィルタ 6 4 a に対する温度の調整のために用いる低電力のヒータであるので、ヒータ 7 が半導体レーザ 5 の温度及び光モニタ 6 の温度に対して悪影響を及ぼすものではない。

[0089] 光モジュールを動作させる事前準備における、サーミスタ 8 による半導体レーザ 5 の温度及び光モニタ 6 の温度の検知は、ヒータ 7 に対して直流電流

が長時間流れることはなく、この点からも、ヒータ 7 が半導体レーザ 5 の温度及び光モニタ 6 の温度に対して悪影響を及ぼすものではない。

また、光モジュールの動作時においても、サーミスタ 8 による半導体レーザ 5 の温度及び光モニタ 6 の温度の検知は実施するが、当該検知は定期的、周期的又はランダムに実施するものの短時間による検知であるため、ヒータ 7 の加熱による半導体レーザ 5 の温度及び光モニタ 6 の温度に対して悪影響を及ぼすものではない。

[0090] 一方、光モジュールの動作時におけるリング共振器フィルタ 64 a における温度の調整において、制御部 9 がヒータ及びサーミスタ共用リードピン P 6 とグラウンド用リードピン P 7 との間に直流電流を供給すると、ヒータ 7 の抵抗値  $R_h$  はサーミスタ 8 の抵抗値  $R_{TH}$  に対して小さく設定しているため、ヒータ 7 にサーミスタ 8 より多くの電流が流れるので、ヒータ 7 への目標値  $I_{h\_target}$  の電流の供給が容易であり、リング共振器フィルタ 64 a における温度の調整を容易に行えることができる。

[0091] 要するに、実施の形態 1 に係る光モジュールは、ヒータ 7 とサーミスタ 8 をヒータ及びサーミスタ共用リードピン P 6 とグラウンド用リードピン P 7 との間に電氣的に並列接続されたものであるが、ヒータ 7 の抵抗値  $R_h$  とサーミスタ 8 の抵抗値  $R_{TH}$  の関係において、サーミスタ 8 の抵抗値  $R_{TH}$  の変化が読み取れる程度にヒータ 7 の抵抗値  $R_h$  が大きく、かつ、光モジュールの動作時におけるリング共振器フィルタ 64 a における温度の調整において、ヒータ 7 にサーミスタ 8 より多くの電流が流れるようにヒータ 7 の抵抗値  $R_h$  が小さくしてあるので、ヒータ 7 とサーミスタ 8 をヒータ及びサーミスタ共用リードピン P 6 とグラウンド用リードピン P 7 は共用するものの、一端に接続されるリードピンを異なるものにしたものと同等の機能が得られる。

[0092] ところで、本例において、ヒータ 7 として、抵抗値  $R_h$  が光モジュールの使用温度範囲において温度に依存しない抵抗値  $R_h$  を持つヒータを用いたが、ヒータ 7 として、温度に若干依存して抵抗値  $R_h$  が変化する特性を有するヒータを用いてもよい。

温度に若干依存して抵抗値  $R_n$  が変化する特性を有するヒータを用いる場合、制御部 9 において、制御部 9 が読みだした並列抵抗値  $R_n // R_{TH}$  に制御部 9 が温度に対するヒータ 7 の抵抗値  $R_n$  の変化分を補正して、半導体レーザ 5 の温度及び光モニタ 6 の温度を得ればよい。

または、事前に、温度と並列抵抗値  $R_n // R_{TH}$  との関係を調査し、図 8 に示した特性図を得、特性図に示す温度と並列抵抗値  $R_n // R_{TH}$  との関係を制御部 9 がテーブルとして記憶し、制御部 9 が読みだした並列抵抗値  $R_n // R_{TH}$  とテーブルに記憶された関係とを比較し、半導体レーザ 5 の温度及び光モニタ 6 の温度を得てもよい。

[0093] 以上に述べたように、実施の形態 1 に係る光モジュールは、半導体レーザ 5 の温度調整を行う機能を果たす温度調節器 2 と、半導体レーザ 5 からの光出力のモニタ及び発振波長のモニタを行う機能を果たす光モニタ 6 を備え、さらに、ヒータ 7 及びサーミスタ 8 を備え、ヒータ 7 とサーミスタ 8 が電氣的に並列接続され、ヒータ 7 の一端とサーミスタ 8 の一端がヒータ及びサーミスタ共用リードピン P 6 に接続されるものとしたので、ヒータ 7 とサーミスタ 8 が実質的に独立に制御され、グラウンド用リードピン P 7 を除いて、ヒータ 7 及びサーミスタ 8 に対するリードピンとして 1 つのヒータ及びサーミスタ共用リードピン P 6 でよく、機能を高度化した光モジュールとしての小型化が図れる。

[0094] 要するに、実施の形態 1 に係る光モジュールは、ヒータ 7 とサーミスタ 8 に対して 1 本のヒータ及びサーミスタ共用リードピン P 6 により、ヒータ 7 による加熱とサーミスタ 8 による温度の測定、検知を独立して行え、光モジュールとしての小型化を図った上で、光モジュールとしての機能を向上できる。

[0095] 実施の形態 1 では、ヒータ 7 は光モニタ 6 におけるリング共振器フィルタ 6 4 a における温度の調整用として用いたが、他の構成要素に対する温度調整又はパッケージ内の温度環境の調整に用いるものであってもよい。

また、実施の形態 1 では、サーミスタ 8 は、光モジュールを動作させる事

前準備、及び光モジュールの動作時において半導体レーザ 5 の温度及び光モニタ 6 の温度の測定、検知用として用いたが、他の構成要素に対する測定、検知又はパッケージ内の温度環境の測定、検知に用いるものであってもよい。

[0096] 実施の形態 2.

実施の形態 2 に係る光モジュールを図 1 2 に基づいて説明する。

実施の形態 2 に係る光モジュールは、実施の形態 1 に係る光モジュールに対し、ヒータ及びサーミスタ共用リードピン P 6 と接地ノードとの間にヒータ 7 と電氣的に直列接続されたキャパシタ 7 1 と、ヒータ及びサーミスタ共用リードピン P 6 と接地ノードとの間にサーミスタ 8 と電氣的に直列接続されたインダクタ 8 1 をパッケージ 1 内に収納された点が異なり、その他の点については同じ又は同様である。

なお、図 1 2 中、図 7 に付された符号と同一符号は同一又は相当部分を示す。

[0097] 以下に、実施の形態 1 に係る光モジュールに対する相違点を中心に説明する。

キャパシタ 7 1 はヒータ 7 とヒータ及びサーミスタ共用リードピン P 6 との間に電氣的に直列接続される。

インダクタ 8 1 はサーミスタ 8 とヒータ及びサーミスタ共用リードピン P 6 との間に電氣的に直列接続される。

ヒータ 7 とキャパシタ 7 1 の直列体とサーミスタ 8 とインダクタ 8 1 の直列体はヒータ及びサーミスタ共用リードピン P 6 との間に電氣的に並列接続される。

[0098] 光モジュールの動作時において、ヒータ 7 へ目標値  $I_{h\_target}$  の電流となる交流電流が流れるように制御部 9 がヒータ及びサーミスタ共用リードピン P 6 とグラウンド用リードピン P 7 との間に交流電流を供給すると、リング共振器フィルタ 6 4 a におけるピーク波長  $\lambda_{filt}$  が得られる温度にリング共振器フィルタ 6 4 a が温度調整される。

ヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6とグラウンド用リードピンP7との間には交流電流を供給されるため、サーミスタ8とインダクタ81の直列体には電流が流れない。

要するに、ヒータ7とキャパシタ71の直列体のみには交流電力をかけることができる。

[0099] 一方、半導体レーザ5からのレーザ光によるモニタ値の目標値と半導体レーザ5の温度及び光モニタ6の温度との関係をより精度高く知るための、光モジュールを動作させる事前準備において、制御部9がヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6とグラウンド用リードピンP7との間に直流電流を供給すると、制御部9は、ヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6とグラウンド用リードピンP7との間に流れる直流電流を基に直流電圧を測定することにより、ヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6とグラウンド用リードピンP7との間の抵抗値を得ることができ、インダクタ81の抵抗値を考慮した図11に示す特性図の関係から、半導体レーザ5の温度及び光モニタ6の温度を得ることができる。

[0100] ヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6とグラウンド用リードピンP7との間には直流電流が供給されるため、ヒータ7とキャパシタ71の直列体には電流が流れない。

なお、インダクタ81の抵抗値はほとんど無視できるため、ヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6とグラウンド用リードピンP7との間の抵抗値はサーミスタ8の抵抗値 $R_{TH}$ として得られる。

要するに、サーミスタ8とインダクタ81の直列体のみには直流電力をかけることができ、しかも、サーミスタ8の抵抗値 $R_{TH}$ を得ることができる。

[0101] 光モジュールの動作時において、定期的、周期的又はランダムにサーミスタ8により半導体レーザ5の温度及び光モニタ6の温度を検知する場合も、制御部9がヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6とグラウンド用リードピンP7との間に直流電流を供給する。

ヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6とグラウンド用リードピンP7

との間に直流電流を供給することにより、ヒータ7とキャパシタ71の直列体に電流を流すことなく、サーミスタ8の抵抗値 $R_{TH}$ を得ることができる。

[0102] 以上に述べたように、実施の形態2に係る光モジュールは、実施の形態1に係る光モジュールと同様に、機能を高度化した光モジュールとしての小型化が図れるという効果を有する。

さらに、実施の形態2に係る光モジュールは、ヒータ7による加熱時にサーミスタ8に電流が流れず、ヒータ7とキャパシタ71の直列体のみ交流電力をかけることができ、サーミスタ8による温度の測定、検知時にヒータ7に電流が流れず、サーミスタ8とインダクタ81の直列体のみ直流電力をかけることができ、しかも、サーミスタ8の抵抗値 $R_{TH}$ を得ることができる。

[0103] なお、図13に示すように、実施の形態1に係る光モジュールに対し、ヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6と接地ノードとの間にヒータ7と電氣的に直列接続されたインダクタ72と、ヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6と接地ノードとの間にサーミスタ8と電氣的に直列接続されたキャパシタ82を配置したものでも良い。

[0104] 図13に示す実施の形態2に係る光モジュールの変形例において、光モジュールの動作時に、ヒータ7へ目標値 $I_{h\_target}$ の電流となる交流電流が流れるように制御部9がヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6とグラウンド用リードピンP7との間に直流電流を供給すると、ヒータ7とインダクタ72の直列体のみ直流電力をかけることができ、サーミスタ8とキャパシタ82の直列体に電流を流すことなく、リング共振器フィルタ64aの温度調整ができる。

[0105] 一方、サーミスタ8により半導体レーザ5の温度及び光モニタ6の温度を検知する場合、制御部9がヒータ及びサーミスタ共用リードピンP6とグラウンド用リードピンP7との間に交流電流を供給すると、サーミスタ8とキャパシタ82の直列体のみ交流電力をかけることができ、ヒータ7とインダクタ72の直列体に交流電流を流すことなく、サーミスタ8の抵抗値 $R_{TH}$

を得ることができ、半導体レーザ 5 の温度及び光モニタ 6 の温度を検知、測定できる。

[0106] 図 1 3 に示す実施の形態 2 に係る光モジュールの変形例においても、実施の形態 2 に係る光モジュールと同様の効果を有する。

[0107] なお、各実施の形態の自由な組み合わせ、あるいは各実施の形態の任意の構成要素の変形、もしくは各実施の形態において任意の構成要素の省略が可能である。

### 産業上の利用可能性

[0108] 本開示に係る光モジュールは、大容量の光通信システムに用いられる光モジュール、特に、デジタルコヒーレント通信方式に用いられる光モジュールに好適である。

また、本開示に係る光モジュールは単一波長半導体レーザを備える光通信用の T O - C A N 型光送信モジュールに適している。

### 符号の説明

[0109] 1 パッケージ、1 1 ステム、1 2 キャップ、1 3 窓、2 温度調節器、3 台座、4 半導体レーザ用サブマウント、5 半導体レーザ、6 光モニタ、6 1 光カプラ、6 2 分波器、6 3 第 1 の受光器、6 4 光フィルタ、6 5 第 2 の受光器、7 ヒータ、7 1 キャパシタ、7 2 インダクタ、8 サーミスタ、8 1 インダクタ、8 2 キャパシタ、9 制御部、P 1 ~ P 7 リードピン。



## 請求の範囲

### [請求項1]

ステム、及び側壁部の開口端面が前記ステムの内平面の周端部に接して固定された筒状の窓付きキャップにより構成されるパッケージと、

前記パッケージ内に収納され、前記窓付きキャップの窓からレーザー光を出射する半導体レーザーと、

前記パッケージ内に収納され、前記半導体レーザーからのレーザー光を受光し、前記半導体レーザーからのレーザー光をモニタする光モニタと、

前記パッケージ内に収納され、前記光モニタからのモニタ値が設定モニタ値から逸脱すると、前記半導体レーザー及び前記光モニタに与える温度を変化させる制御が行われる、前記半導体レーザーにおける温度及び前記光モニタにおける温度を調節する温度調節器と、

前記パッケージ内に収納されるヒータと、

前記パッケージ内に収納され、前記ヒータと電氣的に並列接続されるサーミスタと、

前記ステムと電氣的に絶縁されて貫通し、前記ステムの内平面から露出したインナーリード部に前記半導体レーザーの電極が接続されるレーザー用リードピンと、

前記ステムと電氣的に絶縁されて貫通し、前記ステムの内平面から露出したインナーリード部に前記光モニタの出力端が接続されるモニタ用リードピンと、

前記ステムと電氣的に絶縁されて貫通し、前記ステムの内平面から露出したインナーリード部に前記温度調節器の電極が接続される温度調節器用リードピンと、

前記ステムと電氣的に絶縁されて貫通し、前記ステムの内平面から露出したインナーリード部に前記ヒータの一端と前記サーミスタの一端が接続されるヒータ及びサーミスタ共用リードピンと、

前記ステムと電氣的に接続されたグラウンド用リードピンと、

を備える光モジュール。

[請求項2]

前記温度調節器は前記システムに載置され、

前記温度調節器の実装面に載置固定され、前記半導体レーザが載置固定される立面部と、前記立面部と一体に形成され、前記半導体レーザの後方レーザ光を受光する位置に前記光モニタが載置固定される平面部と、前記立面部の立面の反対側に形成され、前記サーミスタが載置固定される水平面である載置面を有する段差部とを有する台座を備えた、

請求項1に記載の光モジュール。

[請求項3]

前記光モニタは、前記半導体レーザからのレーザ光を受光する第1の受光器、前記半導体レーザからのレーザ光を受光する光フィルタ、及び前記光フィルタを介して前記レーザ光を受光する第2の受光器を有し、

前記モニタ用リードピンは、前記第1の受光器の出力端が接続されるリードピン、及び前記第2の受光器の出力端が接続されるリードピンにより構成される、

請求項1に記載の光モジュール。

[請求項4]

前記温度調節器は+電極と-電極を有するペルチェ素子により構成される熱電クーラーであり、

前記温度調節器用リードピンは、前記温度調節器の+電極が接続されるリードピン、及び前記温度調節器の-電極が接続されるリードピンにより構成される、

請求項1に記載の光モジュール。

[請求項5]

前記サーミスタは温度に応じて抵抗値が変化する抵抗としての特性を有し、

前記サーミスタの抵抗値は、前記半導体レーザ及び前記光モニタの使用温度範囲において、前記ヒータの抵抗値より大きく、前記ヒータの抵抗値の70倍以下である請求項1から請求項4のいずれか1項に

記載の光モジュール。

[請求項6] 前記サーミスタは温度に応じて抵抗値が変化する抵抗としての特性を有し、

前記ヒータは前記半導体レーザ及び前記光モニタの使用温度範囲において抵抗値が一定であり、

前記使用温度範囲において、前記サーミスタの抵抗値は前記ヒータの抵抗値より大きく、前記サーミスタと前記ヒータとの並列抵抗値が前記使用温度範囲における前記サーミスタと前記ヒータとの並列抵抗値の最大値に対して温度の変化1度当たり0.1%以上変化する、

請求項1から請求項4のいずれか1項に記載の光モジュール。

[請求項7] 前記光モニタは光カップラと分波器と第1の受光器と光フィルタと第2の受光器とを有する平面導波路型光モニタであり、前記光モニタからのモニタ値は第1のモニタ値と第2のモニタ値を有し、

前記第1の受光器は、前記半導体レーザからのレーザ光を前記光カップラが受光し、前記分波器から分波された一方のレーザ光を、光導波路を介して受光し、当該受光した光を光電変換して出力端に前記第1のモニタ値を出力し、

前記第2の受光器は、前記半導体レーザからのレーザ光を前記光カップラが受光し、前記分波器から分波された他方のレーザ光を前記光フィルタによりフィルタリングされたレーザ光を受光し、当該受光した光を光電変換して出力端に前記第2のモニタ値を出力し、

前記モニタ用リードピンは、前記第1の受光器の出力端が接続されるリードピン、及び前記第2の受光器の出力端が接続されるリードピンにより構成され、

前記ヒータは前記光モニタを加熱して前記光モニタにおける温度の調整を行う、

請求項1に記載の光モジュール。

[請求項8] 前記サーミスタは温度に応じて抵抗値が変化する抵抗としての特性

を有し、

前記サーミスタの抵抗値は、前記半導体レーザ及び前記光モニタの使用温度範囲において、前記ヒータの抵抗値より大きく、前記ヒータの抵抗値の70倍以下である請求項7に記載の光モジュール。

[請求項9]

前記サーミスタは温度に応じて抵抗値が変化する抵抗としての特性を有し、

前記ヒータは前記半導体レーザ及び前記光モニタの使用温度範囲において抵抗値が一定であり、

前記使用温度範囲において、前記サーミスタの抵抗値は前記ヒータの抵抗値より大きく、前記サーミスタと前記ヒータとの並列抵抗値が前記使用温度範囲における前記サーミスタと前記ヒータとの並列抵抗値の最大値に対して温度の変化1度当たり0.1%以上変化する、

請求項7に記載の光モジュール。

[請求項10]

前記ヒータ及びサーミスタ共用リードピンと接地ノードとの間に前記ヒータと電氣的に直列接続されたキャパシタと、

前記ヒータ及びサーミスタ共用リードピンと前記接地ノードとの間に前記サーミスタと電氣的に直列接続されたインダクタと、

を備えた請求項1から請求項4、請求項7から請求項9のいずれか1項に記載の光モジュール。

[請求項11]

前記ヒータ及びサーミスタ共用リードピンと接地ノードとの間に前記ヒータと電氣的に直列接続されたインダクタと、

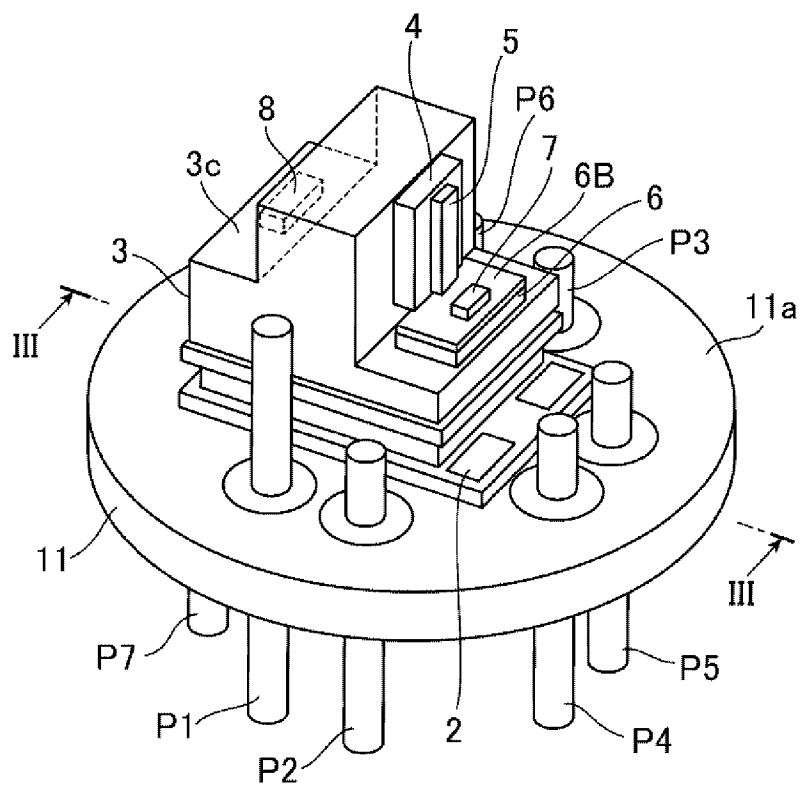
前記ヒータ及びサーミスタ共用リードピンと前記接地ノードとの間に前記サーミスタと電氣的に直列接続されたキャパシタと、

を備えた請求項1から請求項4、請求項7から請求項9のいずれか1項に記載の光モジュール。

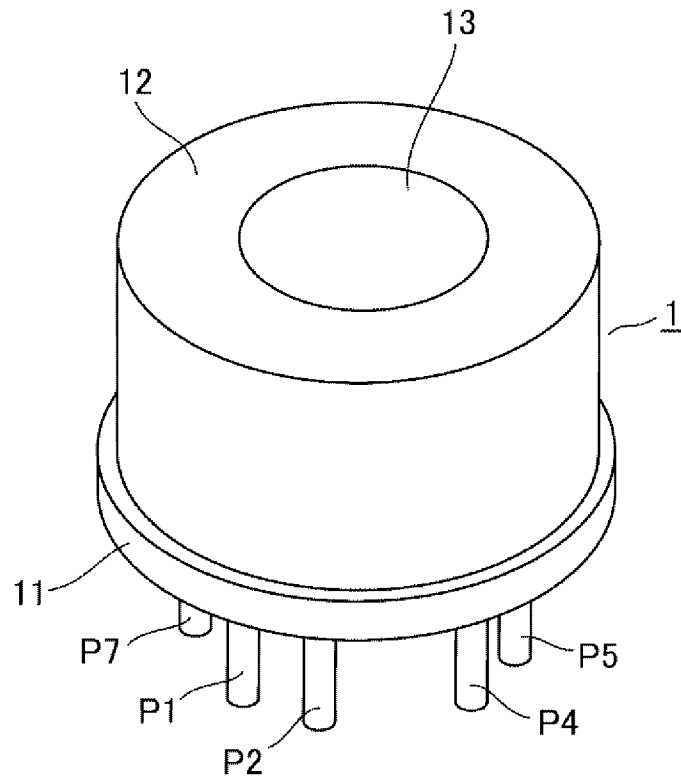
[請求項12]

前記ステムは直径5.6mmの円板状の金属であり、前記窓付きキャップは円筒形状である請求項1から請求項4、請求項7から請求項9のいずれか1項に記載の光モジュール。

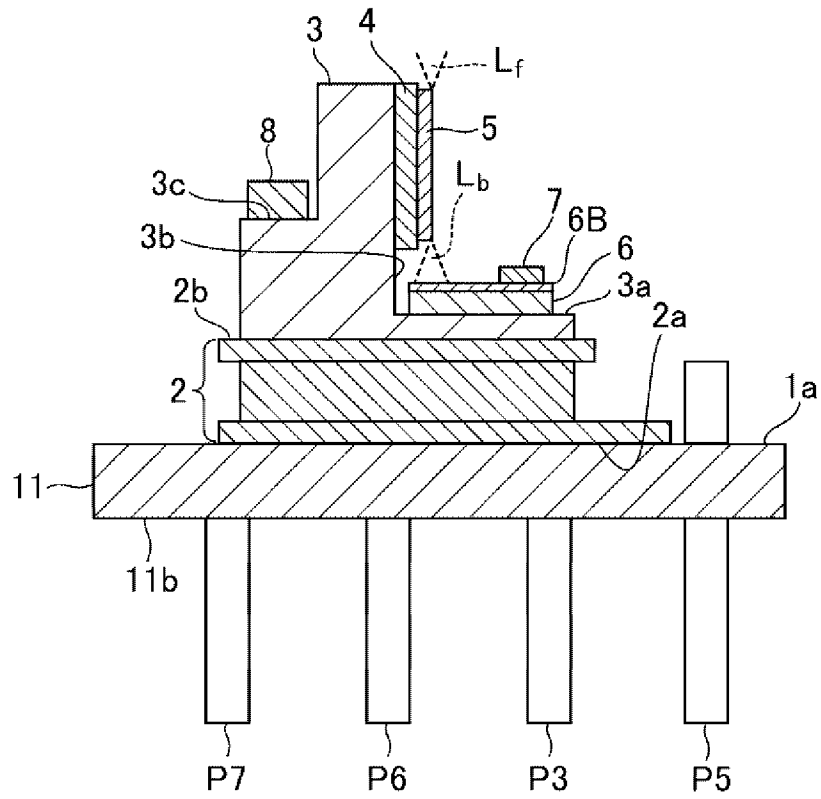
[図1]



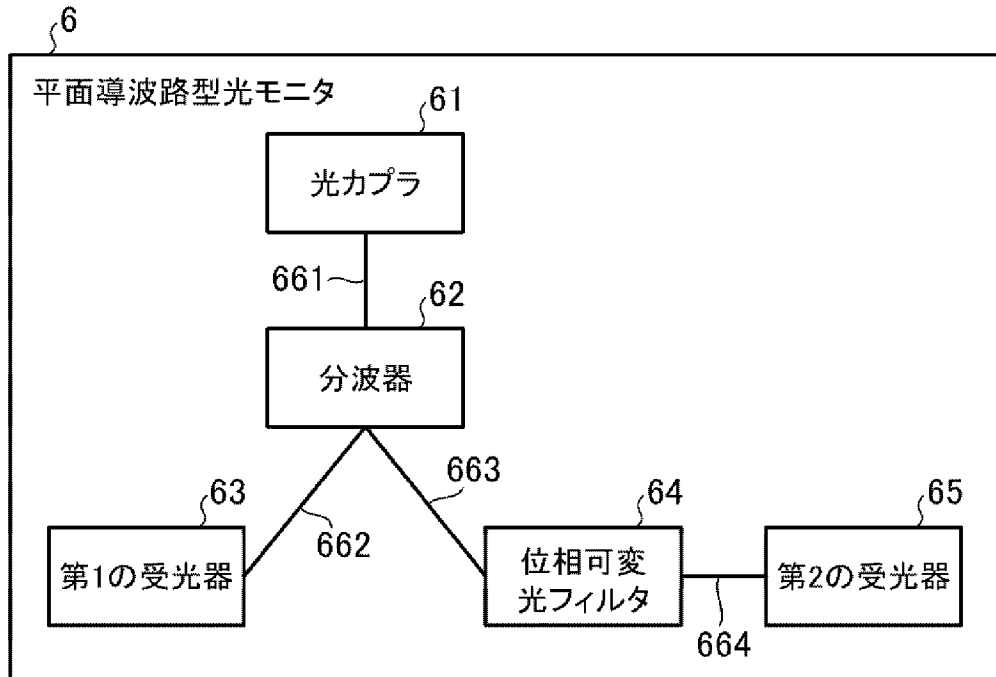
[図2]



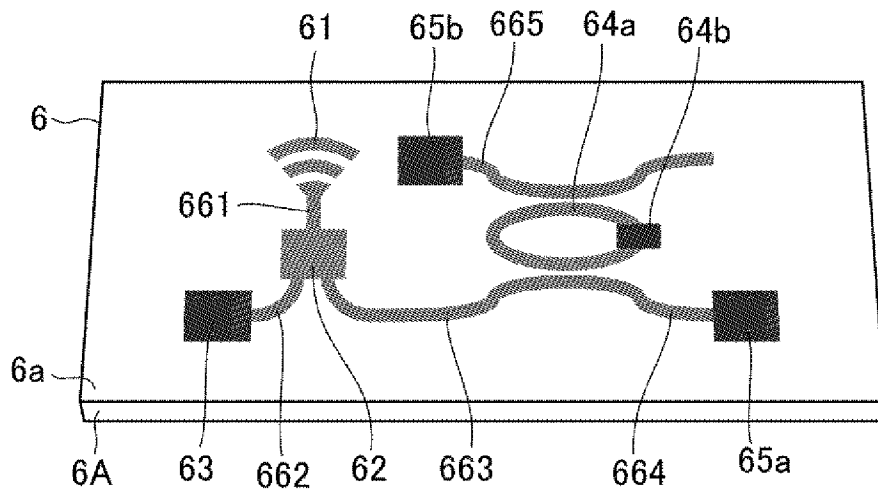
[図3]



[図4]

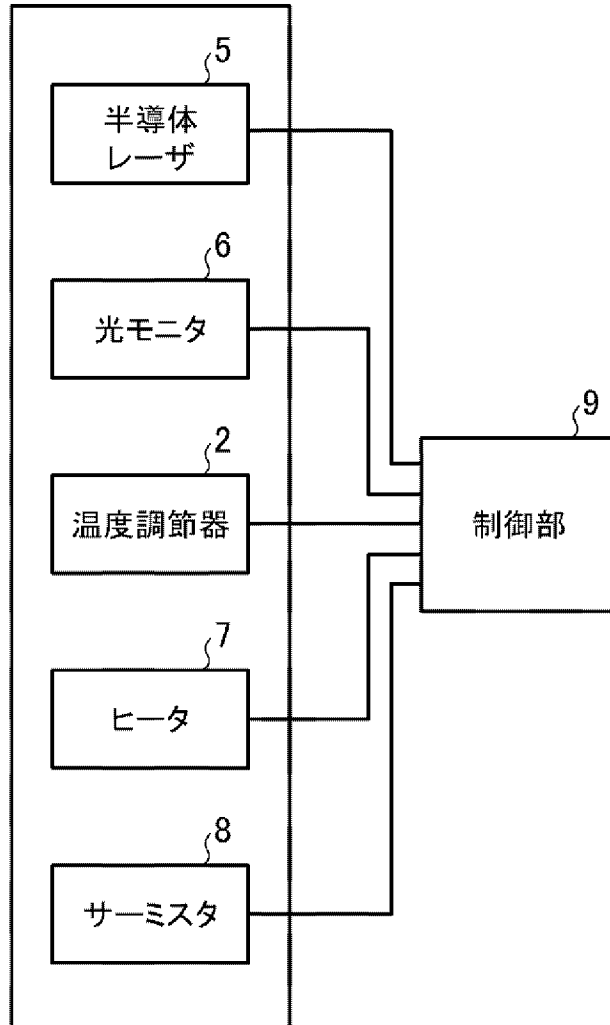


[図5]

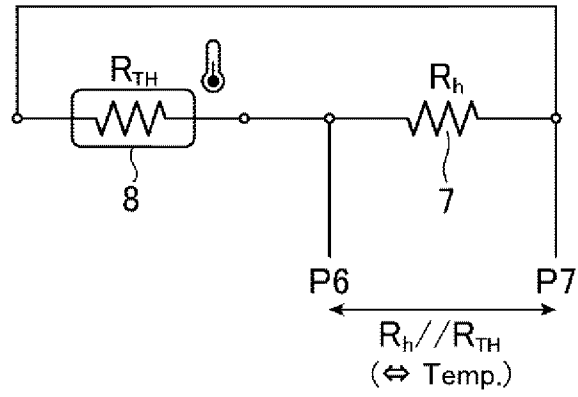




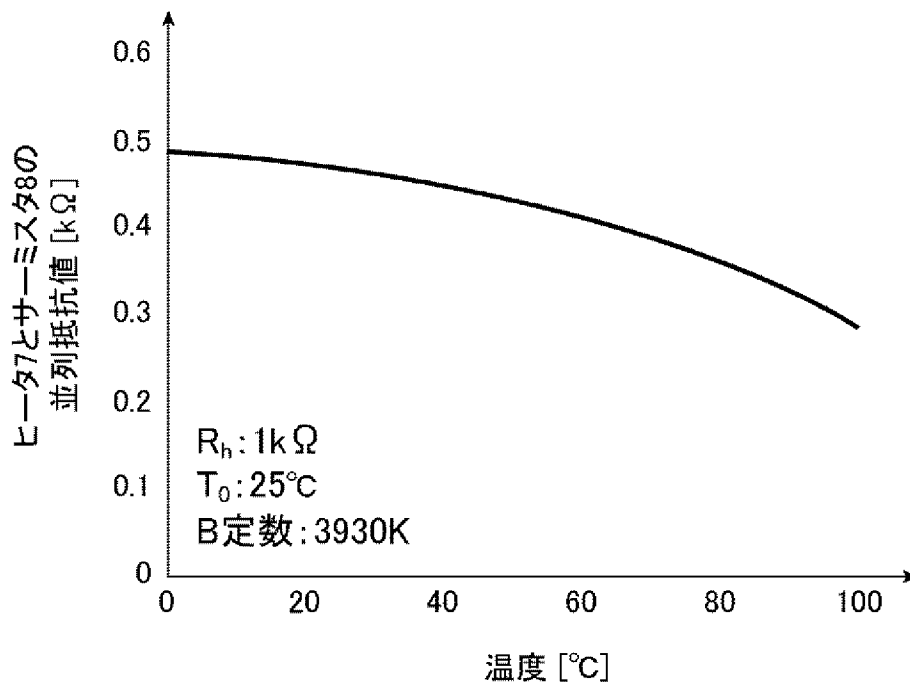
[図6]



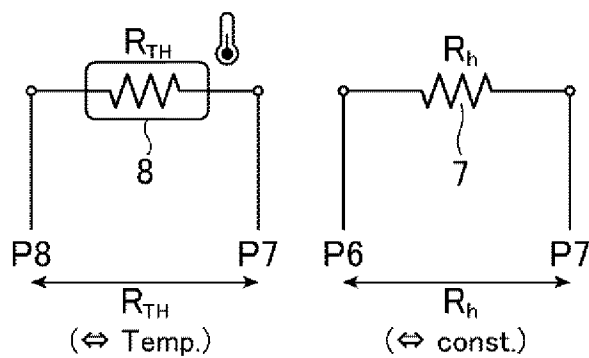
[図7]



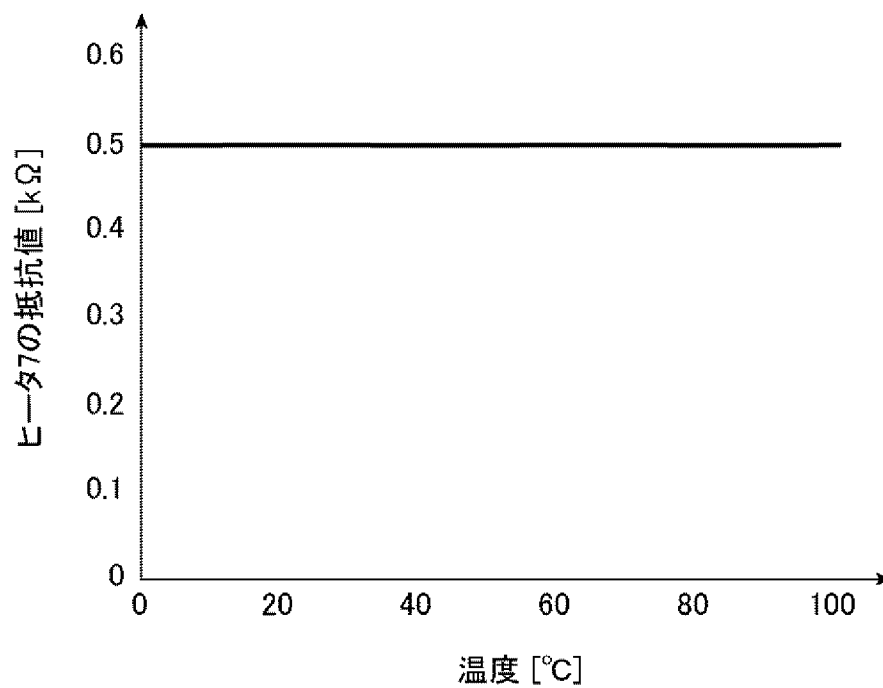
[図8]



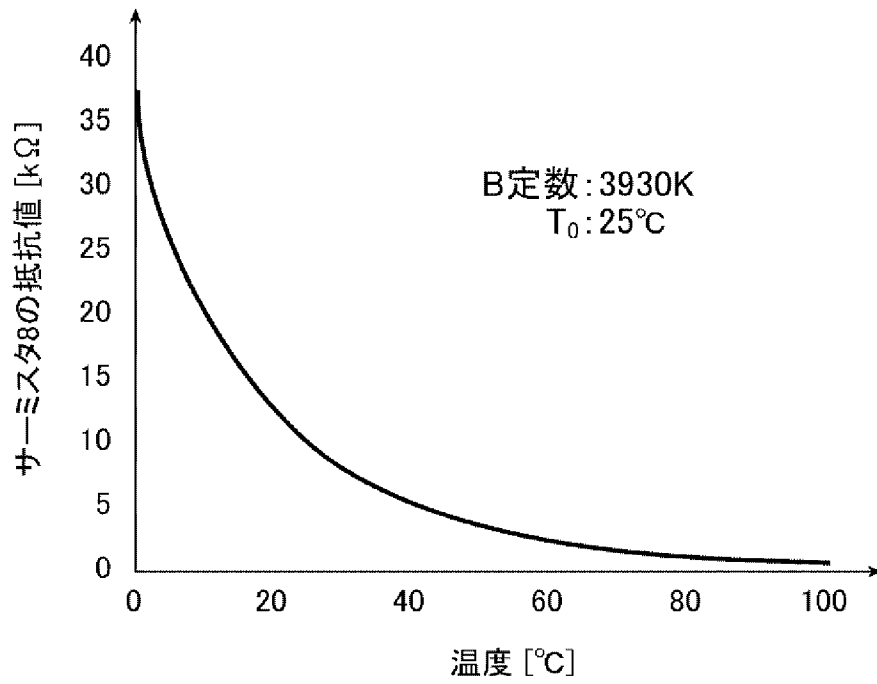
[図9]



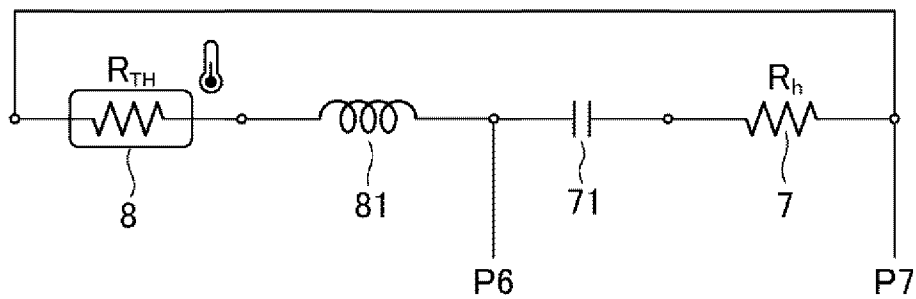
[図10]



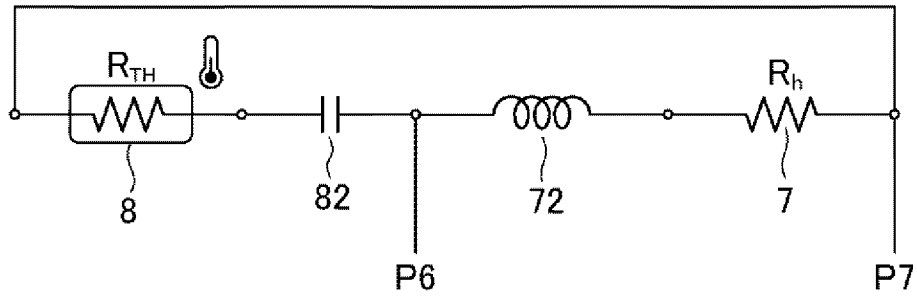
[図11]



[図12]



[図13]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/005618

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> <i>H01S 5/02212</i> (2021.01)i; <i>H01S 5/024</i> (2006.01)i FI: H01S5/02212; H01S5/024  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01S5/00-5/50		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2011-108937 A (NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION) 02 June 2011 (2011-06-02) entire text, all drawings	1-12
A	JP 2009-64829 A (NEC CORPORATION) 26 March 2009 (2009-03-26) entire text, all drawings	1-12
A	JP 2008-228267 A (NEC CORPORATION) 25 September 2008 (2008-09-25) entire text, all drawings	1-12
A	JP 2014-150924 A (HOYA CORPORATION) 25 August 2014 (2014-08-25) entire text, all drawings	1-12
A	US 6147795 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC.) 14 November 2000 (2000-11-14) entire text, all drawings	1-12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>25 April 2023</b>		Date of mailing of the international search report <b>16 May 2023</b>
Name and mailing address of the ISA/JP <b>Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan</b>		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/JP2023/005618**

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2011-108937	A	02 June 2011	(Family: none)	
JP	2009-64829	A	26 March 2009	US 2009/0059979	A1
				CN 101383483	A
				TW 200935690	A
JP	2008-228267	A	25 September 2008	US 2008/0193145	A1
				EP 1959589	A1
				CA 2619307	A1
JP	2014-150924	A	25 August 2014	(Family: none)	
US	6147795	A	14 November 2000	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01S 5/02212(2021.01)i; H01S 5/024(2006.01)i FI: H01S5/02212; H01S5/024		
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（IPC）） H01S5/00-5/50 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 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2023年 日本国実用新案登録公報 1996-2023年 日本国登録実用新案公報 1994-2023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
A	JP 2011-108937 A（日本電信電話株式会社）02.06.2011（2011-06-02） 全文、全図	1-12
A	JP 2009-64829 A（日本電気株式会社）26.03.2009（2009-03-26） 全文、全図	1-12
A	JP 2008-228267 A（日本電気株式会社）25.09.2008（2008-09-25） 全文、全図	1-12
A	JP 2014-150924 A（HOYA株式会社）25.08.2014（2014-08-25） 全文、全図	1-12
A	US 6147795 A（LUCENT TECHNOLOGIES INC.）14.11.2000（2000-11-14） 全文、全図	1-12
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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抵触するものではなく、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	国際調査報告の発送日	
25.04.2023	16.05.2023	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官）  高椋 健司 2K 3715  電話番号 03-3581-1101 内線 3255	



国際調査報告  
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号  
 PCT/JP2023/005618

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2011-108937 A	02.06.2011	(ファミリーなし)	
JP 2009-64829 A	26.03.2009	US 2009/0059979 A1 CN 101383483 A TW 200935690 A	
JP 2008-228267 A	25.09.2008	US 2008/0193145 A1 EP 1959589 A1 CA 2619307 A1	
JP 2014-150924 A	25.08.2014	(ファミリーなし)	
US 6147795 A	14.11.2000	(ファミリーなし)	