

(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
2020年8月13日(13.08.2020)



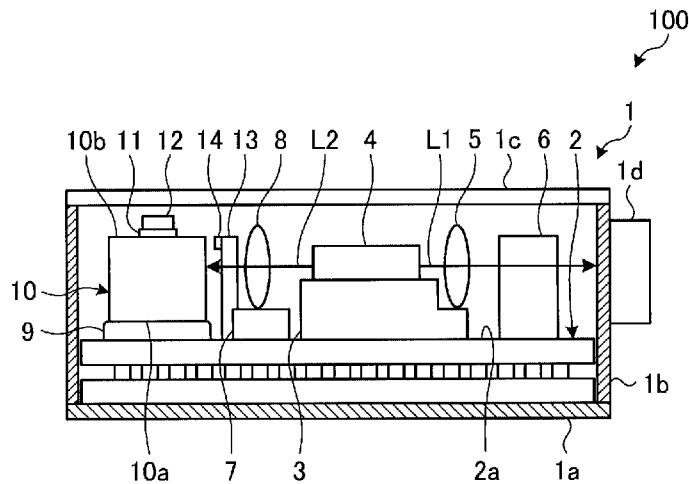
(10) 国際公開番号

WO 2020/162564 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 31/0232 (2014.01) *G02B 6/42* (2006.01)
G02B 6/122 (2006.01) *G02F 1/01* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/004659
- (22) 国際出願日: 2020年2月6日(06.02.2020)
- (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 2019-021915 2019年2月8日(08.02.2019) JP
- (71) 出願人: 古河電気工業株式会社(**FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 有賀 麻衣子(**ARIGA, Maiko**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 稲葉 悠介(**INABA, Yusuke**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 山岡 一樹(**YAMAOKA, Kazuki**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP). 長谷川 淳一(**HASEGAWA, Junichi**); 〒1008322 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所 (**SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE**); 〒1000013 東京都千代田区霞が

(54) Title: OPTICAL MODULE

(54) 発明の名称: 光モジュール



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an optical module in which a change in the optical characteristics of a planar lightwave circuit (PLC) element in accordance with a temperature change is suppressed. The optical module is provided with: a base having the product of a predetermined linear coefficient of expansion and a Young's modulus; a planar lightwave circuit element mounted on the base; and a warping suppressing component which is mounted on a surface of the planar lightwave circuit element on the side opposite to the surface for mounting on the base, and which has the product of a linear coefficient of expansion and a Young's modulus for decreasing warping of the planar lightwave

関 3 丁 目 8 番 1 号 虎 の 門 三 井 ビ ル
ディング 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, 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：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

circuit element as a result of warping of the base in accordance with a temperature change.

(57) 要約：温度変化に従う P L C 素子の光学特性の変化が抑制された光モジュールを提供することを目的とする。光モジュールは、所定の線膨張係数とヤング率との積を有する基台と、前記基台に搭載された平面光波回路素子と、前記平面光波回路素子の、前記基台への搭載面と反対側の面に搭載され、温度変化に従う前記基台の反りに伴う前記平面光波回路素子の反りを減少させる線膨張係数とヤング率との積を有する反り抑制部品と、を備える。

明 細 書

発明の名称：光モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、光モジュールに関する。

背景技術

[0002] 光通信等に使用される光モジュールにおいて、平面光波回路（Planar Lightwave Circuit：PLC）は、たとえば光分岐導波路や、波長フィルタとして用いられている場合がある（特許文献１、２）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：特開２０１３－２０５４９４号公報

特許文献２：特開２０１０－９２９０４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] たとえばPLC素子によって構成した波長ロッカーを用いた光モジュールにおいて、PLC素子をセラミック基板などの基台に搭載し、接合して固定している場合、環境温度の変化や温度調整などのために加熱や冷却があったときに、凸型や凹型になろうとする反り応力が基台に発生する。この場合、この応力を受けたPLC素子の導波路が変形したり導波路に歪みが発生したりすることによって、PLC素子の光学特性が変化してしまうという問題がある。

[0005] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、温度変化に従うPLC素子の光学特性の変化が抑制された光モジュール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

[0006] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明の一態様に係る光モジュールは、所定の線膨張係数とヤング率との積を有する基台と、前記基

台に搭載された平面光波回路素子と、前記平面光波回路素子の、前記基台への搭載面と反対側の面に搭載され、温度変化に従う前記基台の反りに伴う前記平面光波回路素子の反りを減少させる線膨張係数とヤング率との積を有する反り抑制部品と、を備えることを特徴とする。

[0007] 本発明の一態様に係る光モジュールは、前記反り抑制部品の線膨張係数とヤング率との積が、前記基台の線膨張係数とヤング率との積の0.6倍以上1.5倍以下であることを特徴とする。

[0008] 本発明の一態様に係る光モジュールは、前記平面光波回路素子は、シリコンまたは石英系ガラスを構成材料として含むことを特徴とする。

[0009] 本発明の一態様に係る光モジュールは、受光素子をさらに備え、前記平面光波回路素子は、入力された光に対して、波長に対して周期的に変化する透過特性を有しており、前記受光素子とともに波長ロッカーを構成していることを特徴とする。

[0010] 本発明の一態様に係る光モジュールは、前記基台はセラミックからなる基板を備えることを特徴とする。

[0011] 本発明の一態様に係る光モジュールは、前記基板は窒化アルミニウム、アルミナ、窒化シリコンのいずれか一つを含むことを特徴とする。

[0012] 本発明の一態様に係る光モジュールは、前記基台は光学部品搭載用ベースまたはペルチェモジュールにおける絶縁性の基板であることを特徴とする。

[0013] 本発明の一態様に係る光モジュールは、前記反り抑制部品は、金属元素を構成材料として含むことを特徴とする。

[0014] 本発明の一態様に係る光モジュールは、前記反り抑制部品は、AuSn、SnAgCu、SnAgInBiまたはSnBiを含む半田によって前記平面光波回路素子に接合されていることを特徴とする。

[0015] 本発明の一態様に係る光モジュールは、前記反り抑制部品は、サーミスタ、コンデンサ、または抵抗器であることを特徴とする。

[0016] 本発明の一態様に係る光モジュールは、前記平面光波回路素子は、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ゴム接着剤またはシリコン樹脂接着剤によって前

記基台に接合されていることを特徴とする。

[0017] 本発明の一態様に係る光モジュールは、半導体レーザ素子、光受信機、光変調器、または光増幅器をさらに備えることを特徴とする。

発明の効果

[0018] 本発明によれば、温度変化に従うPLC素子の光学特性の変化が抑制されるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]図1は、実施形態に係る光モジュールの模式的な一部切欠側面図である。

[図2]図2は、PLC素子および反り抑制部品の搭載状態を説明する模式図である。

[図3]図3は、PLC素子および反り抑制部品の搭載状態の変形例を説明する模式図である。

[図4A]図4Aは、サーミスタの搭載位置を説明する模式図である。

[図4B]図4Bは、サーミスタの搭載位置を説明する模式図である。

[図4C]図4Cは、サーミスタの搭載位置を説明する模式図である。

[図4D]図4Dは、サーミスタの搭載位置を説明する模式図である。

[図5A]図5Aは、マッハツェンダ干渉計を備えるPLC素子におけるサーミスタの搭載位置を説明する模式図である。

[図5B]図5Bは、マッハツェンダ干渉計を備えるPLC素子におけるサーミスタの搭載位置を説明する模式図である。

[図5C]図5Cは、マッハツェンダ干渉計を備えるPLC素子におけるサーミスタの搭載位置を説明する模式図である。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、添付図面を参照しながら、本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、以下に説明する実施形態により本発明が限定されるものではない。また、図面の記載において、同一または対応する要素には適宜同一の符号を付している。また、図面は模式的なものであり、各要素の寸法の関係、各要素の

比率などは、現実と異なる場合があることに留意する必要がある。図面の相互間においても、互いの寸法の関係や比率が異なる部分が含まれている場合がある。

[0021] (実施形態)

図1は、実施形態に係る光モジュールの模式的な一部切欠側面図である。この光モジュール100は、筐体1を備えている。筐体1は、底板部1aと、側壁部1bと、上蓋部1cと、光出力部1dとを備えている。底板部1aは板状の部材である。側壁部1bは、4面を有する枠板状の部材であり、各面は底板部1aと略直交している。上蓋部1cは、底板部1aと対向して配置された板状の部材である。光出力部1dは円管状の部材であり、側壁部1bの1面に設けられている。側壁部1bには透光性の窓が設けられており、筐体1内部から窓および光出力部1dを通して光が通過可能となっている。

[0022] 底板部1aは、銅タングステン(CuW)、銅モリブデン(CuMo)、アルミナ(Al_2O_3)などの熱伝導率が高い材料からなる。側壁部1b、上蓋部1c、光出力部1dは、Fe-Ni-Co合金、アルミナ、窒化アルミニウム、窒化ケイ素などの熱膨張係数が低い材料からなる。

[0023] 光モジュール100の内部には、以下のコンポーネントが収容されている：熱電冷却素子(TEC)2、キャリア3、半導体レーザ素子4、レンズ5、光アイソレータ6、レンズホルダ7、レンズ8、PLC素子10、サーミスタ12、受光素子ホルダ13、受光素子ユニット14である。

[0024] 光モジュール100では、筐体1の内部にこれらのコンポーネントが実装され、上蓋部1cを取り付けて気密封止されて構成されている。

[0025] 光モジュール100は、半導体レーザモジュールとして構成されている。以下、各コンポーネントの構成および機能について説明する。

[0026] 熱電冷却素子2は、底板部1aに固定されている。熱電冷却素子2は、外部から不図示のリードを介して電力を供給されて、電流を流す方向に応じて吸熱または発熱を行う。本実施形態では、熱電冷却素子2は公知のペルチェモジュールであって、2枚の絶縁性の基板の間に半導体素子が配置された構

成を有する。2枚の基板のうち、上蓋部1c側の基板を基板2aとする。基台としての基板2aは所定の線膨張係数とヤング率との積を有する。なお、2枚の基板は、たとえばセラミックである窒化アルミニウム、アルミナ、窒化シリコン(Si_3N_4)のいずれか一つを含む。2枚の基板は、窒化アルミニウム基板、アルミナ基板、窒化ケイ素または窒化シリコン基板でもよい。

[0027] キャリア3、半導体レーザ素子4、レンズ5、光アイソレータ6、レンズホルダ7、レンズ8、PLC素子10、サーミスタ12、受光素子ホルダ13、受光素子ユニット14は、熱電冷却素子2における基板2a(基台)に搭載されている。これらのコンポーネントは、熱電冷却素子2に電流を流すことによって所望の温度に制御される。

[0028] 半導体レーザ素子4は、キャリア3に搭載されており、たとえば波長可変レーザ素子である。キャリア3は、サブマウントとも呼ばれ、熱伝導性が高い絶縁性の材料からなり、半導体レーザ素子4が発する熱を熱電冷却素子2に効率良く輸送する。

[0029] 半導体レーザ素子4は、外部から不図示のリードを介して電力を供給されて、レーザ光L1をレンズ5側に出力する。レーザ光L1の波長は、たとえば光通信の波長として好適な900nm以上1650nm以下である。

[0030] レンズ5は、キャリア3に搭載されている。レンズ5は、レーザ光L1が入力され、レーザ光L1をコリメートして出力する。

[0031] 光アイソレータ6は、コリメートされたレーザ光L1が入力されて、レーザ光L1を通過させて光出力部1d側へ出力する。光アイソレータ6は、光出力部1d側から進行してきた光の通過を阻止する。これにより、光アイソレータ6は、外部から反射光などが半導体レーザ素子4に入力することを阻止する。

[0032] 半導体レーザ素子4は、レンズ5と対向してレーザ光L1を出力する端面(出力端面)とは反対側の端面(後端面)からも、比較的パワーが弱いレーザ光L2を出力する。レンズ8は、レンズホルダ7に搭載されており、レーザ光L2を集光し、PLC素子10に出力する。

[0033] 図1および図2に示すように、平面光波回路素子であるPLC素子10は、一方の主表面である搭載面10a側において基板2aに搭載され、接合剤9によって基板2aに固定されている。また、PLC素子10は、波長に対して透過特性が周期的に変化する2つのリングフィルタを備えている。PLC素子10は、入力されたレーザ光L2を3分割し、その1つを出力し、他の2つのそれぞれを、2つのリングフィルタのそれぞれを透過させて出力する。PLC素子10は、たとえばシリコンまたは石英系ガラスを構成材料として含む。PLC素子10は、シリコン導波路で構成されていてもよいし、石英系ガラスからなる導波路で構成されていてもよい。接合剤9は、たとえば、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ゴム接着剤またはシリコーン樹脂接着剤である。

[0034] 受光素子ユニット14は、受光素子ホルダ13に搭載されており、3つの受光素子を備えている。3つの受光素子は、それぞれ、PLC素子10から出力された3つのレーザ光のそれぞれを受光する。3つの受光素子のそれぞれから出力された電流信号は、外部の制御器に出力され、公知技術と同様にレーザ光L1の波長制御に使用される。すなわち、PLC素子10は、3つの受光素子とともに波長ロッカーを構成している。

[0035] 図1、2に示すように、反り抑制部品であるサーミスタ12は、PLC素子10の、基板2aへの搭載面10aと反対側の面10bに搭載され、接合剤11によってPLC素子10に固定されている。接合剤11は、たとえばAuSn、SnAgCu、SnAgInBiまたはSnBiを含む半田である。サーミスタ12は、金属元素を構成材料として含んでおり、たとえばMnNiCo酸化物からなる。サーミスタ12は、PLC素子10の温度検出のために設けられている。接合剤11が半田の場合は、面10bにメタライズ処理を行うことが好ましい。

[0036] ここで、基板2aには、環境温度の変化や熱電冷却素子2による温度調節に従って、反りが発生する。この反りに伴ってPLC素子10が反った場合、PLC素子10の光学特性が変化する。しかしながら、この光モジュール

100では、サーミスタ12が、このようなPLC素子10の反りを減少させる線膨張係数とヤング率との積を有している。具体的には、基板2a内に、基板2aを反らせようとする応力が発生する場合、サーミスタ12内でも、サーミスタ12を反らせようとする応力が発生する。その結果、基板2aがPLC素子10を反らせようとする力と、サーミスタ12がPLC素子10を反らせようとする力とが、互いに打ち消し合うようにPLC素子10に掛かることとなる。その結果、PLC素子10に発生する反りは減少するので、光学特性の変化が抑制される。

[0037] 基板2aの線膨張係数とヤング率との積は、基板2aに発生する反り応力の大きさを示し、サーミスタ12の線膨張係数とヤング率との積は、サーミスタ12に発生する反り応力の大きさを示す。したがって、PLC素子10に発生する反りを効果的に減少させるには、サーミスタ12の線膨張係数とヤング率との積が、基板2aの線膨張係数とヤング率との積の0.6倍以上1.5倍以下であることが好ましく、さらには0.9倍以上1.1倍以下であることがより好ましく、1倍程度であることがさらに好ましい。

[0038] PLC素子10の光学特性の具体例としては、導波路損失やリングフィルタの透過波長スペクトルが挙げられる。これらの光学特性の変化が抑制されることによって、波長ロッカーによるレーザ光L1の波長モニタの精度の温度依存性が抑制される。

[0039] 以下、図2の構成において、構成材料を特定して具体例を説明する。

[0040] 基板2aが窒化アルミニウム基板であり、線膨張係数が $4.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、ヤング率が320GPaとする。この場合、線膨張係数とヤング率との積（以下、単に積と記載する場合がある）は $1472 \times 10^{-6}\text{GPa}$ であり、温度変化 ΔT が40 $^{\circ}\text{C}$ の場合に発生する応力（熱応力）は58.88MPaである。

[0041] 接合剤9がエポキシ樹脂であり、線膨張係数が $380 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、ヤング率が0.65GPaとする。この場合、積は $247 \times 10^{-6}\text{GPa}$ であり、温度変化 ΔT が40 $^{\circ}\text{C}$ の場合に発生する応力は9.88MPaである。

- [0042] PLC素子10がシリコンからなり、線膨張係数が $2.6 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、ヤング率が 185 GPa とする。この場合、積は $481 \times 10^{-6} \text{ GPa}$ であり、温度変化 ΔT が 40°C の場合に発生する応力は 19.24 MPa である。
- [0043] 接合剤11がAu80%、Sn20%の半田であり、線膨張係数が $17.5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、ヤング率が 60 GPa とする。この場合、積は $1050 \times 10^{-6} \text{ GPa}$ であり、温度変化 ΔT が 40°C の場合に発生する応力は 42 MPa である。
- [0044] サーミスタ12がMnNiCo酸化物からなり、線膨張係数が $9 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 、ヤング率が 150 GPa とする。この場合、積は $1350 \times 10^{-6} \text{ GPa}$ であり、温度変化 ΔT が 40°C の場合に発生する応力は 54 MPa である。
- [0045] ここで、熱応力については、PLC素子10の両側のそれぞれで最も熱応力が高い要素による寄与が大きいと考えられる。最も熱応力が高いのは、PLC素子10の搭載面10a側では基板2aであり、面10b側では、サーミスタ12である。基板2aの積は 58.88 MPa 、サーミスタ12の積は 54 MPa である。この場合、サーミスタ12の積が、基板2aの積の約0.92倍であり、PLC素子10の光学特性の変化を抑制する上で好ましい。
- [0046] 以上説明したように、実施形態に係る光モジュール100では、温度変化に従うPLC素子10の光学特性の変化が抑制される。
- [0047] (変形例)

図3は、実施形態1の変形例を説明する模式図である。図3に示す構成では、図2に示す構成におけるPLC素子10とサーミスタ12との間に、基板15が介在している。基板15は接合剤16によってPLC素子10に固定されている。サーミスタ12は、接合剤11によって基板15に固定されている。基板15は、基板2aと同様に、たとえばセラミックである窒化アルミニウム、アルミナ、窒化シリコンのいずれか一つを含み、窒化アルミニ

ウム基板、アルミナ基板、または窒化シリコン基板でもよい。接合剤 16 は、接合剤 9 と同様に、たとえば、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ゴム接着剤またはシリコン樹脂接着剤である。

[0048] この変形例では、サーミスタ 12 および基板 15 の少なくともいずれの一つが、反り抑制部品として機能するように線膨張係数とヤング率との積が設定されている。これによって、温度変化に従う PLC 素子 10 の光学特性の変化が抑制される。

[0049] また、この変形例では、PLC 素子 10 の面 10b にメタライズ処理を施さなくてもよい。

[0050] (搭載位置)

図 4 は、サーミスタの搭載位置を説明する模式図である。図 4 A、図 4 B、図 4 C、および図 4 D はそれぞれ、PLC 素子 10 を面 10b 側から見た図である。PLC 素子 10 は、2 つのリングフィルタの構成要素として、リング導波路 10c、10d、アーム導波路 10e、10f を有している。リング導波路 10c はアーム導波路 10e と光学的に結合しており、リング導波路 10d はアーム導波路 10f と光学的に結合している。

[0051] サーミスタ 12 は、図 4 A に示すようにリング導波路 10c、10d、アーム導波路 10e、10f と重ならないように搭載してもよい。サーミスタ 12 は、図 4 B に示すように 2 つ搭載してもよい。サーミスタ 12 は、図 4 C に示すようにリング導波路 10c、10d と、アーム導波路 10e、10f の一部とを覆うように搭載してもよい。サーミスタ 12 は、図 4 D に示すようにリング導波路 10c、10d のリング内に搭載してもよい。

[0052] なお、上記実施形態では、PLC 素子はリングフィルタを備えているものであるが、PLC 素子はこれに限られず、たとえばマッハツェンダ干渉計 (Mach-Zehnder Interferometer : MZ I) を備えていてもよい。

[0053] 図 5 A、図 5 B、および図 5 C はそれぞれ、マッハツェンダ干渉計を備える PLC 素子におけるサーミスタの搭載位置を説明する模式図である。PLC 素子 20 は、入力導波路 20a と、アーム導波路 20b、20c と、出力

導波路 20d とを有するマッハツェンダ干渉計を備える。このような PLC 素子 20 は光変調器を構成する。また、この PLC 素子 20 は、光変調器として構成された光モジュール（光変調器モジュール）の基台である光学部品搭載用ベースに搭載され、たとえばエポキシ樹脂、アクリル樹脂、ゴム接着剤またはシリコン樹脂接着剤によって固定されている。光学部品搭載用ベースは、たとえばセラミックである窒化アルミニウム、アルミナ、窒化シリコンのいずれか一つを含み、たとえば、窒化アルミニウム基板、アルミナ基板、または窒化シリコン基板でもよい。

[0054] PLC 素子 20 に搭載され、半田などの接合剤で固定されたサーミスタ 22 は、PLC 素子 20 の温度検出に用いられるとともに、反り抑制部品として機能する。これにより、温度変化に従う PLC 素子 20 の光学特性の変化が抑制される。サーミスタ 22 は、図 5A に示すように入力導波路 20a、アーム導波路 20b、20c、出力導波路 20d と重ならないように搭載してもよい。サーミスタ 22 は、図 5B に示すようにアーム導波路 20b、20c の間の領域に搭載してもよい。サーミスタ 22 は、図 5C に示すようにアーム導波路 20b、20c と、入力導波路 20a、出力導波路 20d の一部とを覆うように搭載してもよい。

[0055] なお、反り抑制部品は、サーミスタや基板に限らず、たとえばコンデンサや抵抗器でもよい。特に、光変調器として構成された光モジュールでは、コンデンサが用いられるので、これを PLC 素子に搭載し、反り抑制部品として使用することができる。

[0056] また、上記実施形態では、光モジュールは、半導体レーザモジュールまたは光変調器モジュールとして構成されているが、これに限られない。たとえば、光モジュールは、光受信機を備えた光受信機モジュールとして構成されていてもよい。この場合、PLC 素子はたとえばコヒーレントミキサを構成するものとして搭載されている。また、半導体レーザモジュールは、さらに光増幅器、特に半導体光増幅器を備えていてもよい。これによってより高出力の半導体レーザモジュールを実現できる。あるいは、光送信機、光受信機

、光変調器などすべてを集積化した I C - T R O S A (Integrated Coherent-Transmitter Receiver Optical Sub-Assembly) として構成されていてもよい。

[0057] また、上記実施形態により本発明が限定されるものではない。上述した各構成要素を適宜組み合わせて構成したものも本発明に含まれる。また、さらなる効果や変形例は、当業者によって容易に導き出すことができる。よって、本発明のより広範な態様は、上記の実施形態に限定されるものではなく、様々な変更が可能である。

産業上の利用可能性

[0058] 本発明に係る光モジュールは、光通信などの分野に好適に利用できる。

符号の説明

- [0059] 1 筐体
- 1 a 底板部
 - 1 b 側壁部
 - 1 c 上蓋部
 - 1 d 光出力部
 - 2 熱電冷却素子
 - 2 a、15 基板
 - 3 キャリア
 - 4 半導体レーザ素子
 - 5、8 レンズ
 - 6 光アイソレータ
 - 7 レンズホルダ
 - 9、11、16 接合剤
 - 10、20 PLC素子
 - 10 a 搭載面
 - 10 b 面
 - 10 c、10 d リング導波路

10 e、10 f、20 b、20 c アーム導波路

12、22 サーマスタ

13 受光素子ホルダ

14 受光素子ユニット

20 a 入力導波路

20 d 出力導波路

100 光モジュール

L1、L2 レーザ光

請求の範囲

- [請求項1] 所定の線膨張係数とヤング率との積を有する基台と、
前記基台に搭載された平面光波回路素子と、
前記平面光波回路素子の、前記基台への搭載面と反対側の面に搭載され、温度変化に従う前記基台の反りに伴う前記平面光波回路素子の反りを減少させる線膨張係数とヤング率との積を有する反り抑制部品と、
を備えることを特徴とする光モジュール。
- [請求項2] 前記反り抑制部品の線膨張係数とヤング率との積が、前記基台の線膨張係数とヤング率との積の0.6倍以上1.5倍以下であることを特徴とする請求項1に記載の光モジュール。
- [請求項3] 前記平面光波回路素子は、シリコンまたは石英系ガラスを構成材料として含む
ことを特徴とする請求項1または2に記載の光モジュール。
- [請求項4] 受光素子をさらに備え、
前記平面光波回路素子は、入力された光に対して、波長に対して周期的に変化する透過特性を有しており、前記受光素子とともに波長ロッカーを構成している
ことを特徴とする請求項1～3のいずれか一つに記載の光モジュール。
- [請求項5] 前記基台はセラミックからなる基板を備える
ことを特徴とする請求項1～4のいずれか一つに記載の光モジュール。
- [請求項6] 前記基板は窒化アルミニウム、アルミナ、窒化シリコンのいずれか一つを含む
ことを特徴とする請求項5に記載の光モジュール。
- [請求項7] 前記基台は光学部品搭載用ベースまたはペルチェモジュールにおける絶縁性の基板である

ことを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか一つに記載の光モジュール。

[請求項8] 前記反り抑制部品は、金属元素を構成材料として含む
ことを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか一つに記載の光モジュール。

[請求項9] 前記反り抑制部品は、AuSn、SnAgCu、SnAgInBi
またはSnBiを含む半田によって前記平面光波回路素子に接合されている

ことを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか一つに記載の光モジュール。

[請求項10] 前記反り抑制部品は、サーミスタ、コンデンサ、または抵抗器である

ことを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれか一つに記載の光モジュール。

[請求項11] 前記平面光波回路素子は、エポキシ樹脂、アクリル樹脂、ゴム接着剤またはシリコン樹脂接着剤によって前記基台に接合されている

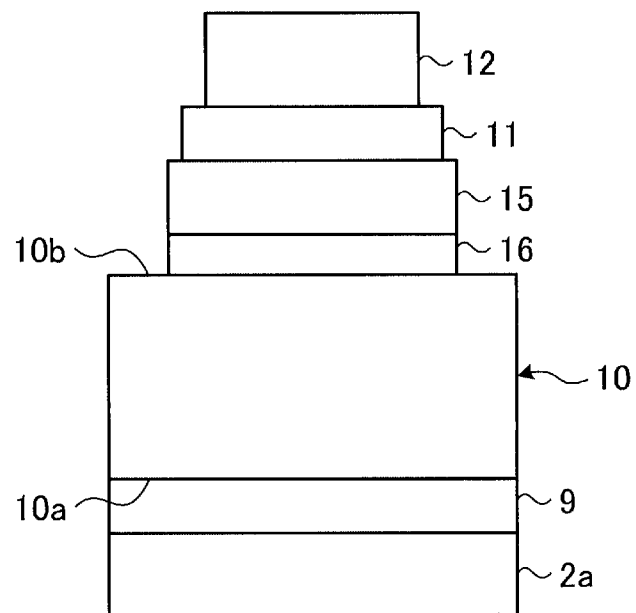
ことを特徴とする請求項 1 ～ 10 のいずれか一つに記載の光モジュール。

[請求項12] 半導体レーザ素子、光受信機、光変調器、または光増幅器をさらに備える

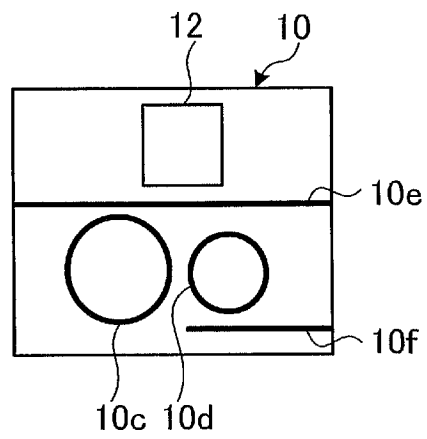
ことを特徴とする請求項 1 ～ 11 のいずれか一つに記載の光モジュール。

Fig. 1 is a schematic cross-sectional view of a semiconductor device. The device consists of a substrate 2a, a thin layer 9, a thick layer 10, a thin layer 11, and a thin layer 12. The thick layer 10 is composed of a bottom portion 10a and a top portion 10b. The thin layer 11 is formed on top of the top portion 10b, and the thin layer 12 is formed on top of the thin layer 11.

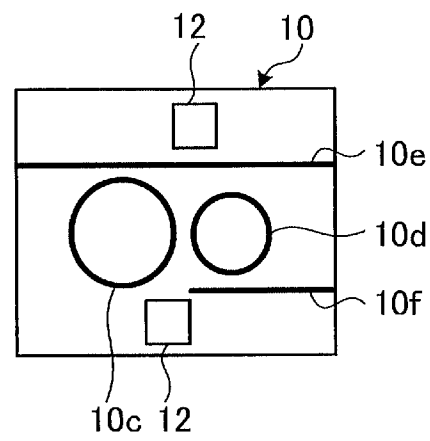
[図3]



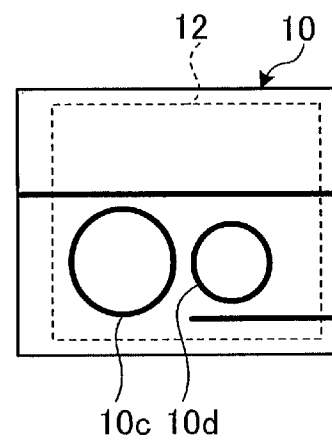
[図4A]



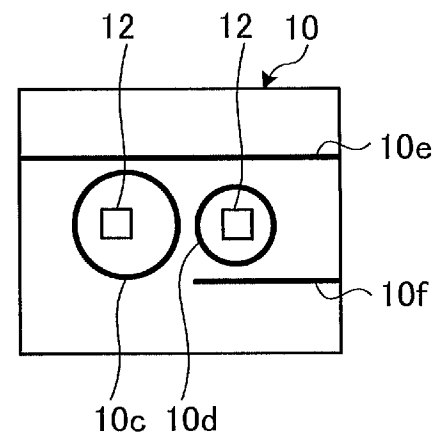
[図4B]



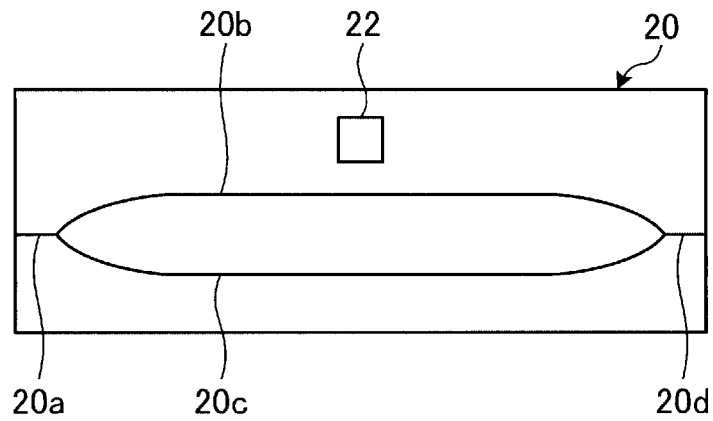
[図4C]



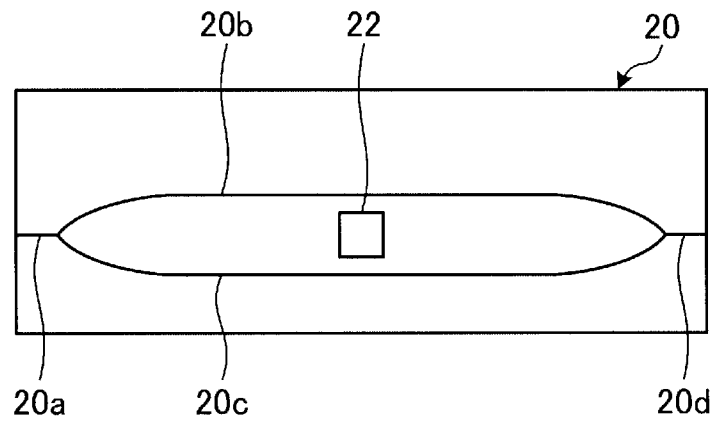
[図4D]



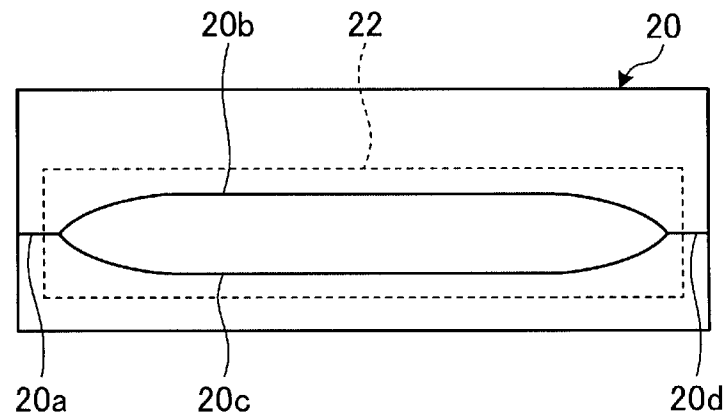
[図5A]



[図5B]



[図5C]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/004659

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01L31/0232 (2014.01) i, G02B6/122 (2006.01) i, G02B6/42 (2006.01) i, G02F1/01 (2006.01) i

FI: G02B6/122, G02B6/42, H01L31/02 D, G02F1/01 F

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)

Int. Cl. H01L31/0232, G02B6/12-6/14, G02B6/42, G02F1/01

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 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2003-43272 A (NEC CORP.) 13 February 2003,	1-3
Y	paragraphs [0057]-[0090], fig. 1, 2	4-12
Y	WO 2007/029647 A1 (NEC CORP.) 15 March 2007,	4-12
	paragraphs [0046]-[0081], fig. 4	
A	JP 2010-512016 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 15 April 2010, entire text, all drawings	1-12
A	JP 2008-197500 A (NEC CORP.) 28 August 2008, entire text, all drawings	1-12
A	US 2012/0195332 A1 (YOFFE, Gideon) 02 August 2012, entire text, all drawings	1-12



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
05.03.2020

Date of mailing of the international search report
17.03.2020

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/004659

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 2003-43272 A	13.02.2003	US 2003/0021567 A1 paragraphs [0109]- [0114], fig. 10, 11	
WO 2007/029647 A1	15.03.2007	US 2009/0122817 A1 paragraphs [0059]- [0094], fig. 4	
JP 2010-512016 A	15.04.2010	US 2010/0119231 A1 WO 2008/069456 A1 KR 10-2008-0052319 A CN 101601176 A	
JP 2008-197500 A	28.08.2008	US 2008/0192373 A1 EP 1959279 A1 KR 10-2008-0076738 A CN 101299082 A	
US 2012/0195332 A1	02.08.2012	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01L 31/0232(2014.01)i; G02B 6/122(2006.01)i; G02B 6/42(2006.01)i; G02F 1/01(2006.01)i FI: G02B6/122; G02B6/42; H01L31/02 D; G02F1/01 F														
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）） H01L31/0232; G02B6/12-6/14; G02B6/42; G02F1/01														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2020年	日本国実用新案登録公報	1996-2020年	日本国登録実用新案公報	1994-2020年				
日本国実用新案公報	1922-1996年													
日本国公開実用新案公報	1971-2020年													
日本国実用新案登録公報	1996-2020年													
日本国登録実用新案公報	1994-2020年													
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）														
C. 関連すると認められる文献														
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号												
X	JP 2003-43272 A（日本電気株式会社）13.02.2003（2003-02-13） 段落[0057]-[0090]，図1-2	1-3												
Y		4-12												
Y	WO 2007/029647 A1（日本電気株式会社）15.03.2007（2007-03-15） 段落[0046]-[0081]，図4	4-12												
A	JP 2010-512016 A（韓国電子通信研究院）15.04.2010（2010-04-15） 全文，全図	1-12												
A	JP 2008-197500 A（日本電気株式会社）28.08.2008（2008-08-28） 全文，全図	1-12												
A	US 2012/0195332 A1（YOFFE, Gideon）02.08.2012（2012-08-02） 全文，全図	1-12												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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	“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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													
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 05.03.2020	国際調査報告の発送日 17.03.2020													
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） 岸 智史 2L 3603 電話番号 03-3581-1101 内線 3295													

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/JP2020/004659

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2003-43272	A	13.02.2003	US 2003/0021567 A1 段落[0109]-[0114], 図 10-11	
WO	2007/029647	A1	15.03.2007	US 2009/0122817 A1 段落[0059]-[0094], 図4	
JP	2010-512016	A	15.04.2010	US 2010/0119231 A1 WO 2008/069456 A1 KR 10-2008-0052319 A CN 101601176 A	
JP	2008-197500	A	28.08.2008	US 2008/0192373 A1 EP 1959279 A1 KR 10-2008-0076738 A CN 101299082 A	
US	2012/0195332	A1	02.08.2012	(ファミリーなし)	