(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
2018年4月26日(26.04.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/074010 A1

(51) 国際特許分類:
G02B 6/42 (2006.01) *H04B 10/50* (2013.01)
H04B 10/2513 (2013.01) *H01S 5/022* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2017/023939

(22) 国際出願日： 2017年6月29日(29.06.2017)

(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 2016-203577 2016年10月17日(17.10.2016) JP

(71) 出願人: 住友電気工業株式会社 (**SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.**) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目５番３３号 Osaka (JP).

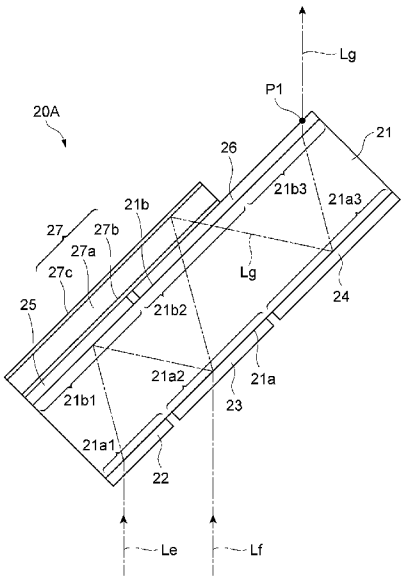
(72) 発明者: 船田 知之 (**FUNADA Tomoyuki**); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号 住友電気工業株式会社大阪製作所内 Osaka (JP). 川瀬 大輔(**KAWASE Daisuke**); 〒5540024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目１番３号 住友電気工業株式会社大阪製作所内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外 (**HASEGAWA Yoshiki** et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目１番１号丸の内 ＭＹ ＰＬＡＺＡ（明治安田生命ビル） ９階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) **Title:** OPTICAL TRANSMISSION MODULE

(54) 発明の名称： 光送信モジュール



(57) **Abstract:** The optical transmission module according to the present invention is provided with: a signal light generating unit for generating first signal light and second signal light; and an optical multiplexer for multiplexing the first signal light and the second signal light, the optical multiplexer being optically coupled to the signal light generating unit. The optical multiplexer has: a light selection filter for multiplexing the first signal light and the second signal light by reflecting the first signal light and transmitting the second signal light; and an etalon for compensating for wavelength dispersion of the first signal light and/or the second signal light after multiplexing, the etalon being disposed on an optical path between the light selection filter and a light emission point of the optical multiplexer.

(57) 要約：光送信モジュールは、第１信号光及び第２信号光を生成する信号光生成部と、信号光生成部と光学的に結合され、第１信号光及び第２信号光を合波する光合波器とを備える。光合波器は、第１信号光を反射し、第２信号光を透過することによって第１信号光と第２信号光とを合波する光選択フィルタと、光選択フィルタと光合波器の光出射点との間の光路上に配置され、合波後の第１信号光及び第２信号光のうち少なくとも一方の波長分散を補償するためのエタロンとを有する。

WO 2018/074010 A1

［続葉有］

(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))

明　細　書

発明の名称 ： 光送信モジュール

技術分野

[0001] 本発明は、光送信モジュールに関する。

本出願は、２０１６年１０月１７日出願の日本出願第２０１６－２０３５７７号に基づく優先権を主張し、前記日本出願に記載された全ての記載内容を援用するものである。

背景技術

[0002] 特許文献１には、複数の半導体レーザ素子を備える波長多重型の光送信モジュールが開示されている。この光送信モジュールでは、４つの半導体レーザ素子から出力された互いに波長が異なる４つの信号光のうち、２つの信号光が波長フィルタによって互いに合波され、別の２つの信号光が別の波長フィルタによって互いに合波される。その後、一方の合波光の偏光方向が回転されたのち、偏波合成器によって該一方の合波光と他方の合波光とが合成される。

[0003] 特許文献２には、複数の半導体レーザ素子を備える波長多重型の光送信モジュールが開示されている。この光送信モジュールでは、４つの半導体レーザ素子から出力された互いに波長が異なる４つの信号光が、３つの波長フィルタを有するＷＤＭブロックにおいて互いに合波される。

[0004] 特許文献３には、波長分散補償デバイスが開示されている。この波長分散補償デバイスは、両面にそれぞれ所定の光の反射率を有する反射膜が形成された平板状のエタロンを有する。反射膜は、或る波長範囲の光に対して透過率が急峻に変化するフィルタ特性を有する。この波長分散補償デバイスでは、そのようなフィルタ特性を利用することにより、光の入射角度に応じて反射率を異ならせている。

[0005] 特許文献４には、可変分散補償器が開示されている。この可変分散補償器は、使用波長範囲内の波長に対する群遅延特性が下に凸の２次関数で近似で

きる第１のエタロンと、使用波長範囲内の波長に対する群遅延特性が上に凸の２次関数で近似できる第２のエタロンと、第１のエタロンの反射側に設けられたペルチェ素子と、ペルチェ素子の加熱または冷却を制御する電源および温度制御部とを備える。温度制御部によって制御されたペルチェ素子の加熱または冷却によって、エタロン板の光学厚みを変化させて第１のエタロンの群遅延特性を波長シフトし、光信号の通過によって第１及び第２のエタロンの各群遅延特性を合成させ、可変分散補償を行う。

[0006] 特許文献５には、光分散補償器が開示されている。この光分散補償器は、光透過層を挟んで平行に配置された反射体及びフィルタ層を有する光学部品を備える。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２０１５－０９６９４４号公報

特許文献2：米国特許第０９３５０４５４号明細書

特許文献3：特開２００７－２９８９６８号公報

特許文献4：特開２００３－２６４５０５号公報

特許文献5：特開２００２－２６７８３４号公報

発明の概要

[0008] 一実施形態に係る光送信モジュールは、第１信号光及び第２信号光を生成する信号光生成部と、信号光生成部と光学的に結合され、第１信号光及び第２信号光を合波する光合波器とを備える。光合波器は、第１信号光を反射し、第２信号光を透過することによって第１信号光と第２信号光とを合波する光選択フィルタと、光選択フィルタと光合波器の光出射点との間の光路上に配置され、合波後の第１信号光及び第２信号光のうち少なくとも一方の波長分散を補償するためのエタロンとを有する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図１は、第１実施形態に係る光送信モジュールの内部構造を示す平面図

である。

[図2]図２は、光送信モジュールの内部構造の一部を概略的に示す側面図である。

[図3]図３は、偏波合成器の構成を拡大して示す平面図である。

[図4]図４は、エタロンの群遅延特性の一例を示すグラフである。

[図5]図５は、エタロンの波長分散特性の一例を示すグラフである。

[図6]図６は、エタロンの波長分散特性の一例を示すグラフである。

[図7]図７は、波長多重光通信システムにおける使用波長の例を示すグラフである。

[図8]図８は、第１変形例に係る偏波合成器の構成を示す平面図である。

[図9]図９は、第２変形例に係る偏波合成器の構成を示す平面図である。

[図10]図１０は、本発明の第２実施形態に係る光送信モジュールの内部構造を示す平面図である。

[図11]図１１は、ＷＤＭブロックの構成を拡大して示す平面図である。

[図12]図１２は、第３変形例に係るＷＤＭブロックの構成を示す平面図である。

[図13]図１３は、第４変形例に係るＷＤＭブロックの構成を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 近年の光通信の大容量化に伴い、互いに波長が異なる複数の信号光を重ねて伝送する、いわゆる波長多重光通信技術が用いられている。光送信モジュールは、複数の発光素子からそれぞれ出力された複数の信号光を合波して出力する。合波の方式としては、例えば特許文献１に記載されているような偏波合成フィルタを用いる方式、及び特許文献２に記載されているような波長フィルタを用いる方式がある。

[0011] その一方で、光通信の更なる大容量化に適応すべく、上り信号光の波長と下り信号光の波長とを相互に異ならせることも考えられている。従来の光通信システムでは、上り信号光及び下り信号光ともに光ファイバの零分散波長

（１３００～１３２４ｎｍ）に近い１２９５ｎｍ，１３００ｎｍ，１３０５ｎｍ，及び１３１０ｎｍといった波長を使用しているので（ＩＥＥＥ８０２．３）、分散による波形の劣化を抑えつつ２０ｋｍ程度の伝送が可能である。しかしながら、上り信号光と下り信号光とで波長を異ならせると、必然的に、上り信号光及び下り信号光の少なくとも一方が零分散波長から離れてしまう。従って、光ファイバによる波長分散の影響により、伝送後の光送信波形が歪んでしまう。例えば、信号光の波長を１３４０ｎｍ，１３４５ｎｍ，１３５０ｎｍ，１３５５ｎｍとして２０ｋｍ伝送させる場合、光ファイバによる波長分散は５０ｐｓ／ｎｍ～９０ｐｓ／ｎｍにもなる。

[0012] 特許文献３～５に記載されているような分散補償器を用いて波長分散を補償することも考えられる。しかし、光通信の大容量化に伴って発光素子などの光部品が増加する一方、光送信モジュールの寸法は規格によって定められているので、光送信モジュールの部品点数を増加させることは好ましくない。

[0013] そこで、光送信モジュールの部品点数の増加を抑制しつつ、光ファイバによる波長分散を補償することができる光送信モジュールを提供することを本開示の目的の一つとする。

[0014] ［本発明の実施形態の説明］

最初に、本発明の実施形態の内容を列記して説明する。一実施形態に係る光送信モジュールは、第１信号光及び第２信号光を生成する信号光生成部と、信号光生成部と光学的に結合され、第１信号光及び第２信号光を合波する光合波器とを備える。光合波器は、第１信号光を反射し、第２信号光を透過することによって第１信号光と第２信号光とを合波する光選択フィルタと、光選択フィルタと光合波器の光出射点との間の光路上に配置され、合波後の第１信号光及び第２信号光のうち少なくとも一方の波長分散を補償するためのエタロンとを有する。

[0015] この光送信モジュールでは、合波後の第１信号光及び第２信号光のうち少なくとも一方の波長分散を補償するためのエタロンが、光合波器における光

選択フィルタと光合波器の光出射点との間の光路上に設けられている。これにより、光ファイバによる波長分散を好適に補償することができる。このようにエタロンを光合波器の一部として設けることにより、分散補償器を独立した一部品として光送信モジュール内に配置する場合と比較して、光送信モジュールの部品点数の増加を抑制することができる。

[0016] 上記の光送信モジュールにおいて、光合波器が光透過性部材を更に有し、光選択フィルタが光透過性部材の面上に設けられ、エタロンが光透過性部材の面上の光選択フィルタとは異なる位置に設けられてもよい。これにより、光合波器の光透過性部材及び光選択フィルタとエタロンとが一体化され、光送信モジュール内に容易に配置することができる。

[0017] 上記の光送信モジュールにおいて、光透過性部材は、互いに対向する第１面及び第２面を有し、第１面には光選択フィルタが設けられ、第２面にはエタロンが設けられ、信号光生成部から出力された第１信号光及び第２信号光は第１面に入射し、合波後の第１信号光及び第２信号光は第２面から出射してもよい。

[0018] 上記の光送信モジュールは、平坦な搭載面を有する基盤部材を更に備え、信号光生成部を構成する各光学部品及び光合波器は、搭載面に沿って二次元的に配置されており、信号光生成部から出力される第１信号光及び第２信号光の各光軸が互いに平行であってもよい。これにより、光送信モジュールを簡易な構造でもって小型化することができる。

[0019] 上記の光送信モジュールにおいて、第２信号光との合波前の第１信号光の光路上にも、上記エタロン、若しくは第１信号光の分散を補償するための別のエタロンが配置されてもよい。これにより、第１信号光及び第２信号光の分散補償量を互いに異ならせることができる。この場合、光合波器が光透過性部材を更に有し、上記エタロンと上記別のエタロンとが光透過性部材の同一面上に並んで配置されてもよい。これにより、上記エタロン及び上記別のエタロンを光透過性部材に容易に貼り付けることができる。

[0020] 上記の光送信モジュールにおいて、第１信号光の偏光方向と第２信号光の

偏光方向とが互いに異なり、光選択フィルタは偏波合成フィルタであってもよい。或いは、第１信号光の波長と第２信号光の波長とが互いに異なり、光選択フィルタは波長フィルタであってもよい。

[0021] 上記のように本開示による光送信モジュールによれば、光送信モジュールの部品点数の増加を抑制しつつ、光ファイバによる波長分散を補償することができる。

[0022] ［本発明の実施形態の詳細］

本発明の実施形態に係る光送信モジュールの具体例を、以下に図面を参照しつつ説明する。本発明はこれらの例示に限定されるものではなく、特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。以下の説明では、図面の説明において同一の要素には同一の符号を付し、重複する説明を省略する。

[0023] （第１実施形態）

図１は、第１実施形態に係る光送信モジュール１Ａの内部構造を示す平面図である。図２は、光送信モジュール１Ａの内部構造の一部を概略的に示す側面図である。光送信モジュール１Ａは、直方体状の筐体２と、フランジを有し円柱状の光結合部３とを備えるＴＯＳＡ（Transmitter Optical SubAssembly）である。

[0024] 光送信モジュール１Ａの内部には、信号光生成部１０Ａ及び偏波合成器２０Ａが設けられている。信号光生成部１０Ａは、Ｎ個（Ｎは２以上の整数）の発光部１１ａ～１１ｄ、Ｎ個の第１レンズ１２ａ～１２ｄ、Ｎ個の第２レンズ１５ａ～１５ｄ、第１ＷＤＭフィルタ１６、第２ＷＤＭフィルタ１７、ミラー１８、及び波長板１９ａ，１９ｂを含む。一例では、光送信モジュール１Ａは、４チャネル（Ｎ＝４）の発光モジュールである。発光部１１ａ～１１ｄ、第１レンズ１２ａ～１２ｄ、第２レンズ１５ａ～１５ｄ、第１ＷＤＭフィルタ１６、第２ＷＤＭフィルタ１７、ミラー１８、波長板１９ａ，１９ｂ、及び偏波合成器２０Ａは、筐体２の内部に設けられた基盤部材７の平坦な搭載面７ａ上に搭載され、搭載面７ａに沿って二次元的に配置されてい

る。基盤部材７の裏面と筐体２の底面との間には、温度制御素子としてのペルチェ素子が設けられている。光送信モジュール１Ａ内部の搭載面７ａ上には、キャリア部材１３及びＮ個の半導体受光素子（フォトダイオード）１４ａ～１４ｄが更に設けられている。

[0025] 光送信モジュール１Ａでは、光源として機能する発光部１１ａ～１１ｄが各々独立して駆動され、発光部１１ａ～１１ｄが個別に信号光Ｌａ～Ｌｄを出力する。発光部１１ａ～１１ｄへの駆動信号は、光送信モジュール１Ａの外部から提供される。信号光Ｌａ～Ｌｄは、駆動信号に応じて変調された光である。発光部１１ａ～１１ｄは、レーザダイオード及び半導体光変調器が集積された半導体光集積素子９をそれぞれ有する。信号光Ｌａ～Ｌｄの各波長は例えば１．３μｍ帯であり、互いに異なる。一例では、信号光Ｌａ～Ｌｄの各波長は、それぞれ１３４５ｎｍ，１３４０ｎｍ，１３３５ｎｍ，１３３０ｎｍである。

[0026] 第１レンズ１２ａ～１２ｄは、それぞれ発光部１１ａ～１１ｄと光学的に結合されている。発光部１１ａ～１１ｄから出力された信号光Ｌａ～Ｌｄは、それぞれ第１レンズ１２ａ～１２ｄに入力する。各発光部１１ａ～１１ｄの半導体光集積素子９と、対応する第１レンズ１２ａ～１２ｄとの距離は、第１レンズ１２ａ～１２ｄの焦点距離よりも長い。故に、図２に示されるように、第１レンズ１２ａ～１２ｄは、発散光である信号光Ｌａ～Ｌｄを収束光に変換する。

[0027] キャリア部材１３は、信号光Ｌａ～Ｌｄの各光軸と交差する方向を長手方向として延びる直方体状の部材であり、第１レンズ１２ａ～１２ｄと第２レンズ１５ａ～１５ｄとの間の光路上に配置されている。図２に示されるように、キャリア部材１３は、信号光Ｌａ～Ｌｄの各光軸に対して傾斜する誘電体多層膜（ビームスプリッタ）１３ｂを内部に有しており、この誘電体多層膜１３ｂを信号光Ｌａ～Ｌｄが通過する際に、信号光Ｌａ～Ｌｄの各一部を分岐する。半導体受光素子１４ａ～１４ｄは、キャリア部材１３の搭載面１３ａ上に配置され、分岐された信号光Ｌａ～Ｌｄの各一部を受光することに

より、信号光Ｌａ～Ｌｄの光強度を検出する。半導体受光素子１４ａ～１４ｄは、それらの裏面とキャリア部材１３の搭載面１３ａとが互いに対向するように、キャリア部材１３上に実装されている。

[0028] 第２レンズ１５ａ～１５ｄは、キャリア部材１３を挟んで第１レンズ１２ａ～１２ｄと光学的に結合されている。第１レンズ１２ａ～１２ｄから出力された信号光Ｌａ～Ｌｄは、キャリア部材１３を通過し、ビームウエストを形成したのち、再び拡がりつつ第２レンズ１５ａ～１５ｄにそれぞれ入力する。第２レンズ１５ａ～１５ｄと信号光Ｌａ～Ｌｄのビームウエストとの距離は、第２レンズ１５ａ～１５ｄの焦点距離と一致する。故に、第２レンズ１５ａ～１５ｄは、拡がりつつ入射する信号光Ｌａ～Ｌｄをコリメート光に変換する。

[0029] ミラー１８は、第２レンズ１５ａ，１５ｂと光学的に結合されている。ミラー１８の光反射面は、第２レンズ１５ａ，１５ｂの光軸上に位置し、これらの光軸に対して傾斜している。ミラー１８は、信号光Ｌａ，Ｌｂをこれらの光軸と交差する方向へ向けて反射する。第１ＷＤＭフィルタ１６は、第２レンズ１５ｃと光学的に結合されている。第１ＷＤＭフィルタ１６の波長選択面は、第２レンズ１５ｃの光軸上に位置し、該光軸に対して傾斜している。第１ＷＤＭフィルタ１６は、第２レンズ１５ｃからの信号光Ｌｃを透過させるとともに、ミラー１８によって反射された信号光Ｌａを反射する。これにより、信号光Ｌａ及びＬｃの光路が互いに一致し、信号光Ｌａ及びＬｃが互いに合波されて信号光Ｌｅ（第１信号光）となる。第２ＷＤＭフィルタ１７は、第２レンズ１５ｄと光学的に結合されている。第２ＷＤＭフィルタ１７の波長選択面は、第２レンズ１５ｄの光軸上に位置し、該光軸に対して傾斜している。第２ＷＤＭフィルタ１７は、第２レンズ１５ｄからの信号光Ｌｄを透過させるとともに、ミラー１８によって反射された信号光Ｌｂを反射する。これにより、信号光Ｌｂ及びＬｄの光路が互いに一致し、信号光Ｌｂ及びＬｄが互いに合波されて信号光Ｌｆ（第２信号光）となる。

[0030] 波長板１９ａは、第１ＷＤＭフィルタ１６と光学的に結合されている。波

長板１９ｂは、第２ＷＤＭフィルタ１７と光学的に結合されている。波長板１９ａは、信号光Ｌｅの偏光方向を或る角度（例えば４５°）だけ回転させる。波長板１９ｂは、信号光Ｌｆの偏光方向を波長板１９ａとは逆向きに或る角度（例えば４５°）だけ回転させる。これにより、信号光Ｌｅの偏光方向と信号光Ｌｆの偏光方向とが互いに異なることとなる。一例では、信号光Ｌｅの偏光方向と信号光Ｌｆの偏光方向とは互いに９０°異なる。その後、信号光Ｌｅ及びＬｆは、搭載面７ａと平行な架空平面に含まれ且つ互いに平行な２本の光軸に沿って、信号光生成部１０Ａから出力される。

[0031] 偏波合成器２０Ａは、本実施形態における光合波器の一例である。偏波合成器２０Ａは、信号光生成部１０Ａと光学的に結合され、信号光Ｌｅ及びＬｆを合波して信号光Ｌｇを生成する。信号光Ｌｇは、偏波合成器２０Ａから出力され、筐体２の側壁２Ａに設けられた窓を介して筐体２外に出力される。

[0032] 光結合部３は、レンズ５２（図２参照）及びファイバスタブを有する同軸モジュールである。レンズ５２は偏波合成器２０Ａと光学的に結合される。ファイバスタブは、光ファイバＦ（図２参照）を保持する。レンズ５２は、信号光Ｌｇを集光して光ファイバＦの端面に導く。光結合部３は、信号光Ｌｇの光軸に対して調芯されたのち、筐体２の側壁２Ａに溶接により固定される。光結合部３は、レンズ５２及びファイバスタブに加えて、外部からの光を遮断する光アイソレータを更に有してもよい。

[0033] 図３は、偏波合成器２０Ａの構成を拡大して示す平面図である。偏波合成器２０Ａは、光透過性部材２１、反射防止膜２２、偏波合成フィルタ２３（光選択フィルタ）、光反射膜２４、光反射膜２５、反射防止膜２６、及びエタロン２７を有する。光透過性部材２１は、平板状の部材であって、信号光Ｌａ～Ｌｄの波長に対して透明な材料、例えばガラスからなる。光透過性部材２１は、厚さ方向に互いに対向する第１面２１ａ及び第２面２１ｂを有する。第１面２１ａ及び第２面２１ｂは互いに平行であり、且つ平坦である。第１面２１ａ及び第２面２１ｂは、搭載面７ａに対して垂直に配置され、偏

波合成器２０Ａに入射する信号光Ｌｅ及びＬｆの光軸に対して傾斜している。

[0034] 第１面２１ａは、３つの領域２１ａ１、２１ａ２、及び２１ａ３を含む。領域２１ａ１、２１ａ２、及び２１ａ３は、この順で搭載面７ａと平行な方向に並んで配置されている。領域２１ａ１上には反射防止膜２２が設けられている。領域２１ａ２上には偏波合成フィルタ２３が設けられている。領域２１ａ３上には光反射膜２４が設けられている。

[0035] 第２面２１ｂは、３つの領域２１ｂ１、２１ｂ２、及び２１ｂ３を含む。領域２１ｂ１、２１ｂ２、及び２１ｂ３は、この順で搭載面７ａと平行な方向に並んで配置されている。領域２１ｂ１は領域２１ａ１と対向しており、領域２１ｂ２は領域２１ａ２と対向しており、領域２１ｂ３は領域２１ａ３と対向している。領域２１ｂ１上には光反射膜２５が設けられている。領域２１ｂ２上及び領域２１ｂ３上には反射防止膜２６が設けられている。更に、領域２１ｂ１上から領域２１ｂ２上にわたる光反射膜２５上及び反射防止膜２６上に、エタロン２７が設けられている。このように、光透過性部材２１の面上において、偏波合成フィルタ２３とエタロン２７とは互いに異なる位置に設けられている。

[0036] 反射防止膜２２は、信号光生成部１０Ａから入射した信号光Ｌｅを光透過性部材２１の内部に向けて透過させる。光反射膜２５は、反射防止膜２２を通過した信号光Ｌｅを全反射させる。偏波合成フィルタ２３は、光反射膜２５から到達した信号光Ｌｅを反射させ、同時に、信号光生成部１０Ａから入射した、信号光Ｌｅとは偏光方向が異なる信号光Ｌｆを光透過性部材２１の内部に向けて透過させる。このとき、信号光Ｌｅの光軸と信号光Ｌｆの光軸とは互いに一致する。これにより、信号光Ｌｅ及びＬｆが合波され、信号光Ｌｇが生成される。領域２１ｂ２上の反射防止膜２６は、偏波合成フィルタ２３から到達した信号光Ｌｇを光透過性部材２１の外部に向けて透過させる。領域２１ｂ２上の反射防止膜２６の外側にはエタロン２７が設けられているので、信号光Ｌｇはエタロン２７に入射する。

[0037] エタロン２７は、偏波合成フィルタ２３と偏波合成器２０Ａの光出射点Ｐ１との間の光路上に配置されている。エタロン２７は、光透過性の板状部材２７ａ（例えば石英板）と、板状部材２７ａの一方の板面に設けられた部分反射膜２７ｂと、板状部材２７ａの他方の板面に設けられた全反射膜２７ｃとを有する。エタロン２７は、入射光の波長に応じた周期的な群遅延特性を有しており、群遅延特性を波長微分した波長分散特性もまた波長に対して周期的に変化する。この波長分散特性を用いて、合波後の信号光Ｌｅ及びＬｆ、すなわち信号光Ｌｇの波長分散を補償することができる。

[0038] ここで、エタロン２７の分散補償作用について詳細に説明する。エタロン２７では、部分反射膜２７ｂと全反射膜２７ｃとの間において、入射した信号光Ｌｇが多重反射する。全反射膜２７ｃの光反射率は１００％であり、部分反射膜２７ｂの光反射率は数％～数十％程度である。

[0039] 信号光Ｌｇは、部分反射膜２７ｂ側から入射し、全反射膜２７ｃによって全反射し、反射した一部はエタロン２７の外部へ透過し、残りの信号光Ｌｇはさらに全反射膜２７ｃによって全反射される。このように、入力された信号光Ｌｇは、全反射膜２７ｃによって必ず全反射するので、信号光Ｌｇの全てのエネルギーは入力側に戻されることになる。但し、信号光Ｌｇは、板状部材２７ａの光学厚さによって決定される波長周期での周期的な位相遅延、すなわち波長に対する群遅延特性を有することとなる。換言すれば、エタロン２７は、信号光Ｌｇを全て反射させ、位相のみを変化させるオール・パス・フィルタとしての機能を有する。板状部材２７ａの厚さは例えば１００μｍである。

[0040] 図４は、エタロン２７の群遅延特性の一例を示すグラフである。図４において、横軸は波長を示し、縦軸は群遅延量を示す。図４に示されるように、エタロン２７は、或る波長周期Ｔ１での周期的な群遅延特性を有する。図５及び図６は、図４に示された群遅延特性を波長微分して得られる、エタロン２７の波長分散特性の一例を示すグラフである。図５及び図６において、横軸は波長を示し、縦軸は波長分散量を示す。図５及び図６に示されるように

、エタロン２７は、或る波長周期Ｔ１での周期的な波長分散特性を有する。一方、図７は、波長多重光通信システムにおける使用波長の例を示すグラフである。図７において、横軸は波長（単位：ｎｍ）を示し、縦軸は光強度（単位：ｄＢ）を示す。図７に示されるように、例えば、上り信号光に対しては零分散波長帯Ａ０よりも短い波長帯域（図中のＡ１、例えば１２６０ｎｍ～１３００ｎｍ）を使用し、下り信号光に対しては零分散波長帯Ａ０よりも長い波長帯域（図中のＡ２、例えば１３２０ｎｍ～１３６０ｎｍ）を使用する。そして、上り信号光の各波長をλa_1，λa_2，λa_3，及びλa_4（$\lambda a_1 > \lambda a_2 > \lambda a_3 > \lambda a_4$）とし、下り信号光の各波長を$\lambda b_1$，$\lambda b_2$，$\lambda b_3$，及び$\lambda b_4$（$\lambda b_1 > \lambda b_2 > \lambda b_3 > \lambda b_4$）とする。このとき、図５に示された複数の波長帯域Ａ３それぞれに波長λa_1，λa_2，λa_3，及びλa_4それぞれが含まれ、且つ、図６に示された複数の波長帯域Ａ４それぞれに波長λb_1，λb_2，λb_3，及びλb_4それぞれが含まれるように、板状部材２７ａの厚さが決定される。

[0041] 複数の波長帯域Ａ３それぞれは、波長分散特性における複数のピーク波長λpそれぞれと、それらの短波長側に隣り合う波長分散が０となる波長$\lambda 0$との間の波長帯域を指す。言い換えると、複数の波長帯域Ａ３それぞれは、波長分散特性における複数のピーク波形の短波長側の、波長分散量が正の部分である。複数の波長帯域Ａ４それぞれは、波長分散特性における複数のボトム波長λbそれぞれと、それらの長波長側に隣り合う、波長分散量が０となる波長$\lambda 0$との間の波長帯域を指す。言い換えると、複数の波長帯域Ａ４それぞれは、波長分散特性における複数のボトム波形の長波長側の、波長分散量が負の部分である。

[0042] 上記の構成により、互いに波長が異なる複数の信号光Ｌａ～Ｌｄを含む信号光Ｌｇの分散補償を好適に行うことができる。互いに波長が異なる複数の信号光Ｌａ～Ｌｄを含む信号光Ｌｇの分散補償を、一つのエタロン２７によってまとめて行うことができる。

[0043] 従来のＣバンド（１．５５μｍ帯）の８０ｋｍ伝送後の波長分散量は１６

００ｐｓ／ｎｍである。これに対し、例えば波長１３４０ｎｍの２０ｋｍ伝送後の波長分散量は５０ｐｓ／ｎｍであり、波長１２８０ｎｍの２０ｋｍ伝送後の波長分散量は－５０ｐｓ／ｎｍである。このように、比較的小さな波長分散量を補償する場合に、エタロン２７による分散補償作用は特に有効である。

[0044] 図７に示される例では、或る波長（例えばλａ$_1$）を含む波長帯域Ａ３を含むピーク波形と、該波長と隣り合う波長（例えばλａ$_2$）を含む波長帯域Ａ３を含むピーク波形とが互いに隣り合ってもよく、互いに隣り合っていなくてもよい。同様に、図７に示される例では、或る波長（例えばλｂ$_1$）を含む波長帯域Ａ４を含むピーク波形と、該波長と隣り合う波長（例えばλｂ$_2$）を含む波長帯域Ａ４を含むピーク波形とが互いに隣り合ってもよく、互いに隣り合っていなくてもよい。

[0045] 再び図３を参照する。エタロン２７に達した信号光Ｌｇは、エタロン２７により反射されて光反射膜２４に達する。光反射膜２４は、エタロン２７から到達した信号光Ｌｇを全反射させる。領域２１ｂ３上の反射防止膜２６は、光反射膜２４から到達した信号光Ｌｇを透過させる。これにより、信号光Ｌｇは第２面２１ｂから偏波合成器２０Ａの外部に向けて出射する。上述した光出射点Ｐ１は、領域２１ｂ３上の反射防止膜２６の外側表面に位置する。

[0046] 反射防止膜２２及び２６、光反射膜２４及び２５、並びに偏波合成フィルタ２３は、例えば誘電体多層膜によって構成される。誘電体多層膜は、光透過性部材２１の表面上に成膜されてもよく、或いは光透過性部材２１の表面に貼付されてもよい。エタロン２７は、板状部材２７ａの両板面に部分反射膜２７ｂ及び全反射膜２７ｃが成膜されたのち、光反射膜２５上及び反射防止膜２６上に貼付される。

[0047] 以上に説明した本実施形態の光送信モジュール１Ａによって得られる効果について説明する。本実施形態の光送信モジュール１Ａでは、合波後の信号光Ｌｅ及び信号光Ｌｆ（すなわち信号光Ｌｇ）の波長分散を補償するための

エタロン２７が、偏波合成器２０Ａにおける偏波合成フィルタ２３と偏波合成器２０Ａの光出射点Ｐ１との間の光路上に設けられている。これにより、光ファイバによる波長分散を好適に補償することができる。このようにエタロン２７を偏波合成器２０Ａの一部として設けることにより、分散補償器を独立した一部品として光送信モジュール内に配置する場合と比較して、光送信モジュール１Ａの部品点数の増加を抑制することができる。更には、入力側の光軸方向と出力側の光軸方向とを互いに平行にすることが容易なので、従来の偏波合成器からの置き換え（実装）が容易である。

[0048] 本実施形態のように、偏波合成器２０Ａが光透過性部材２１を更に有し、偏波合成フィルタ２３が光透過性部材２１の面上に設けられ、エタロン２７が光透過性部材２１の面上の偏波合成フィルタ２３とは異なる位置に設けられてもよい。これにより、偏波合成器２０Ａの光透過性部材２１、偏波合成フィルタ２３、及びエタロン２７が一体化され、光送信モジュール１Ａ内に容易に配置することができる。

[0049] 本実施形態のように、光送信モジュール１Ａは、平坦な搭載面７ａを有する基盤部材７を更に備え、信号光生成部１０Ａを構成する各光学部品及び偏波合成器２０Ａは、搭載面７ａに沿って二次元的に配置されており、信号光生成部１０Ａから出力される信号光Ｌｅ及び信号光Ｌｆの各光軸が互いに平行であってもよい。これにより、光送信モジュール１Ａを簡易な構造でもって小型化することができる。

[0050] （第１変形例）

図８は、上記第１実施形態の第１変形例に係る偏波合成器２０Ｂの構成を示す平面図である。偏波合成器２０Ｂは、光透過性部材２１、反射防止膜２２、偏波合成フィルタ２３（光選択フィルタ）、光反射膜２４、反射防止膜２８、偏波合成フィルタ２９、反射防止膜３０、エタロン３１及び３２を有する。これらのうち、光透過性部材２１、反射防止膜２２、偏波合成フィルタ２３、及び光反射膜２４の構成は、上記実施形態と同様である。

[0051] 反射防止膜２８、偏波合成フィルタ２９、及び反射防止膜３０は、それぞ

れ領域２１ｂ１、領域２１ｂ２、及び領域２１ｂ３上に設けられている。エタロン３１は、反射防止膜２８上に設けられている。エタロン３２は、偏波合成フィルタ２９上に設けられている。このように、本変形例においても、光透過性部材２１の面上において偏波合成フィルタ２３とエタロン３１，３２とは互いに異なる位置に設けられている。

[0052] 本変形例において、反射防止膜２２は、信号光生成部１０Ａから入射した信号光Ｌｅを光透過性部材２１の内部に向けて透過させる。反射防止膜２８は、反射防止膜２２を通過した信号光Ｌｅを透過させる。反射防止膜２８の外側にはエタロン３１が設けられているので、信号光Ｌｅはエタロン３１に入射する。エタロン３１は、偏波合成器２０Ｂにおける信号光Ｌｅの光入射点Ｐ２（反射防止膜２２の外側表面）と偏波合成フィルタ２３との間の光路上に配置されている。エタロン３１の構成は、板状部材の厚さを除いて、前述したエタロン２７と同様である。エタロン３１は、入射光の波長に応じた周期的な波長分散特性を有しており、信号光Ｌｅの波長分散を補償することができる。

[0053] エタロン３１に達した信号光Ｌｅは、エタロン３１により反射され、再び反射防止膜２８を透過して、偏波合成フィルタ２３に達する。偏波合成フィルタ２３は、信号光Ｌｅを反射させ、同時に、信号光生成部１０Ａから入射した、信号光Ｌｅとは偏光方向が異なる信号光Ｌｆを光透過性部材２１の内部に向けて透過させることにより、これらを合波する。偏波合成フィルタ２９は、偏波合成フィルタ２３から到達した信号光Ｌｅ，Ｌｆのうち、信号光Ｌｅを反射させ、信号光Ｌｆを透過させる。偏波合成フィルタ２９の外側にはエタロン３２が設けられているので、信号光Ｌｆはエタロン３２に入射する。

[0054] エタロン３２は、偏波合成フィルタ２３と偏波合成器２０Ｂの光出射点Ｐ３との間の光路上に配置されている。エタロン３２の構成は、板状部材の厚さを除いて、前述したエタロン２７と同様である。エタロン３２は、入射光の波長に応じた周期的な波長分散特性を有しており、信号光Ｌｆの波長分散

を補償することができる。

[0055] エタロン３２に達した信号光Ｌｆは、エタロン３２により反射され、信号光Ｌｅと再び合波されて信号光Ｌｇとなり、光反射膜２４に達する。光反射膜２４は、信号光Ｌｇを全反射させる。反射防止膜３０は、光反射膜２４から到達した信号光Ｌｇを光透過性部材２１の外部に向けて透過させる。これにより、信号光Ｌｇは第２面２１ｂから出射する。上述した光出射点Ｐ３は、反射防止膜３０の外側表面に位置する。

[0056] 本変形例では、偏波合成フィルタ２３と光出射点Ｐ３との間の光路上に配置された、信号光Ｌｆの分散を補償するためのエタロン３２に加えて、信号光Ｌｆとの合波前の信号光Ｌｅの光路上にも、信号光Ｌｅの分散を補償するためのエタロン３１が配置されている。このように、信号光Ｌｅの分散補償のためのエタロン３１と、信号光Ｌｆの分散補償のためのエタロン３２とが個別に設けられることにより、信号光Ｌｅ及びＬｆの分散補償量を互いに異ならせることができる。従って、信号光Ｌｅの波長分散と信号光Ｌｆの波長分散とが大きく異なる場合であっても、これらの波長分散に対して補償量を最適化することができる。

[0057] 本変形例のように、エタロン３１とエタロン３２とが光透過性部材２１の同一面（第２面２１ｂ）上に並んで配置されてもよい。これにより、エタロン３１及び３２を光透過性部材２１に容易に貼り付けることができる。

[0058] （第２変形例）

図９は、上記第１実施形態の第２変形例に係る偏波合成器２０Ｃの構成を示す平面図である。偏波合成器２０Ｃにおいて上記実施形態の偏波合成器２０Ａと異なる点は、光反射膜２５が設けられておらず、代わりに反射防止膜２６が領域２１ｂ１まで延びている点である。

[0059] 信号光Ｌｅは、反射防止膜２２を透過して光透過性部材２１の内部に入射したのち、反射防止膜２６を透過してエタロン２７に達する。このとき、エタロン２７は信号光Ｌｅの波長分散の一部を補償する。その後、信号光Ｌｅは、エタロン２７により反射され、偏波合成フィルタ２３に達する。偏波合

成フィルタ２３は、信号光Ｌｅを反射させ、同時に、信号光生成部１０Ａから入射した信号光Ｌｆを光透過性部材２１の内部に向けて透過させる。これにより、信号光Ｌｅ及びＬｆが合波され、信号光Ｌｇが生成される。信号光Ｌｇは、反射防止膜２６を透過し、エタロン２７に達する。このとき、エタロン２７は、信号光Ｌｇに含まれる信号光Ｌｅの波長分散の残部と、信号光Ｌｇに含まれる信号光Ｌｆの波長分散とを補償する。その後、信号光Ｌｇは、エタロン２７により反射され、光反射膜２４において再び反射されたのち、反射防止膜２６を透過して偏波合成器２０Ｃの外部へ出力される。

[0060] 本変形例では、偏波合成フィルタ２３と光出射点Ｐ１との間の光路上に配置された、信号光Ｌｇの分散を補償するためのエタロン２７が、信号光Ｌｆとの合波前の信号光Ｌｅの光路上にも配置されている。これにより、信号光Ｌｅがエタロン２７を２回通過することとなり、信号光Ｌｅ及びＬｆの分散補償量を互いに異ならせることができる。従って、信号光Ｌｅの波長分散と信号光Ｌｆの波長分散とが大きく異なる場合であっても、これらの波長分散に対して補償量を最適化することができる。信号光Ｌｅの波長と零分散波長との波長間隔が、信号光Ｌｆの波長と零分散波長との波長間隔よりも長い場合に、本変形例の構成は特に有効である。

[0061] （第２実施形態）

図１０は、本発明の第２実施形態に係る光送信モジュール１Ｂの内部構造を示す平面図である。光送信モジュール１Ｂは、筐体２と、光結合部３とを備えるＴＯＳＡである。光送信モジュール１Ｂの内部には、信号光生成部１０Ｂ及びＷＤＭブロック２０Ｄが設けられている。信号光生成部１０Ｂは、Ｎ個（Ｎは２以上の整数）の発光部１１ａ～１１ｄ、Ｎ個の第１レンズ１２ａ～１２ｄ、及びＮ個の第２レンズ１５ａ～１５ｄを含む。一例では、光送信モジュール１Ｂは、４チャネル（Ｎ＝４）の発光モジュールである。発光部１１ａ～１１ｄ、第１レンズ１２ａ～１２ｄ、第２レンズ１５ａ～１５ｄ、及びＷＤＭブロック２０Ｄは、基盤部材７の平坦な搭載面７ａ上に搭載され、搭載面７ａに沿って二次元的に配置されている。第１実施形態と同様に

、光送信モジュール１Ｂ内部の搭載面７ａ上には、キャリア部材１３及びＮ個の半導体受光素子（フォトダイオード）１４ａ～１４ｄが更に設けられている。発光部１１ａ～１１ｄ、第１レンズ１２ａ～１２ｄ、キャリア部材１３、Ｎ個の半導体受光素子１４ａ～１４ｄ、及び第２レンズ１５ａ～１５ｄの構成は、第１実施形態と同様である。

[0062] 発光部１１ａ～１１ｄは、互いに波長が異なる信号光Ｌａ～Ｌｄを出力する。これらの波長の例は、第１実施形態にて説明した通りである。第１レンズ１２ａ～１２ｄは、発散光である信号光Ｌａ～Ｌｄを収束光に変換する。キャリア部材１３は、信号光Ｌａ～Ｌｄが通過する際に、信号光Ｌａ～Ｌｄの各一部を分岐する。半導体受光素子１４ａ～１４ｄは、分岐された信号光Ｌａ～Ｌｄの各一部を受光することにより、信号光Ｌａ～Ｌｄの光強度を検出する。第２レンズ１５ａ～１５ｄは、拡がりつつ入射する信号光Ｌａ～Ｌｄをコリメート光に変換する。こうして、コリメート光とされた信号光Ｌａ～Ｌｄは、搭載面７ａと平行な架空平面に含まれ且つ互いに平行な４本の光軸に沿って、信号光生成部１０Ｂから出力される。本実施形態において、信号光Ｌａ～Ｌｄのうち何れか一つの信号光は第１信号光の例であり、他の一つの信号光は第２信号光の例である。

[0063] ＷＤＭブロック２０Ｄは、本実施形態における光合波器の一例である。ＷＤＭブロック２０Ｄは、信号光生成部１０Ｂと光学的に結合され、信号光Ｌａ～Ｌｄを合波して信号光Ｌｈを生成する。信号光Ｌｈは、ＷＤＭブロック２０Ｄから出力され、筐体２の側壁２Ａに設けられた窓、及び光結合部３を介して光送信モジュール１Ｂの外部へ出力される。

[0064] 図１１は、ＷＤＭブロック２０Ｄの構成を拡大して示す平面図である。ＷＤＭブロック２０Ｄは、光透過性部材３３、反射防止膜３４、波長フィルタ３５～３７（光選択フィルタ）、光反射膜３８、光反射膜３９、反射防止膜４０、及びエタロン４１を有する。光透過性部材３３は、平板状の部材であって、信号光Ｌａ～Ｌｄの波長に対して透明な材料、例えばガラスからなる。光透過性部材３３は、厚さ方向に互いに対向する第１面３３ａ及び第２面

３３ｂを有する。第１面３３ａ及び第２面３３ｂは互いに平行であり、且つ平坦である。第１面３３ａ及び第２面３３ｂは、搭載面７ａに対して垂直に配置され、ＷＤＭブロック２０Ｄに入射する信号光Ｌａ～Ｌｄの光軸に対して傾斜している。

[0065] 第１面３３ａは、５つの領域３３ａ１～３３ａ５を含む。領域３３ａ１～３３ａ５は、搭載面７ａと平行な方向に沿って、この順に並んで配置されている。領域３３ａ１上には反射防止膜３４が設けられている。領域３３ａ２上には波長フィルタ３５が設けられている。領域３３ａ３上には波長フィルタ３６が設けられている。領域３３ａ４上には波長フィルタ３７が設けられている。領域３３ａ５上には光反射膜３８が設けられている。

[0066] 第２面３３ｂは、５つの領域３３ｂ１～３３ｂ５を含む。領域３３ｂ１～３３ｂ５は、搭載面７ａと平行な方向に沿って、この順に並んで配置されている。領域３３ｂ１～３３ｂ５は、それぞれ領域３３ａ１～３３ａ５と対向している。領域３３ｂ１～３３ｂ３上には光反射膜３９が設けられている。領域３３ｂ４～３３ｂ５上には反射防止膜４０が設けられている。更に、領域３３ｂ１上から領域３３ｂ４上にわたる光反射膜３９上及び反射防止膜４０上に、エタロン４１が設けられている。このように、光透過性部材３３の面上において、波長フィルタ３５～３７とエタロン４１とは互いに異なる位置に設けられている。

[0067] 反射防止膜３４は、信号光生成部１０Ｂから入射した信号光Ｌａを光透過性部材３３の内部に向けて透過させる。領域３３ｂ１上の光反射膜３９は、反射防止膜３４を通過した信号光Ｌａを全反射させる。波長フィルタ３５は、光反射膜３９から到達した信号光Ｌａを反射させ、同時に、信号光生成部１０Ｂから入射した信号光Ｌｂを光透過性部材３３の内部に向けて透過させる。このとき、信号光Ｌａの光軸と信号光Ｌｂの光軸とは互いに一致する。これにより、信号光Ｌａ及びＬｂが合波される。領域３３ｂ２上の光反射膜３９は、波長フィルタ３５から到達した信号光Ｌａ，Ｌｂを全反射させる。波長フィルタ３６は、光反射膜３９から到達した信号光Ｌａ，Ｌｂを反射さ

せ、同時に、信号光生成部１０Ｂから入射した信号光Ｌｃを光透過性部材３３の内部に向けて透過させる。このとき、信号光Ｌａ，Ｌｂの光軸と信号光Ｌｃの光軸とは互いに一致する。これにより、信号光Ｌａ～Ｌｃが合波される。領域３３ｂ３上の光反射膜３９は、波長フィルタ３６から到達した信号光Ｌａ～Ｌｃを全反射させる。波長フィルタ３７は、光反射膜３９から到達した信号光Ｌａ～Ｌｃを反射させ、同時に、信号光生成部１０Ｂから入射した信号光Ｌｄを光透過性部材３３の内部に向けて透過させる。このとき、信号光Ｌａ～Ｌｃの光軸と信号光Ｌｄの光軸とは互いに一致する。これにより、信号光Ｌａ～Ｌｄが合波され、信号光Ｌｈが生成される。

[0068] 領域３３ｂ４上の反射防止膜４０は、波長フィルタ３７から到達した信号光Ｌｈを透過する。領域３３ｂ４上の反射防止膜４０の外側にはエタロン４１が設けられているので、信号光Ｌｈはエタロン４１に入射する。

[0069] エタロン４１は、波長フィルタ３７とＷＤＭブロック２０Ｄの光出射点Ｐ４との間の光路上に配置されている。エタロン４１は、光透過性の板状部材４１ａ（例えば石英板）と、板状部材４１ａの一方の板面に設けられた部分反射膜４１ｂと、板状部材４１ａの他方の板面に設けられた全反射膜４１ｃとを有する。エタロン４１は、入射光の波長に応じた周期的な波長分散特性を有しており、合波後の信号光Ｌａ～Ｌｄ、すなわち信号光Ｌｈの波長分散を補償することができる。

[0070] その後、信号光Ｌｈはエタロン４１により反射されて光反射膜３８に達する。光反射膜３８は、エタロン４１から到達した信号光Ｌｈを全反射させる。領域３３ｂ５上の反射防止膜４０は、光反射膜３８から到達した信号光Ｌｈを透過させる。これにより、信号光Ｌｈは第２面３３ｂからＷＤＭブロック２０Ｄの外部に向けて出射する。上述した光出射点Ｐ４は、領域３３ｂ５上の反射防止膜４０の外側表面に位置する。

[0071] 反射防止膜３４及び４０、光反射膜３８及び３９、並びに波長フィルタ３５～３７は、例えば誘電体多層膜によって構成される。誘電体多層膜は、光透過性部材３３の表面上に成膜されてもよく、或いは光透過性部材３３の表

面に貼付されてもよい。エタロン４１は、板状部材４１ａの両板面に部分反射膜４１ｂ及び全反射膜４１ｃが成膜されたのち、光反射膜３９上から反射防止膜４０上にかけて貼付される。

[0072] 以上に説明した本実施形態の光送信モジュール１Ｂによって得られる効果について説明する。本実施形態の光送信モジュール１Ｂでは、合波後の信号光Ｌａ～信号光Ｌｄ（すなわち信号光Ｌｈ）の波長分散を補償するためのエタロン４１が、ＷＤＭブロック２０Ｄにおける波長フィルタ３７とＷＤＭブロック２０Ｄの光出射点Ｐ４との間の光路上に設けられている。これにより、光ファイバによる波長分散を好適に補償することができる。このようにエタロン４１をＷＤＭブロック２０Ｄの一部として設けることにより、分散補償器を独立した一部品として光送信モジュール内に配置する場合と比較して、光送信モジュール１Ｂの部品点数の増加を抑制することができる。

[0073] 本実施形態のように、ＷＤＭブロック２０Ｄが光透過性部材３３を更に有し、波長フィルタ３５～３７が光透過性部材３３の面上に設けられ、エタロン４１が光透過性部材３３の面上の波長フィルタ３５～３７とは異なる位置に設けられてもよい。これにより、ＷＤＭブロック２０Ｄの光透過性部材３３及び波長フィルタ３５～３７とエタロン４１とが一体化され、光送信モジュール１Ｂ内に容易に配置することができる。

[0074] 本実施形態のように、光送信モジュール１Ｂは、平坦な搭載面７ａを有する基盤部材７を更に備え、信号光生成部１０Ｂを構成する各光学部品及びＷＤＭブロック２０Ｄは、搭載面７ａに沿って二次元的に配置されており、信号光生成部１０Ｂから出力される信号光Ｌａ～Ｌｄの各光軸が互いに平行であってもよい。これにより、光送信モジュール１Ｂを簡易な構造でもって小型化することができる。

[0075] （第３変形例）

図１２は、上記第２実施形態の第３変形例に係るＷＤＭブロック２０Ｅの構成を示す平面図である。ＷＤＭブロック２０Ｅは、光透過性部材３３、反射防止膜３４、波長フィルタ３５～３７（光選択フィルタ）、光反射膜３８

、反射防止膜４２、波長フィルタ４３～４５、反射防止膜４６、及びエタロン４７～５０を有する。これらのうち、光透過性部材３３、反射防止膜３４、波長フィルタ３５～３７、及び光反射膜３８の構成は、上記実施形態と同様である。

[0076] 反射防止膜４２、波長フィルタ４３～４５、及び反射防止膜４６は、それぞれ領域３３ｂ１、領域３３ｂ２～３３ｂ４、及び領域３３ｂ５上に設けられている。エタロン４７は、反射防止膜４２上に設けられている。エタロン４８～５０は、それぞれ波長フィルタ４３～４５上に設けられている。このように、本変形例においても、光透過性部材３３の面上において波長フィルタ３５～３７とエタロン４７～５０とは互いに異なる位置に設けられている。エタロン４７～５０の構成は、板状部材の厚さを除いて、前述したエタロン４１と同様である。

[0077] 本変形例において、反射防止膜３４は、信号光生成部１０Ｂから入射した信号光Ｌａを透過させる。反射防止膜４２は、反射防止膜３４を通過した信号光Ｌａを透過させる。反射防止膜４２の外側にはエタロン４７が設けられているので、信号光Ｌａはエタロン４７に入射する。エタロン４７は、ＷＤＭブロック２０Ｅにおける信号光Ｌａの光入射点Ｐ５（反射防止膜３４の外側表面）と波長フィルタ３５との間の光路上に配置されている。エタロン４７は、信号光Ｌａの波長分散を補償する。

[0078] エタロン４７に達した信号光Ｌａは、エタロン４７により反射され、再び反射防止膜４２を透過して、波長フィルタ３５に達する。波長フィルタ３５は、信号光Ｌａを反射させ、同時に、信号光生成部１０Ｂから入射した信号光Ｌｂを透過させることにより、信号光Ｌａ及びＬｂを合波する。波長フィルタ４３は、波長フィルタ３５から到達した信号光Ｌａ，Ｌｂのうち、信号光Ｌａを反射させ、信号光Ｌｂを透過させる。波長フィルタ４３の外側にはエタロン４８が設けられているので、信号光Ｌｂはエタロン４８に入射する。

[0079] エタロン４８は、ＷＤＭブロック２０Ｅにおける信号光Ｌｂの光入射点Ｐ

６（波長フィルタ３５の外側表面）と波長フィルタ３６との間の光路上に配置されている。エタロン４８は、信号光Ｌｂの波長分散を補償する。エタロン４８に達した信号光Ｌｂは、エタロン４８により反射され、再び波長フィルタ４３を透過して、波長フィルタ３６に達する。波長フィルタ３６は、信号光Ｌａ，Ｌｂを反射させ、同時に、信号光生成部１０Ｂから入射した信号光Ｌｃを透過させることにより、信号光Ｌａ～Ｌｃを合波する。波長フィルタ４４は、波長フィルタ３６から到達した信号光Ｌａ～Ｌｃのうち、信号光Ｌａ，Ｌｂを反射させ、信号光Ｌｃを透過させる。波長フィルタ４４の外側にはエタロン４９が設けられているので、信号光Ｌｃはエタロン４９に入射する。

[0080] エタロン４９は、ＷＤＭブロック２０Ｅにおける信号光Ｌｃの光入射点Ｐ７（波長フィルタ３６の外側表面）と波長フィルタ３７との間の光路上に配置されている。エタロン４９は、信号光Ｌｃの波長分散を補償する。エタロン４９に達した信号光Ｌｃは、エタロン４９により反射され、再び波長フィルタ４４を透過して、波長フィルタ３７に達する。波長フィルタ３７は、信号光Ｌａ～Ｌｃを反射させ、同時に、信号光生成部１０Ｂから入射した信号光Ｌｄを透過させることにより、信号光Ｌａ～Ｌｄを合波する。波長フィルタ４５は、波長フィルタ３７から到達した信号光Ｌａ～Ｌｄのうち、信号光Ｌａ～Ｌｃを反射させ、信号光Ｌｄを透過させる。波長フィルタ４５の外側にはエタロン５０が設けられているので、信号光Ｌｄはエタロン５０に入射する。

[0081] エタロン５０は、波長フィルタ３７と、ＷＤＭブロック２０Ｅにおける信号光Ｌｄの光出射点Ｐ９（反射防止膜４６の外側表面）との間の光路上に配置されている。エタロン５０は、信号光Ｌｄの波長分散を補償する。エタロン５０に達した信号光Ｌｄは、エタロン５０により反射され、再び波長フィルタ４５を透過して、光反射膜３８に達する。光反射膜３８は、信号光Ｌａ～Ｌｄを含む信号光Ｌｈを全反射させる。反射防止膜４６は、光反射膜３８から到達した信号光Ｌｈを透過させる。これにより、信号光Ｌｈは第２面３

３ｂからＷＤＭブロック２０Ｅの外部へ向けて出射する。

[0082] 本変形例では、波長フィルタ３７と光出射点Ｐ９との間の光路上に配置された、信号光Ｌｄの分散を補償するためのエタロン５０に加えて、信号光Ｌｄとの合波前の信号光Ｌａ～Ｌｃの各光路上に、信号光Ｌａ～Ｌｃそれぞれの分散を補償するためのエタロン４７～４９が配置されている。このように、信号光Ｌａ～Ｌｄの分散補償のためのエタロン４７～５０が個別に設けられることにより、信号光Ｌａ～Ｌｄの分散補償量を互いに異ならせることができる。従って、信号光Ｌａ～Ｌｄの波長分散がそれぞれ大きく異なる場合であっても、これらの波長分散に対して補償量を最適化することができる。

[0083] 本変形例のように、エタロン４７～５０が光透過性部材３３の同一面（第２面３３ｂ）上に並んで配置されてもよい。これにより、エタロン４７～５０を光透過性部材３３に容易に貼り付けることができる。

[0084] （第４変形例）

図１３は、上記第２実施形態の第４変形例に係るＷＤＭブロック２０Ｆの構成を示す平面図である。ＷＤＭブロック２０Ｆにおいて上記実施形態のＷＤＭブロック２０Ｄと異なる点は、光反射膜３９が設けられておらず、代わりに反射防止膜４０が領域３３ｂ１まで延びている点である。

[0085] 信号光Ｌａは、反射防止膜３４を透過して光透過性部材３３の内部に入射したのち、反射防止膜４０を透過してエタロン４１に達する。このとき、エタロン４１は信号光Ｌａの波長分散の一部を補償する。その後、信号光Ｌａは、エタロン４１により反射され、波長フィルタ３５に達する。波長フィルタ３５は、信号光Ｌａを反射させ、同時に、信号光生成部１０Ｂから入射した信号光Ｌｂを透過させる。これにより、信号光Ｌａ及びＬｂが合波される。信号光Ｌａ，Ｌｂは、反射防止膜４０を透過し、エタロン４１に達する。このとき、エタロン４１は、信号光Ｌａ，Ｌｂの波長分散の各一部を補償する。その後、信号光Ｌａ，Ｌｂは、エタロン４１により反射され、波長フィルタ３６に達する。波長フィルタ３６は、信号光Ｌａ，Ｌｂを反射させ、同時に、信号光生成部１０Ｂから入射した信号光Ｌｃを透過させる。これによ

り、信号光Ｌａ～Ｌｃが合波される。信号光Ｌａ～Ｌｃは、反射防止膜４０を透過し、エタロン４１に達する。このとき、エタロン４１は、信号光Ｌａ～Ｌｃの波長分散の各一部を補償する。その後、信号光Ｌａ～Ｌｃは、エタロン４１により反射され、波長フィルタ３７に達する。波長フィルタ３７は、信号光Ｌａ～Ｌｃを反射させ、同時に、信号光生成部１０Ｂから入射した信号光Ｌｄを透過させる。これにより、信号光Ｌａ～Ｌｄが合波され、信号光Ｌｈが生成される。信号光Ｌｈは、反射防止膜４０を透過し、エタロン４１に達する。このとき、エタロン４１は、信号光Ｌｈに含まれる信号光Ｌａ～Ｌｃの波長分散の各残部と、信号光Ｌｈに含まれる信号光Ｌｄの波長分散とを補償する。その後、信号光Ｌｈは、エタロン４１により反射され、光反射膜３８において再び反射されたのち、反射防止膜４０を透過してＷＤＭブロック２０Ｆの外部へ出力される。

[0086] 本変形例では、波長フィルタ３７と光出射点Ｐ４との間の光路上に配置された、信号光Ｌｈの分散を補償するためのエタロン４１が、信号光Ｌｄとの合波前の信号光Ｌａ～Ｌｃの光路上、信号光Ｌｃとの合波前の信号光Ｌａ，Ｌｂの光路上、及び、信号光Ｌｂとの合波前の信号光Ｌａの光路上にも配置されている。これにより、信号光Ｌａ～Ｌｃがエタロン４１をそれぞれ４回、３回、及び２回通過することとなり、信号光Ｌａ～Ｌｄの分散補償量を互いに異ならせることができる。従って、信号光Ｌａ～Ｌｄの波長分散がそれぞれ大きく異なる場合であっても、これらの波長分散に対して補償量を最適化することができる。信号光Ｌａ～Ｌｄの各波長と零分散波長との波長間隔Δλａ～Δλｄの長さがΔλａ＞Δλｂ＞Δλｃ＞Δλｄを満たす場合に、本変形例の構成は特に有効である。

[0087] 本発明による光送信モジュールは、上述した実施形態に限られるものではなく、他に様々な変形が可能である。例えば、上述した各実施形態及び各変形例を、必要な目的及び効果に応じて互いに組み合わせてもよい。上記各実施形態では、光選択フィルタが偏波合成フィルタである場合、及び光選択フィルタが波長フィルタである場合についてそれぞれ説明したが、本発明にお

ける光選択フィルタは、信号光を合波するためのフィルタであれば、これら以外のフィルタであってもよい。

符号の説明

[0088] １Ａ，１Ｂ…光送信モジュール、２…筐体、２Ａ…側壁、３…光結合部、７…基盤部材、７ａ…搭載面、９…半導体光集積素子、１０Ａ，１０Ｂ…信号光生成部、１１ａ～１１ｄ…発光部、１２ａ～１２ｄ…レンズ、１３…キャリア部材、１３ａ…搭載面、１３ｂ…誘電体多層膜、１４ａ～１４ｄ…半導体受光素子、１５ａ～１５ｄ…レンズ、１６，１７…ＷＤＭフィルタ、１８…ミラー、１９ａ，１９ｂ…波長板、２０Ａ～２０Ｃ…偏波合成器、２０Ｄ～２０Ｆ…ＷＤＭブロック、２１，３３…光透過性部材、２１ａ，３３ａ…第１面、２１ａ１～２１ａ３，３３ａ１～３３ａ５…領域、２１ｂ，３３ｂ…第２面、２１ｂ１～２１ｂ３，３３ｂ１～３３ｂ５…領域、２２，２６，２８，３４，４０，４２，４６…反射防止膜、２３…偏波合成フィルタ、２４，２５，３８，３９…光反射膜、２７，３１，３２，４１，４７～５０…エタロン、２７ａ，４１ａ…板状部材、２７ｂ，４１ｂ…部分反射膜、２７ｃ，４１ｃ…全反射膜、２９…偏波合成フィルタ、３０…反射防止膜、３５～３７，４３～４５…波長フィルタ、５２…レンズ、Ｆ…光ファイバ、Ｌａ～Ｌｈ…信号光、Ｐ１，Ｐ３，Ｐ４，Ｐ９…光出射点、Ｐ２，Ｐ５，Ｐ６，Ｐ７…光入射点。

請求の範囲

[請求項1] 第１信号光及び第２信号光を生成する信号光生成部と、

前記信号光生成部と光学的に結合され、前記第１信号光及び前記第２信号光を合波する光合波器と、

を備え、

前記光合波器は、

前記第１信号光を反射し、前記第２信号光を透過することによって前記第１信号光と前記第２信号光とを合波する光選択フィルタと、

前記光選択フィルタと前記光合波器の光出射点との間の光路上に配置され、合波後の前記第１信号光及び前記第２信号光のうち少なくとも一方の波長分散を補償するためのエタロンと、

を有する、光送信モジュール。

[請求項2] 前記光合波器が光透過性部材を更に有し、前記光選択フィルタが前記光透過性部材の面上に設けられ、前記エタロンが前記光透過性部材の面上の前記光選択フィルタとは異なる位置に設けられている、請求項１に記載の光送信モジュール。

[請求項3] 前記光透過性部材は、互いに対向する第１面及び第２面を有し、前記第１面には前記光選択フィルタが設けられ、前記第２面には前記エタロンが設けられ、

前記信号光生成部から出力された前記第１信号光及び前記第２信号光は前記第１面に入射し、合波後の前記第１信号光及び前記第２信号光は前記第２面から出射する、請求項２に記載の光送信モジュール。

[請求項4] 平坦な搭載面を有する基盤部材を更に備え、

前記信号光生成部を構成する各光学部品及び前記光合波器は、前記搭載面に沿って二次元的に配置されており、

前記信号光生成部から出力される前記第１信号光及び前記第２信号光の各光軸が互いに平行である、請求項１から請求項３のいずれか一項に記載の光送信モジュール。

[請求項5] 前記第２信号光との合波前の前記第１信号光の光路上にも、前記エタロン、若しくは前記第１信号光の波長分散を補償するための別のエタロンが配置されている、請求項１に記載の光送信モジュール。

[請求項6] 前記光合波器が光透過性部材を更に有し、

前記エタロンと前記別のエタロンとが前記光透過性部材の同一面上に並んで配置されている、請求項５に記載の光送信モジュール。

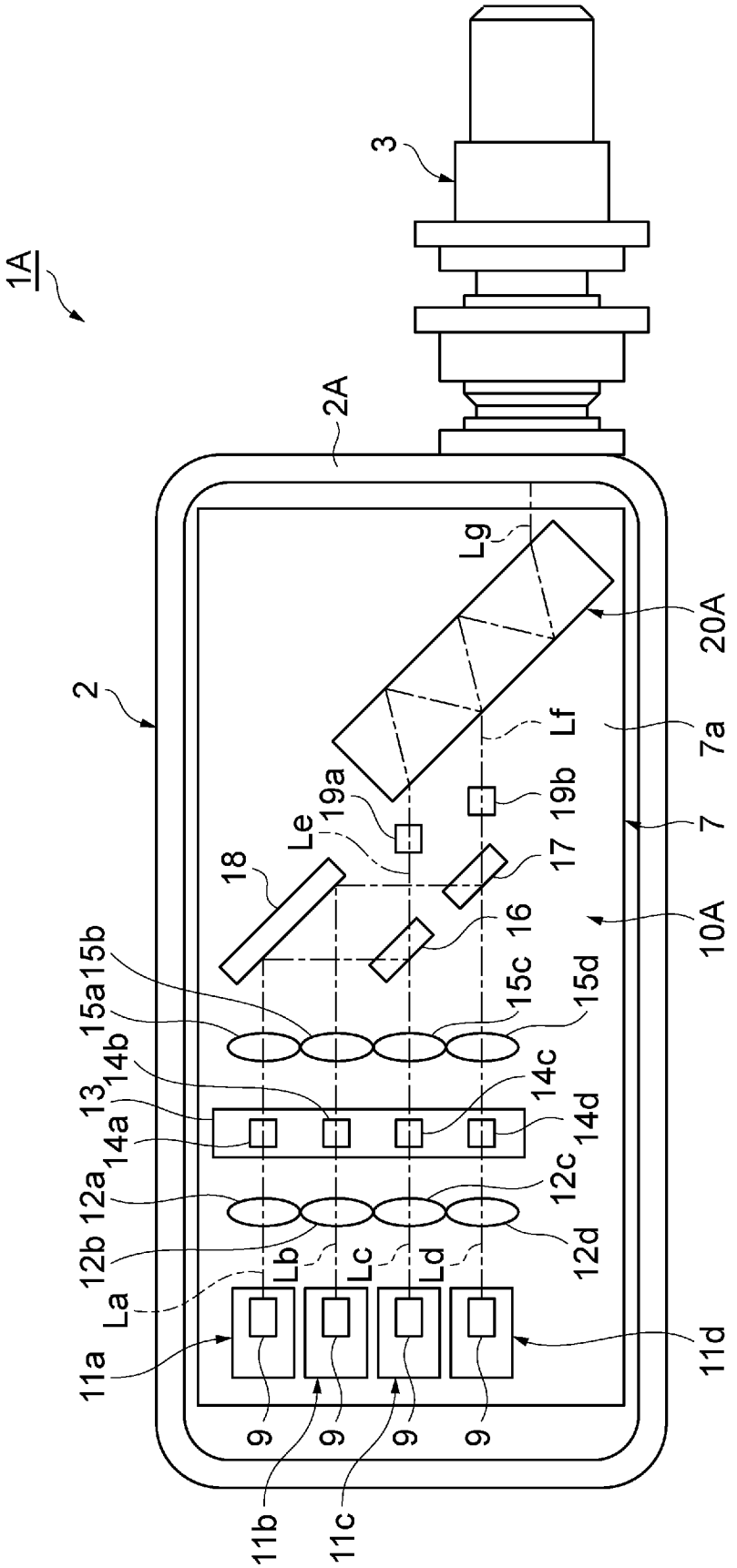
[請求項7] 前記第１信号光の偏光方向と前記第２信号光の偏光方向とが互いに異なり、

前記光選択フィルタは偏波合成フィルタである、請求項１から請求項６のいずれか一項に記載の光送信モジュール。

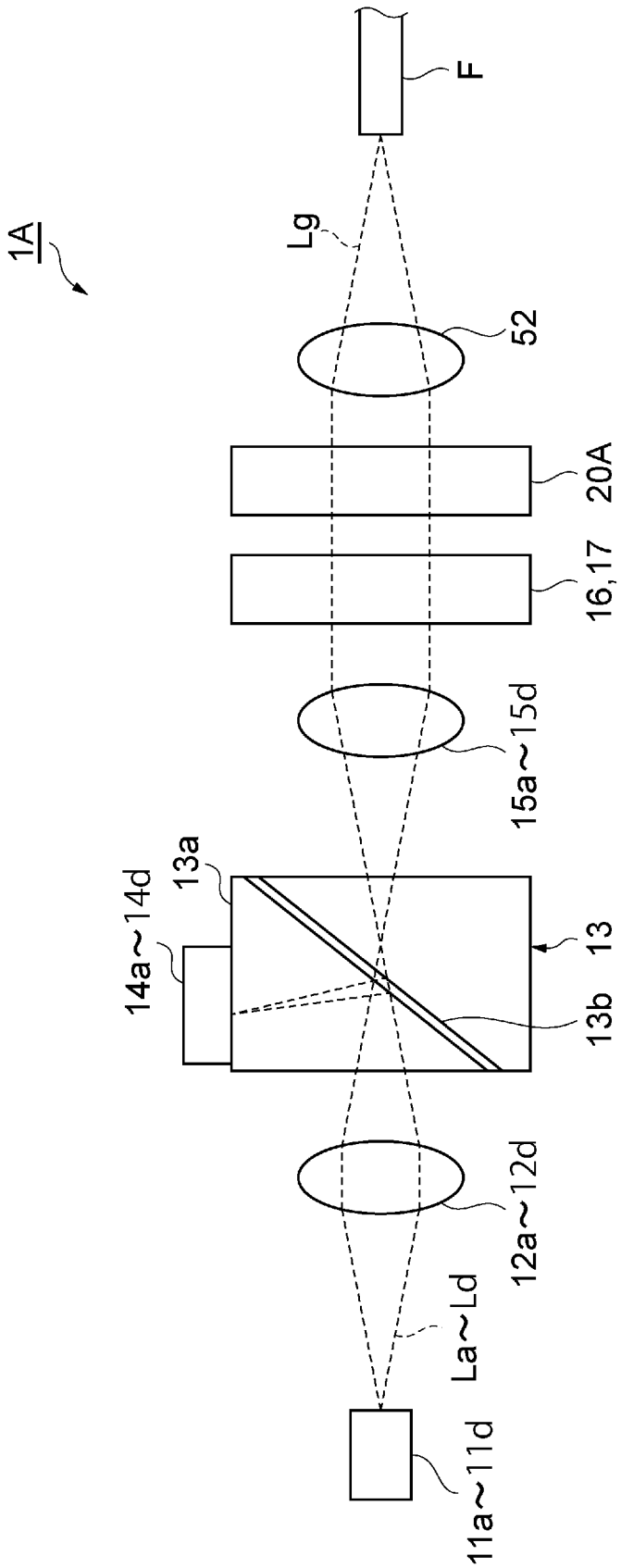
[請求項8] 前記第１信号光の波長と前記第２信号光の波長とが互いに異なり、

前記光選択フィルタは波長フィルタである、請求項１から請求項６のいずれか一項に記載の光送信モジュール。

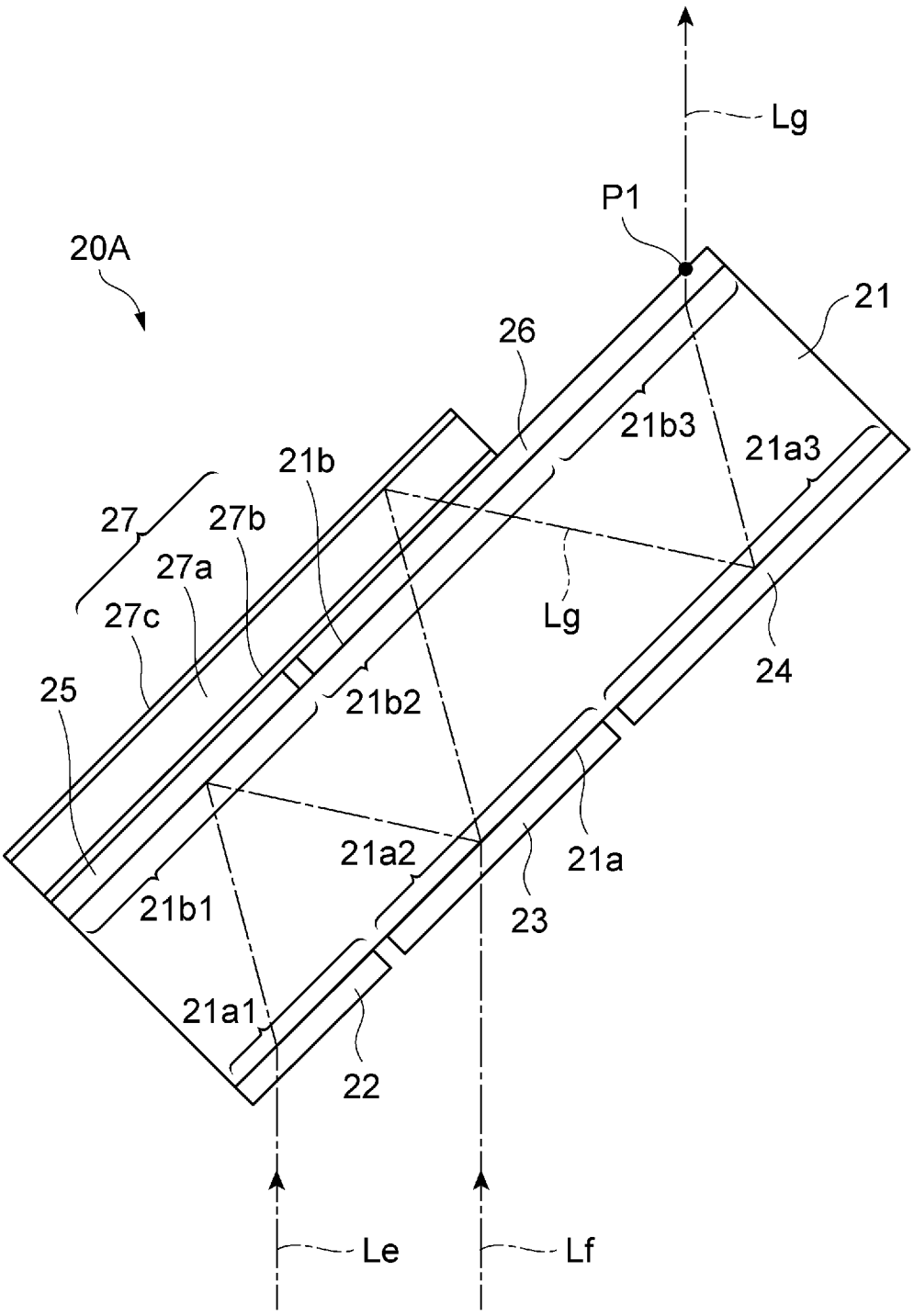
[図1]


1A
2A
3
2
20A
Lg
7a
Lf
7
19a
19b
Le
17
18
16
10A
15a
15b
15c
15d
14b
14c
13
14a
14d
12a
12c
12b
12d
Lb
Lc
Ld
La
11a
11d
9
11b
11c

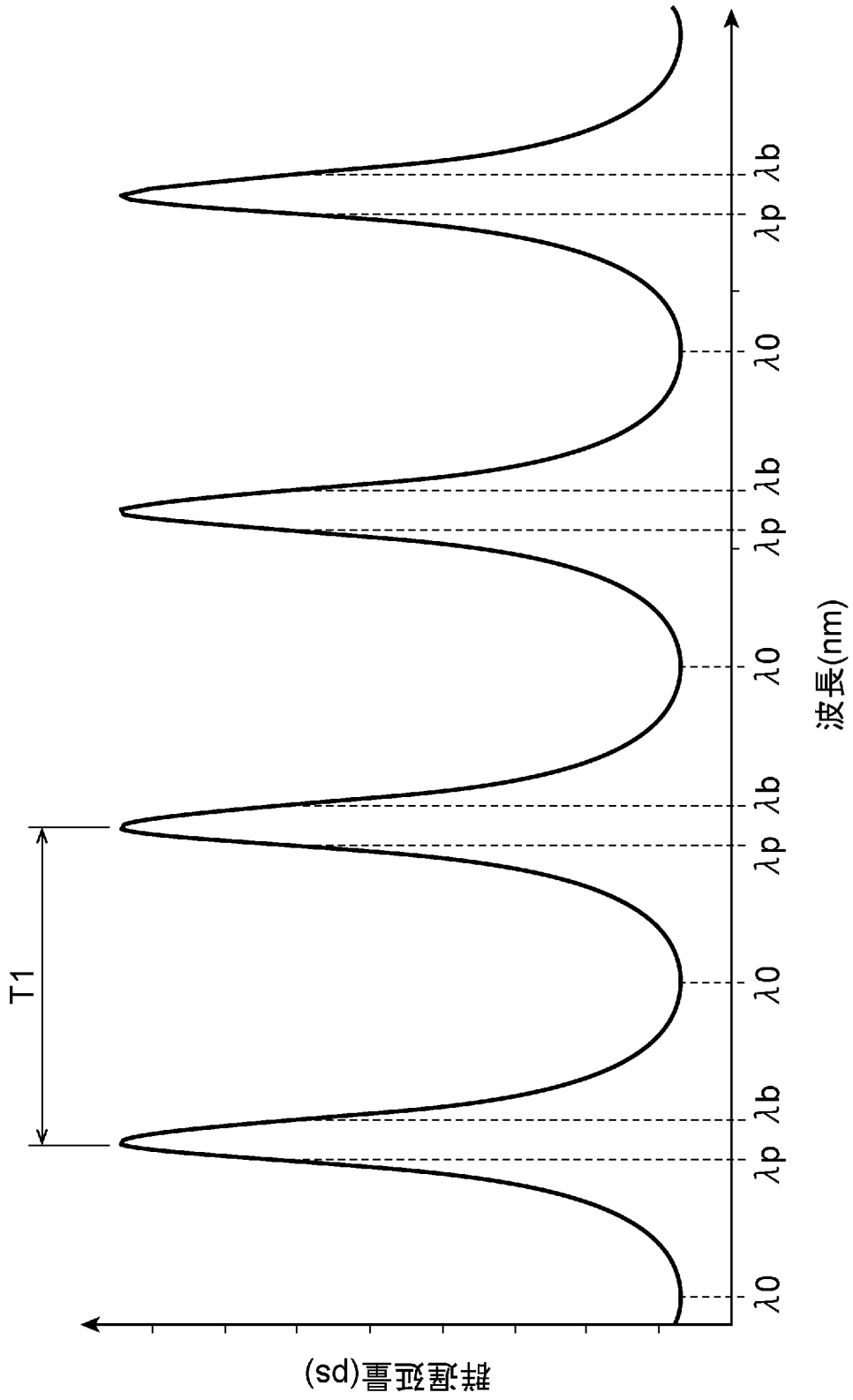
[図2]


1A
F
Lg
52
20A
16,17
15a~15d
13a
14a~14d
13
13b
12a~12d
La~Ld
11a~11d

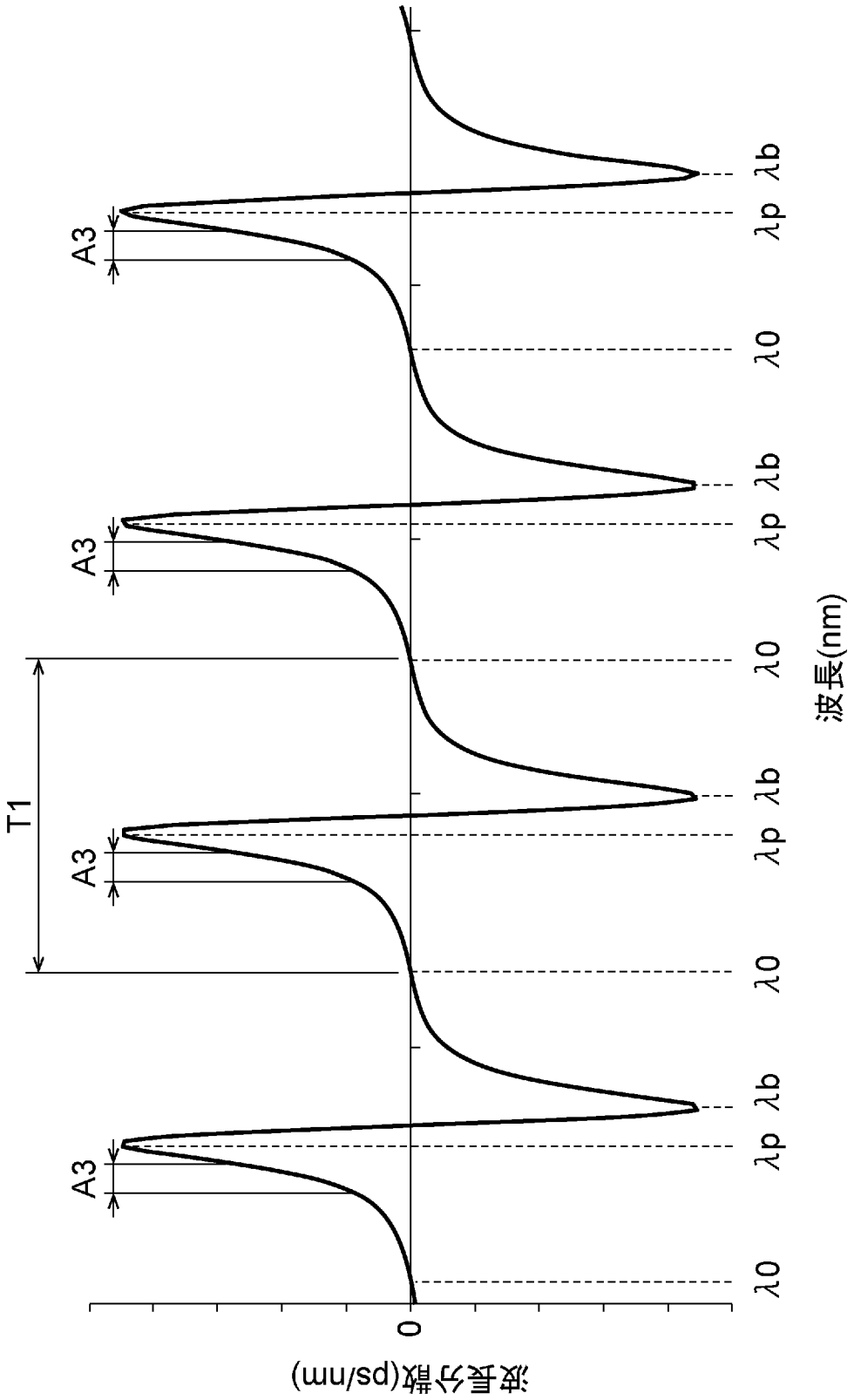
[図3]


Lg
P1
20A
21
26
21b3
21a3
21b
27
27b
27a
27c
Lg
24
25
21b2
21a2
21a
21b1
23
21a1
22
Le
Lf

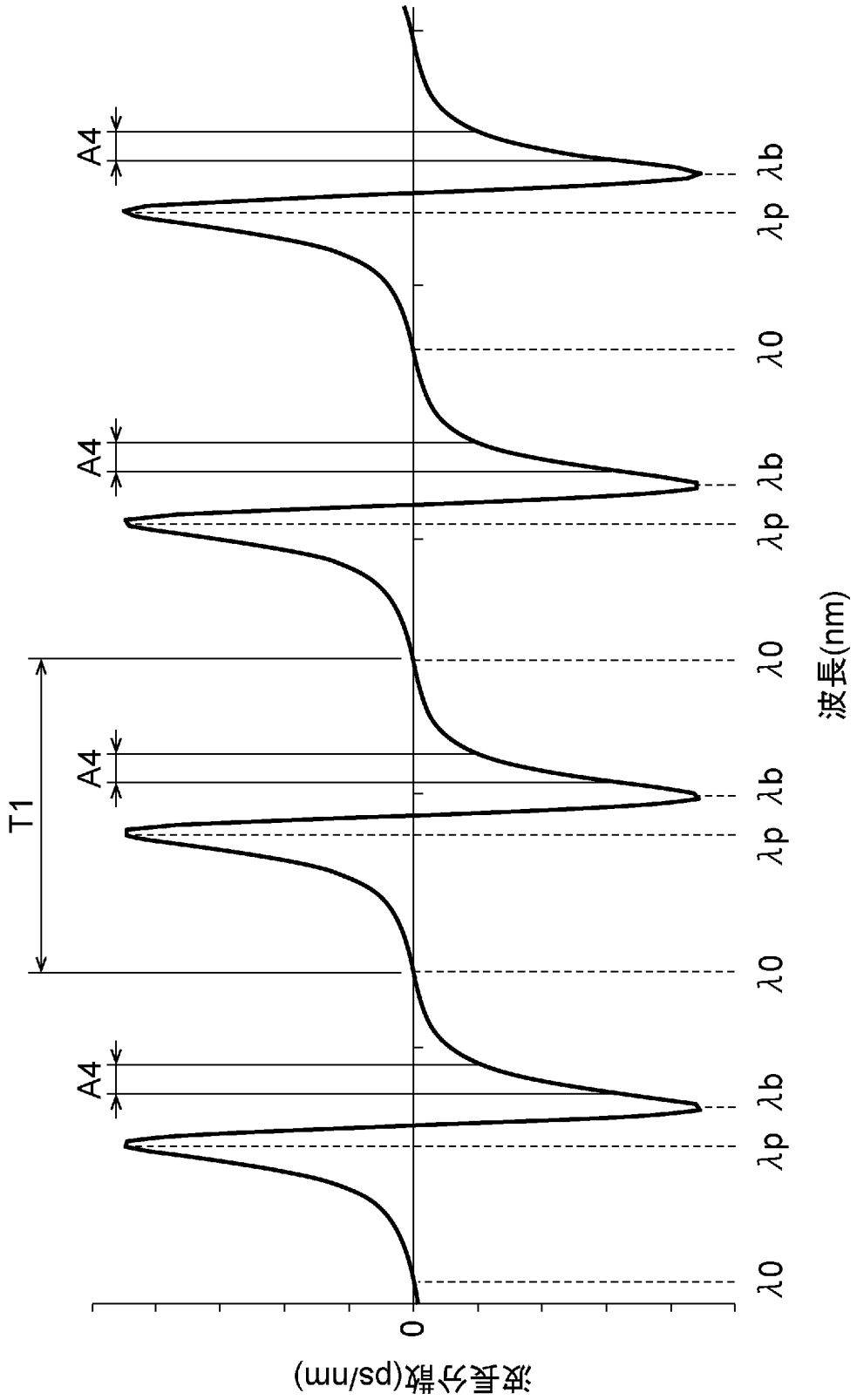
[図4]



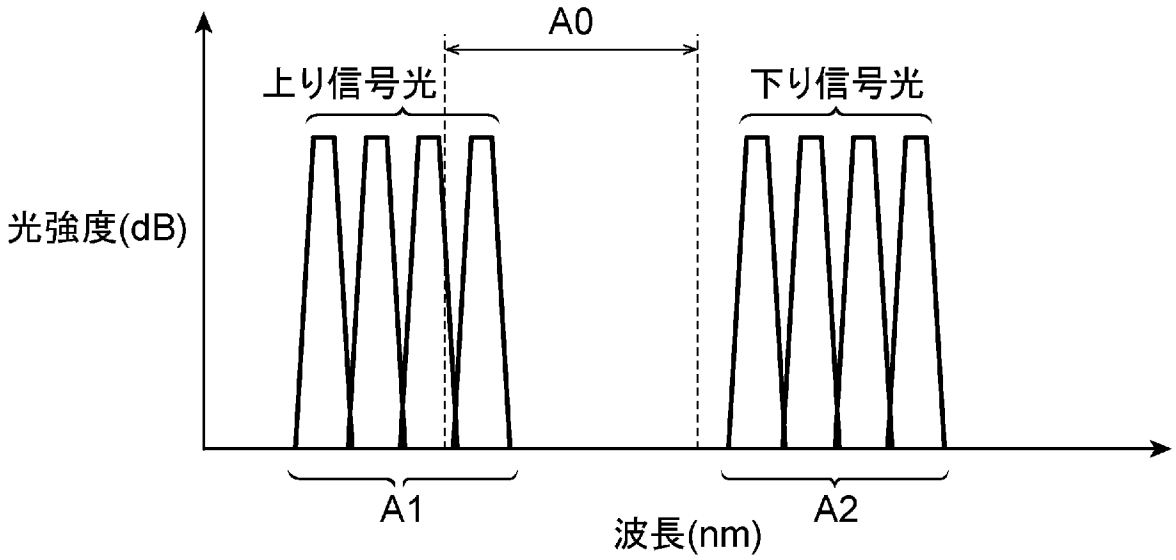
[図5]



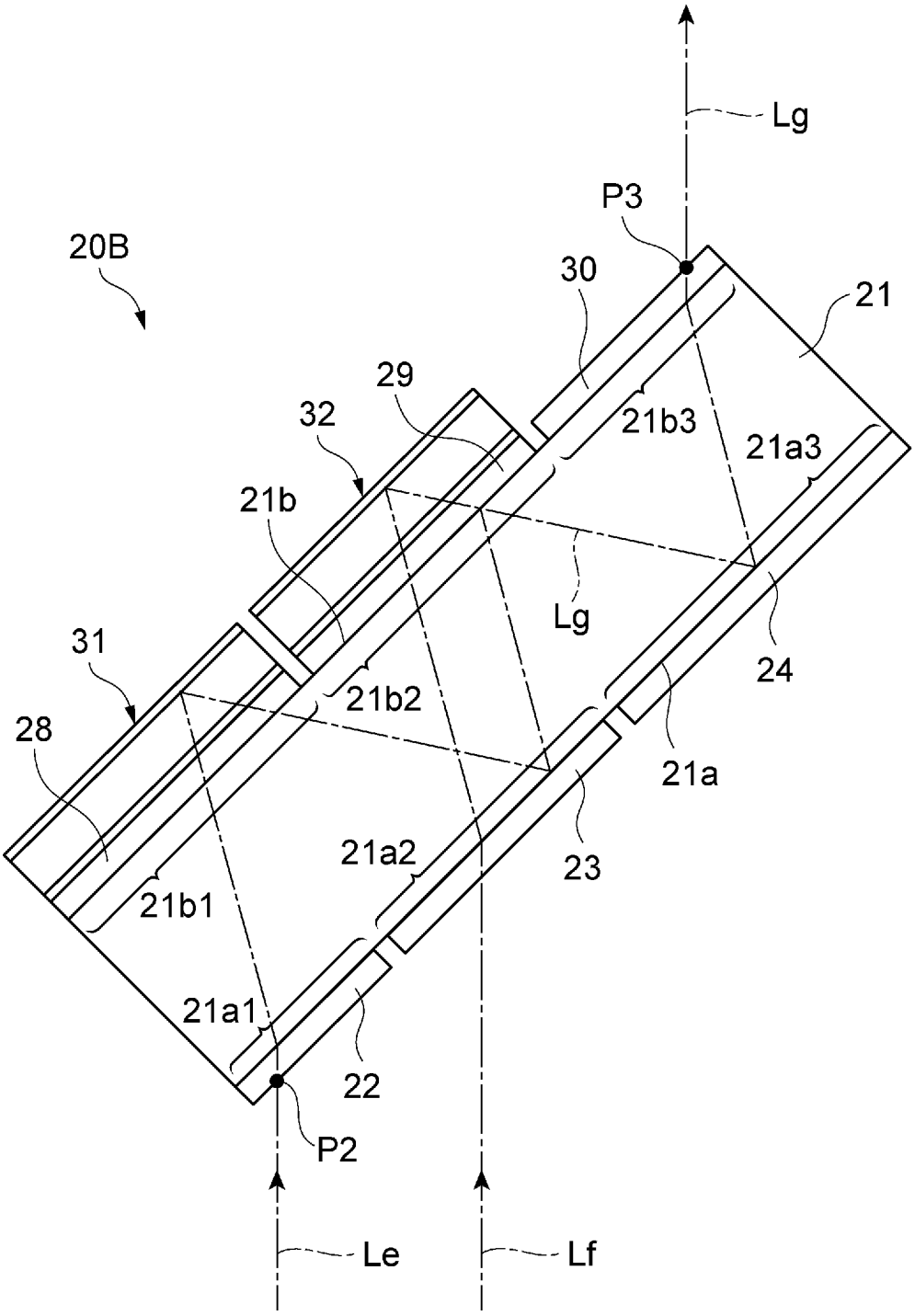
[図6]



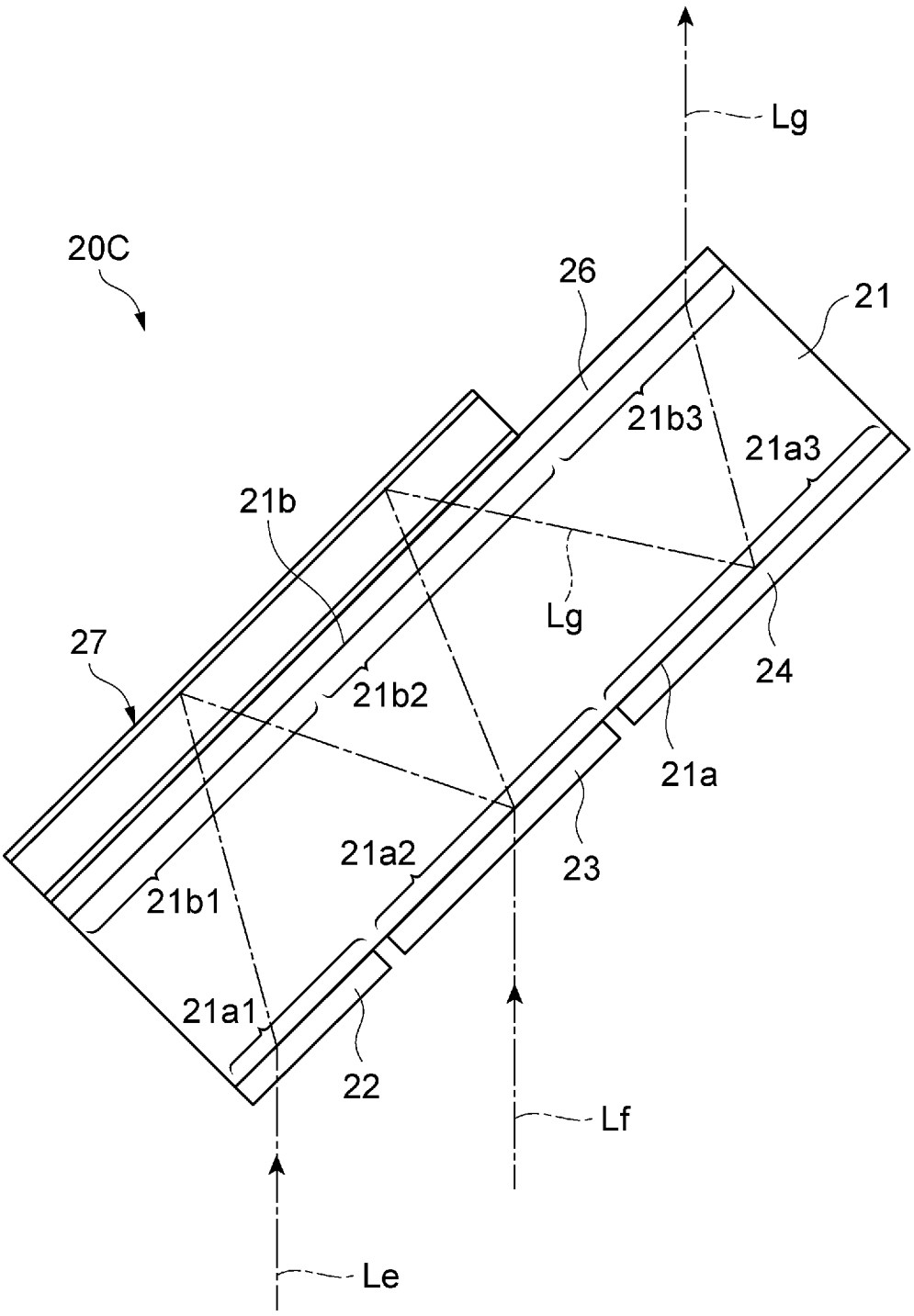
[図7]



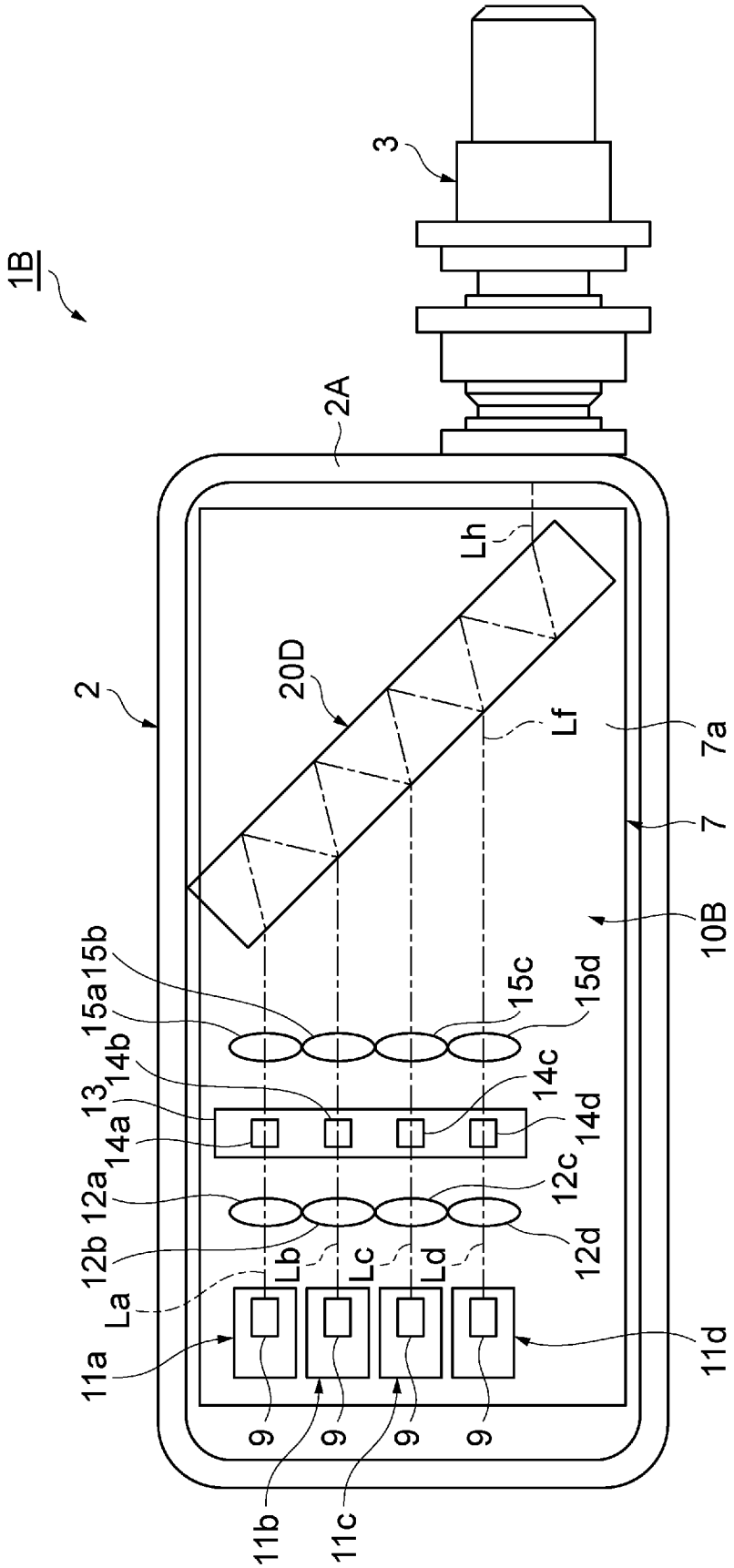
[図8]


Lg
P3
20B
30
21
29
32
21b3
21a3
21b
Lg
31
24
21b2
28
21a
21a2
23
21b1
21a1
22
P2
Le
Lf

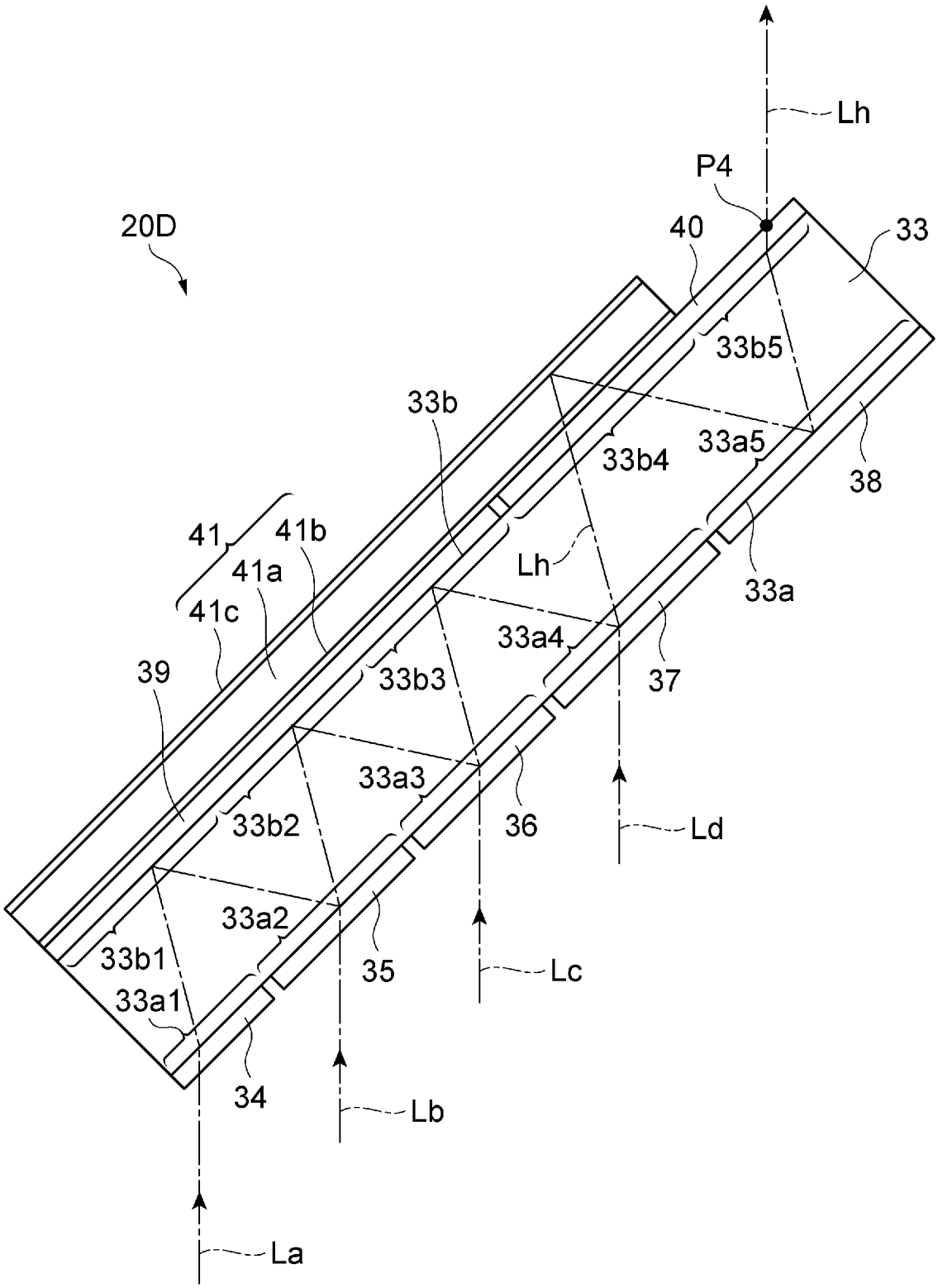
[図9]


Lg
20C
26
21
21b3
21a3
21b
Lg
27
21b2
24
21a
23
21a2
21b1
21a1
22
Lf
Le

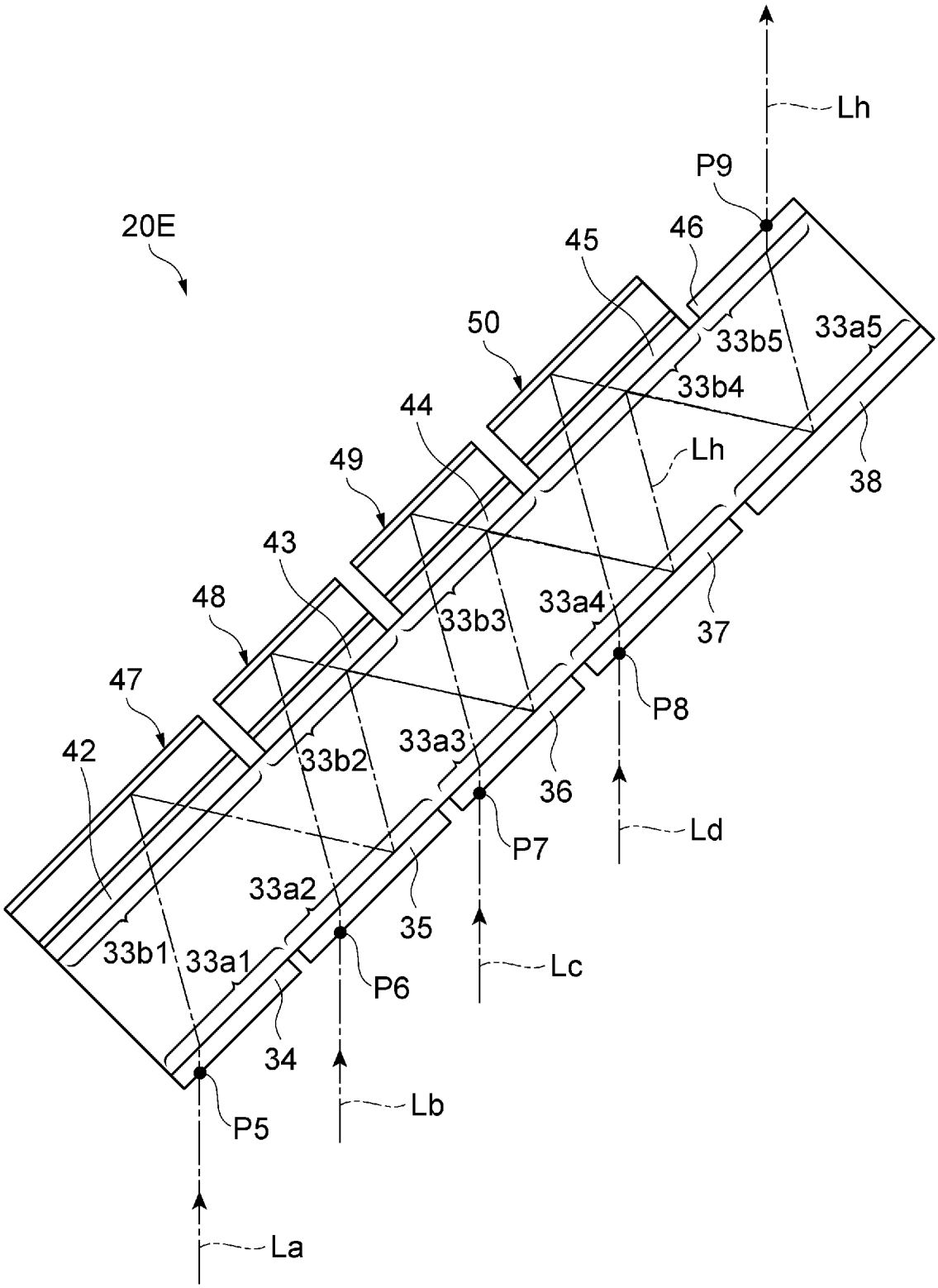
[図10]


1B
3
2A
2
Lh
20D
Lf
7a
7
10B
15a
15b
15c
15d
14b
13
14a
14c
14d
12a
12b
12c
12d
La
Lb
Lc
Ld
11a
11b
11c
11d
9
9
9
9

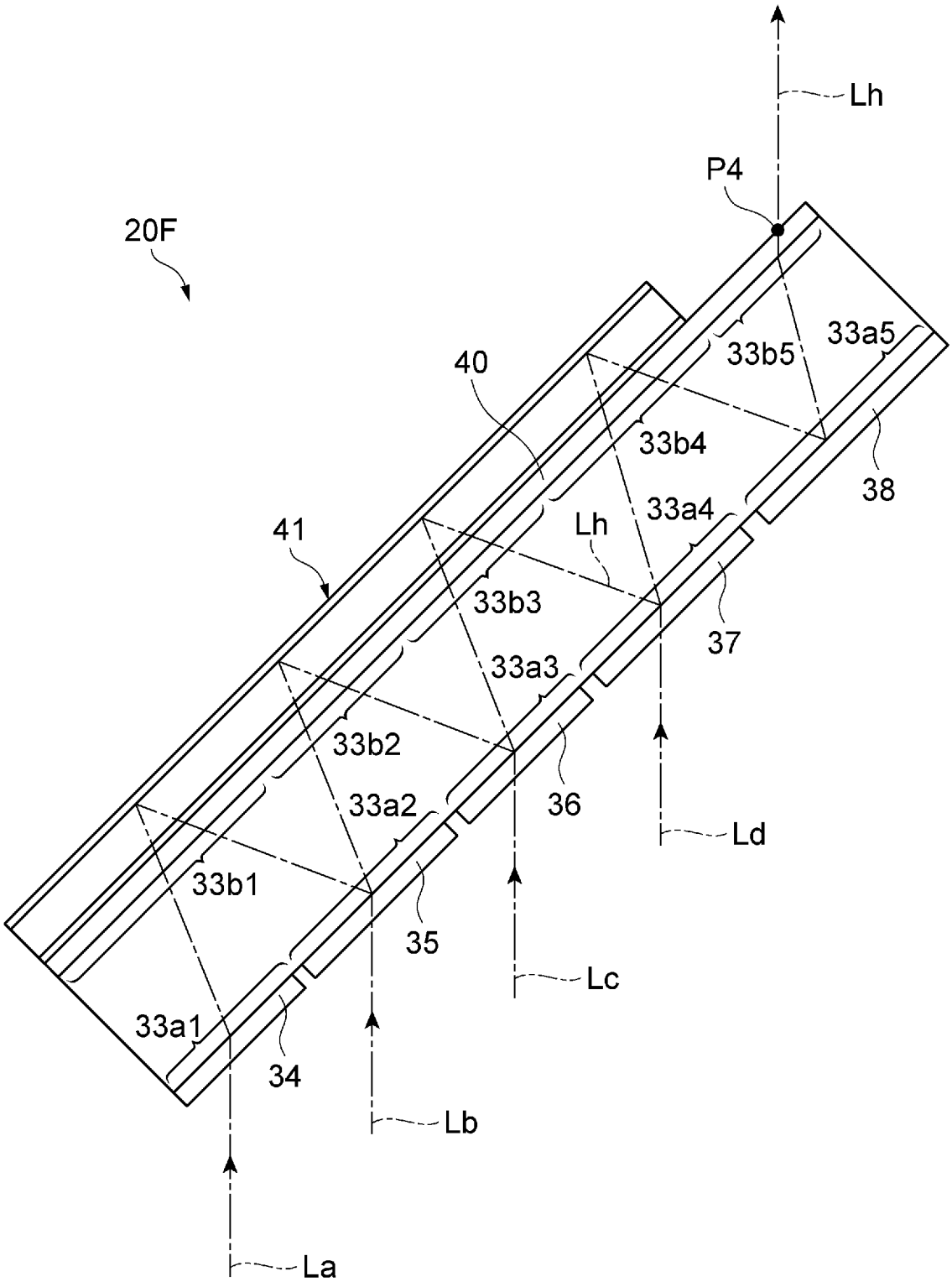
[図11]


20D
Lh
P4
40
33
33b5
33b
33b4
33a5
38
41
41b
41a
41c
Lh
33a
33a4
39
33b3
37
33a3
33b2
36
Ld
33a2
33b1
35
Lc
33a1
34
Lb
La

[図12]


20E
Lh
P9
45
46
50
33b5
33a5
33b4
44
49
Lh
38
43
48
33b3
33a4
37
47
P8
42
33b2
33a3
36
Ld
P7
33a2
35
33b1
33a1
P6
Lc
34
P5
Lb
La

[図13]


Lh
P4
20F
40
33b5
33a5
33b4
38
41
Lh
33a4
33b3
37
33a3
33b2
36
Ld
33a2
33b1
35
Lc
33a1
34
Lb
La

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/023939

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G02B6/42(2006.01)i, *H04B10/2513*(2013.01)i, *H04B10/50*(2013.01)i, *H01S5/022*(2006.01)n

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)
G02B6/42, H04B10/2513, H04B10/50, H01S5/022

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JSTPlus/JST7580(JDreamIII)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2015-96944 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 21 May 2015 (21.05.2015), entire text; all drawings & US 2015/0098127 A1 & CN 104570218 A	1-8
A	US 2003/0053214 A1 (Yeh, P. A. et al.), 20 March 2003 (20.03.2003), whole document (Family: none)	1-8
A	US 9350454 B2 (Xu, X. et al.), 24 March 2016 (24.03.2016), whole document (Family: none)	1-8

☒ 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	Date of mailing of the international search report
05 September 2017 (05.09.17)	19 September 2017 (19.09.17)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/023939

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-267998 A (Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd., Oyokoden Lab. Co., Ltd.), 18 September 2002 (18.09.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2010-231126 A (Fujitsu Ltd.), 14 October 2010 (14.10.2010), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2003-264505 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 19 September 2003 (19.09.2003), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2002-267834 A (Oyokoden Lab. Co., Ltd.), 18 September 2002 (18.09.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-8
A	Toshiki SUGAWARA et al., "Tunable Dispersion Compensator Using Angled Etalon with Multiple Reflection", 2005 Nen IEICE Electronics Society Taikai Koen Ronbunshu 1, page 246	1-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０２３９３９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G02B6/42(2006.01)i, H04B10/2513(2013.01)i, H04B10/50(2013.01)i, H01S5/022(2006.01)n

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））

Int.Cl.　G02B6/42, H04B10/2513, H04B10/50, H01S5/022

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	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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）

JSTPlus/JST7580（JDreamIII）

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 2015-96944 A（住友電気工業株式会社）2015.05.21, 全文、全図 & US 2015/0098127 A1 & CN 104570218 A	1-8
A	US 2003/0053214 A1（Yeh, P. A., el al.）2003.03.20, whole document（ファミリーなし）	1-8
A	US 9350454 B2（Xu, X., et al.）2016.03.24, whole document（ファミリーなし）	1-8

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
０５．０９．２０１７	１９．０９．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　２Ｌ　４０８５
林　祥恵
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２９５

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
A	JP 2002-267998 A（住友大阪セメント、株式会社応用光電研究室）2002.09.18，全文、全図（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2010-231126 A（富士通株式会社）2010.10.14，全文、全図（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2003-264505 A（古河電気工業株式会社）2003.09.19，全文、全図（ファミリーなし）	1-8
A	JP 2002-267834 A（株式会社応用光電研究室）2002.09.18，全文、全図（ファミリーなし）	1-8
A	菅原　俊樹 他，エタロン斜め反射型可変分散補償器，電子情報通信学会２００５年エレクトロニクスソサイエティ大会講演論文集１，p.246	1-8