

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-302279

(P2004-302279A)

(43) 公開日 平成16年10月28日(2004.10.28)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G02B 6/42  
G02B 6/293

F I

G02B 6/42  
G02B 6/28

テーマコード(参考)

2H037

C

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2003-96935 (P2003-96935)  
(22) 出願日 平成15年3月31日(2003.3.31)

(71) 出願人 000005821  
松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地  
(74) 代理人 100093067  
弁理士 二瓶 正敬  
(72) 発明者 尾田 勝哉  
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 パナソニック モバイルコミュニケー  
ションズ株式会社内  
(72) 発明者 石井 義一  
神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 パナソニック モバイルコミュニケー  
ションズ株式会社内

最終頁に続く

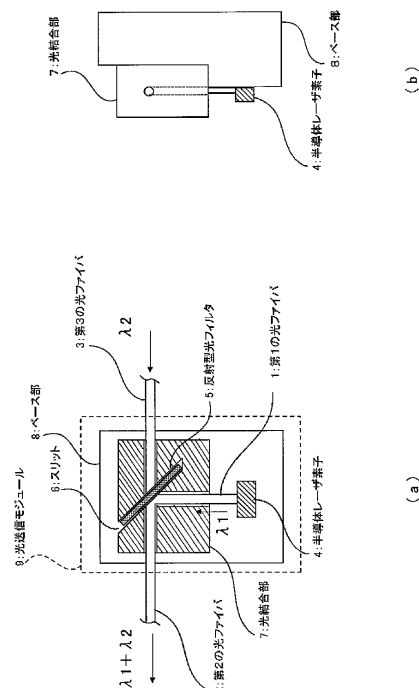
(54) 【発明の名称】 光送信モジュール及び多波長光送信モジュール

(57) 【要約】

【課題】 損失を低減させるとともに、モジュール規模を小さくでき、さらに、低コスト化が可能な光送信モジュール及び多波長光送信モジュールを提供する。

【解決手段】 光送信モジュール9は、光信号を射出する半導体レーザ素子4及び半導体レーザ素子と光学的に結合された第1の光ファイバ1を含む光送信部と、光送信部から出射される光信号が有する波長成分を反射し、波長成分以外を透過するように薄膜材料上に成膜された反射型光フィルタ5、光送信部の出力と反射型光フィルタにより光学的に反射系で結合された第2の光ファイバ2、第2の光ファイバと反射型光フィルタにより透過系で光学的に結合され、光送信部の出力光とは異なる波長成分の光信号を入力する第3の光ファイバ3を含む光結合部とを備える。多波長光送信モジュールはこの光送信モジュールを縦列に接続する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

光信号を出射する半導体レーザ素子及び前記半導体レーザ素子と光学的に結合された第 1 の光ファイバを含む光送信部と、  
前記光送信部から出射される光信号が有する波長成分を反射し、前記波長成分以外を透過するように薄膜材料上に成膜された反射型光フィルタ、前記光送信部の出力である前記光信号と前記反射型光フィルタにより光学的に反射系で結合された第 2 の光ファイバ、前記第 2 の光ファイバと前記反射型光フィルタにより透過系で光学的に結合され、前記光送信部の出力である前記光信号とは異なる波長成分の光信号を入力する第 3 の光ファイバを含む光結合部と、  
前記光送信部及び前記光結合部を固定し保持するベース部とを、  
備えた光送信モジュール。

10

**【請求項 2】**

光信号を出射する半導体レーザ素子及び前記半導体レーザ素子と光学的に結合された第 1 の光ファイバを含む光送信部と、  
前記光送信部から出射される光信号が有する波長成分を透過し、前記波長成分以外を反射するように薄膜材料上に成膜された透過型光フィルタ、前記光送信部の出力と前記透過型光フィルタにより光学的に透過系で結合された第 2 の光ファイバ、前記第 2 の光ファイバと前記透過型光フィルタにより反射系で光学的に結合され、前記光送信部の出力光とは異なる波長成分の光信号を入力する第 3 の光ファイバを含む光結合部と、  
前記光送信部及び前記光結合部を固定し保持するベース部とを、  
備えた光送信モジュール。

20

**【請求項 3】**

前記光送信部の出力である前記光信号の波長及び前記反射型光フィルタの反射波長帯域をそれぞれ異なるようにした請求項 1 に記載の光送信モジュールを複数個備え、終段の前記光送信モジュールから光学的に波長多重された光信号が出力されるように、複数個の前記光送信モジュールを光ファイバにより縦列に接続した多波長光送信モジュール。

**【請求項 4】**

前記光送信部の出力である前記光信号の波長及び前記反射型光フィルタの反射波長帯域をそれぞれ異なるようにした請求項 1 に記載の光送信モジュールを複数個備え、終段の前記光送信モジュールから光学的に波長多重された光信号が出力されるように、複数個の前記光送信モジュールを光導波路により縦列に接続した多波長光送信モジュール。

30

**【請求項 5】**

複数個の前記光送信モジュールがブロック状の一体化結合部で一体化された請求項 3 に記載の多波長光送信モジュール。

**【請求項 6】**

隣り合う波長の間にガードバンドを設けた波長配置になるように前記半導体レーザ素子及び前記反射型光フィルタの波長を設定している請求項 3 から 5 のいずれか 1 つに記載の多波長光送信モジュール。

**【請求項 7】**

光信号を出射する第 1 の半導体レーザ素子、前記第 1 の半導体レーザ素子と光学的に結合された第 1 の光ファイバを含む第 1 の光送信部と、  
前記第 1 の光送信部から出射される光信号が有する波長とは異なる波長帯域の光信号を出射する第 2 の半導体レーザ素子、前記第 2 の半導体レーザ素子と光学的に結合された第 2 の光ファイバを含む第 2 の光送信部と、  
前記第 1 の光送信部から出射される光信号を反射し、前記第 2 の光送信部から出射される光信号を透過するように設定された第 1 の反射型光フィルタ、前記第 1 及び第 2 の光送信部出力と前記第 1 の反射型光フィルタにより光学的に結合された第 2 の光ファイバを含む第 1 の光結合部と、  
前記第 1 及び第 2 の光送信部の出力光を含む 2 波長以上の光を反射しその他の波長成分を

40

50

透過するように設定された第2の反射型光フィルタ、前記第2の光ファイバと前記第2の反射型光フィルタにより反射系で光学的に結合された第3の光ファイバ、前記第3の光ファイバと前記第2の反射型光フィルタにより透過系で光学的に結合された第4の光ファイバを含む第2の光結合部と、

前記第1の光送信部、前記第2の光送信部、前記第1の光結合部及び前記第2の光結合部を固定し保持するためのベース部とを、

備えた多波長光送信モジュール。

【請求項8】

請求項7に記載の2波長以上の光を反射する反射型光フィルタを備えた多波長光送信モジュールを複数個備え、前記各多波長光送信モジュールの反射波長帯域を変えて、終段の前記多波長光送信モジュールから光学的に波長多重された光信号が出力されるように、複数個の前記多波長光送信モジュールを光ファイバにより縦列に接続した多波長光送信モジュール。

10

【請求項9】

請求項7に記載の2波長以上の光を反射する反射型光フィルタを備えた多波長光送信モジュールを複数個備え、前記各多波長光送信モジュールの反射波長帯域を変えて、終段の前記多波長光送信モジュールから光学的に波長多重された光信号が出力されるように、複数個の前記多波長光送信モジュールを光導波路により縦列に接続した多波長光送信モジュール。

【請求項10】

光信号を出射する第1の半導体レーザ素子、前記第1の半導体レーザ素子と光学的に結合された第1の光ファイバを含む第1の光送信部と、

前記第1の光送信部から出射される光信号が有する波長とは異なる波長帯域の光信号を出射する第2の半導体レーザ素子、前記第2の半導体レーザ素子と光学的に結合された第2の光ファイバを含む第2の光送信部と、

前記第1の光送信部から出射される光信号を反射し、前記第2の光送信部から出射される光信号を透過するように設定された第1の反射型光フィルタ、前記第1及び第2の光送信部出力と前記第1の反射型光フィルタにより光学的に結合された第2の光ファイバを含む第1の光結合部と、

前記第1及び第2の光送信部の出力光を反射しその他の波長成分を透過するように設定された第2の反射型光フィルタ、前記第2の光ファイバと第2の反射型光フィルタにより反射系で光学的に結合された第3の光ファイバ、前記第3の光ファイバと前記第2の反射型光フィルタにより透過系で光学的に結合された第4の光ファイバを含む第2の光結合部と、

20

30

前記第1の光送信部、前記第2の光送信部、前記第1の光結合部及び前記第2の光結合部をブロック状に一体化する一体化結合部とを、

備えた多波長光送信モジュール。

【請求項11】

前記光送信部の出力である前記光信号の波長と前記透過型光フィルタの透過波長帯域とを異なるようにした請求項2に記載の光送信モジュールを複数個備え、終段の前記光送信モジュールから光学的に波長多重された光信号が出力されるように、複数個の前記光送信モジュールを光ファイバにより縦列に接続した多波長光送信モジュール。

40

【請求項12】

前記光送信部の出力である前記光信号の波長と前記透過型光フィルタの透過波長帯域とを異なるようにした請求項2に記載の光送信モジュールを複数個備え、終段の前記光送信モジュールから光学的に波長多重された光信号が出力されるように、複数個の前記光送信モジュールを光導波路により縦列に接続した多波長光送信モジュール。

【請求項13】

複数個の前記光送信モジュールがブロック状の一体化結合部で一体化された請求項11に記載の多波長光送信モジュール。

50

## 【請求項 14】

隣り合う波長の間にガードバンドを設けた波長配置になるように前記半導体レーザ素子及び透過型光フィルタの波長を設定している請求項 11 から 13 のいずれか 1 つに記載の多波長光送信モジュール。

## 【請求項 15】

光信号を出射する第 1 の半導体レーザ素子、前記第 1 の半導体レーザ素子と光学的に結合された第 1 の光ファイバを含む第 1 の光送信部と、

前記第 1 の光送信部から出射される光信号が有する波長とは異なる波長帯域の光信号を出射する第 2 の半導体レーザ素子、前記第 2 の半導体レーザ素子と光学的に結合された第 2 の光ファイバを含む第 2 の光送信部と、

10

前記第 1 の光送信部から出射される光信号を透過し、前記第 2 の光送信部から出射される光信号を反射するように設定された第 1 の透過型光フィルタ、前記第 1 及び第 2 の光送信部出力と前記第 1 の透過型光フィルタにより光学的に結合された第 2 の光ファイバを含む第 1 の光結合部と、

前記第 1 及び第 2 の光送信部の出力光を含む 2 波長以上の光を透過しその他の波長成分を反射するように設定された第 2 の透過型光フィルタ、前記第 2 の光ファイバと第 2 の反射型光フィルタにより反射系で光学的に結合された第 3 の光ファイバ、前記第 3 の光ファイバと前記第 2 の透過型光フィルタにより透過系で光学的に結合された第 4 の光ファイバを含む第 2 の光結合部と、

前記第 1 の光送信部、前記第 2 の光送信部、前記第 1 の光結合部及び前記第 2 の光結合部

20

を固定し保持するためのベース部とを、

備えた多波長光送信モジュール。

## 【請求項 16】

請求項 15 に記載の 2 波長以上の光を透過する反射型光フィルタを備えた多波長光送信モジュールを複数個備え、前記各多波長光送信モジュールの透過波長帯域を変えて、終段の前記多波長光送信モジュールから光学的に波長多重された光信号が出力されるように、複数個の前記多波長光送信モジュールを光ファイバにより縦列に接続した多波長光送信モジュール。

## 【請求項 17】

請求項 15 に記載の 2 波長以上の光を透過する反射型光フィルタを備えた多波長光送信モジュールを複数個備え、前記各多波長光送信モジュールの反射波長帯域を変えて、終段の前記多波長光送信モジュールから光学的に波長多重された光信号が出力されるように、複数個の前記多波長光送信モジュールを光導波路により縦列に接続した多波長光送信モジュール。

30

## 【請求項 18】

光信号を出射する第 1 の半導体レーザ素子、前記第 1 の半導体レーザ素子と光学的に結合された第 1 の光ファイバを含む第 1 の光送信部と、

前記第 1 の光送信部から出射される光信号が有する波長とは異なる波長帯域の光信号を出射する第 2 の半導体レーザ素子、前記第 2 の半導体レーザ素子と光学的に結合された第 2 の光ファイバを含む第 2 の光送信部と、

40

前記第 1 の光送信部から出射される光信号を透過し、前記第 2 の光送信部から出射される光信号を反射するように設定された第 1 の透過型光フィルタ、前記第 1 及び第 2 の光送信部出力と前記第 1 の透過型光フィルタにより光学的に結合された第 2 の光ファイバを含む第 1 の光結合部と、

前記第 1 及び第 2 の光送信部の出力光を含む 2 波長以上の光を透過しその他の波長成分を反射するように設定された第 2 の透過型光フィルタ、前記第 2 の光ファイバと第 2 の反射型光フィルタにより反射系で光学的に結合された第 3 の光ファイバ、前記第 3 の光ファイバと前記第 2 の透過型光フィルタにより透過系で光学的に結合された第 4 の光ファイバを含む第 2 の光結合部と、

前記第 1 の光送信部、前記第 2 の光送信部、前記第 1 の光結合部及び前記第 2 の光結合部

50

をブロック状に一体化する一体化結合部とを、  
備えた多波長光送信モジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信において多波長の波長多重信号の波長合波機能を有する光送信モジュール及び多波長光送信モジュールに関する。

【0002】

【従来の技術】

光通信においては、波長多重伝送技術が広く用いられるようになってきている。これは波長の異なる複数の信号光を1本に合波して、光ファイバを用いて伝送し、伝送終端で各信号光を波長ごとに分波するものである。波長の合分波には、回折格子型合分波器や誘電体多層膜フィルタなどが用いられている（下記の特許文献1参照）。

【0003】

【特許文献1】

特開平9-211383号公報（図1、段落0032～0044）

【0004】

回折格子型合分波器では多重化された信号光を回折格子に当てることにより、それぞれの波長の信号光を異なる角度に出射させて分波することができる。逆にこの回折格子の出射方向からそれぞれの波長の信号光を入射すれば合波器として機能する。この回折格子型合分波器は構造が簡単であり、各ポートのロスがほぼ一定であるという特徴を有し、波長数が10波以上の多波長の場合に有利であるが、コストが高いため、波長が10波以下の場合には、ポート当たりのコストが高くなる。

【0005】

誘電体多層膜フィルタはバンドパスフィルタの機能を有するため、各膜において透過条件、反射条件を満たさない波長の光が反射光、又は透過光として取り出され、分波が行われる。しかし、この方法では、中心波長の異なる多種類の光フィルタが必要である。誘電体多層膜フィルタを用いた多波長の光送信モジュールとして図21に示す構成のものが知られている。これは半導体レーザ素子74～77から出射される波長4～1のレーザ光が、それぞれ光ファイバ78～81を介してコリメートレンズ82～85によって平行光にされて光フィルタ90～93に入射される。これらの光フィルタ90～93の出射光はコリメートレンズ86～89によって集光され、順に結合された光ファイバ94～97にて波長多重されて波長の異なる複数の信号光が伝送される。なお、光の伝送方向を逆にすることによって波長の異なる光信号に分離されるため、図21に示すものは波長多重/分離部を構成している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図21に示した構成では、光ファイバ78～81、94～97の各出射端で、光ビーム径の広がりを抑えるためにコリメートレンズ82～89が必要となり、コストがかかるほか、これらのコリメートレンズの各入力ポートに光信号を出射する光半導体素子などを設けた波長多重機能を有する光送信モジュールを考えた場合、モジュールの規模も大きくなるという問題があった。

【0007】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたもので、その目的は、光のビーム径の広がりを抑圧し、損失を低減させることのできる光送信モジュール及び多波長光送信モジュールを提供することにある。

本発明の他の目的は、モジュール規模を小さくすることのできる光送信モジュール及び多波長光送信モジュールを提供することにある。

本発明のもう1つ他の目的は、低コスト化を可能にする光送信モジュール及び多波長光送信モジュールを提供することにある。

本発明の他の目的は、波長分離性に優れた、光送信モジュール及び多波長光送信モジュールを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、請求項1に係る発明により、光信号を出射する半導体レーザー素子及び前記半導体レーザー素子と光学的に結合された第1の光ファイバを含む光送信部と

、前記光送信部から出射される光信号が有する波長成分を反射し、前記波長成分以外を透過するように薄膜材料上に成膜された反射型光フィルタ、前記光送信部の出力である前記光信号と前記反射型光フィルタにより光学的に反射系で結合された第2の光ファイバ、前記第2の光ファイバと前記反射型光フィルタにより透過系で光学的に結合され、前記光送信部の出力である前記光信号とは異なる波長成分の光信号を入力する第3の光ファイバを含む光結合部と、

10

前記光送信部及び前記光結合部を固定し保持するベース部とを、備えた光送信モジュールが提供される。

この構成により、薄膜材料上に成膜された厚さの薄い光フィルタを用いて、光ファイバ間を近接させて実装することで光のビーム径の広がりを抑圧し、損失を低減させることができるほか、モジュール規模を小さくでき、さらに、光学レンズを用いないため低コスト化が可能となる。また、光のビーム径の広がりを抑圧するため、波長分離に用いたときの波長分離特性を向上させることができる。

20

【0009】

また、請求項2に係る発明により、光信号を出射する半導体レーザー素子及び前記半導体レーザー素子と光学的に結合された第1の光ファイバを含む光送信部と、

前記光送信部から出射される光信号が有する波長成分を透過し、前記波長成分以外を反射するように薄膜材料上に成膜された透過型光フィルタ、前記光送信部の出力と前記透過型光フィルタにより光学的に透過系で結合された第2の光ファイバ、前記第2の光ファイバと前記透過型光フィルタにより反射系で光学的に結合され、前記光送信部の出力光とは異なる波長成分の光信号を入力する第3の光ファイバを含む光結合部と、

前記光送信部及び前記光結合部を固定し保持するベース部とを、備えた光送信モジュールが提供される。

30

この構成により、請求項1に係る発明と同様の効果が得られる。

【0010】

また、請求項3に係る発明により、前記光送信部の出力である前記光信号の波長及び前記反射型光フィルタの反射波長帯域をそれぞれ異なるようにした請求項1に記載の光送信モジュールを複数個備え、終段の前記光送信モジュールから光学的に波長多重された光信号が出力されるように、複数個の前記光送信モジュールを光ファイバにより縦列に接続した多波長光送信モジュールが提供される。

この構成により、請求項1に係る発明と同様の効果が得られる。

【0011】

請求項4に係る発明は、前記光送信部の出力である前記光信号の波長及び前記反射型光フィルタの反射波長帯域をそれぞれ異なるようにした請求項1に記載の光送信モジュールを複数個備え、終段の前記光送信モジュールから光学的に波長多重された光信号が出力されるように、複数個の前記光送信モジュールを光導波路により縦列に接続した多波長光送信モジュールである。

40

この構成により、請求項3に係る発明と同様の効果が得られるほか、光送信モジュール間を光導波路で接続することにより、光ファイバの余長処理などが不要となるという効果も得られる。

【0012】

請求項5に係る発明は、請求項3に記載の多波長光送信モジュールにおいて、複数個の前記光送信モジュールがブロック状の一体化結合部で一体化されたものである。

50

この構成により、請求項 3 に係る発明と同様の効果に加えて、モジュールをより小さくすることができるという効果も得られる。

【0013】

請求項 6 に係る発明は、請求項 3 から 5 のいずれか 1 つに記載の多波長光送信モジュールにおいて、隣り合う波長の間にガードバンドを設けた波長配置になるように前記半導体レーザ素子及び前記反射型光フィルタの波長を設定している。

この構成により、請求項 3 に係る発明と同様の効果に加えて、各光送信モジュールから出射される光信号が他の光信号の帯域にもれ込むことを防ぐことができるという効果も得られる。

【0014】

請求項 7 に係る発明は、光信号を出射する第 1 の半導体レーザ素子、前記第 1 の半導体レーザ素子と光学的に結合された第 1 の光ファイバを含む第 1 の光送信部と、

前記第 1 の光送信部から出射される光信号が有する波長とは異なる波長帯域の光信号を出射する第 2 の半導体レーザ素子、前記第 2 の半導体レーザ素子と光学的に結合された第 2 の光ファイバを含む第 2 の光送信部と、

前記第 1 の光送信部から出射される光信号を反射し、前記第 2 の光送信部から出射される光信号を透過するように設定された第 1 の反射型光フィルタ、前記第 1 及び第 2 の光送信部出力と前記第 1 の反射型光フィルタにより光学的に結合された第 2 の光ファイバを含む第 1 の光結合部と、

前記第 1 及び第 2 の光送信部の出力光を含む 2 波長以上の光を反射しその他の波長成分を透過するように設定された第 2 の反射型光フィルタ、前記第 2 の光ファイバと前記第 2 の反射型光フィルタにより反射系で光学的に結合された第 3 の光ファイバ、前記第 3 の光ファイバと前記第 2 の反射型光フィルタにより透過系で光学的に結合された第 4 の光ファイバを含む第 2 の光結合部と、

前記第 1 の光送信部、前記第 2 の光送信部、前記第 1 の光結合部及び前記第 2 の光結合部を固定し保持するためのベース部とを、備えた多波長光送信モジュールである。

この構成により、請求項 3 に係る発明と同様の効果に加えて、光フィルタ通過に伴う挿入損失を低減させることができるという効果も得られる。

【0015】

請求項 8 に係る発明は、請求項 7 に記載の 2 波長以上の光を反射する反射型光フィルタを備えた多波長光送信モジュールを複数個備え、前記各多波長光送信モジュールの反射波長帯域を変えて、終段の前記多波長光送信モジュールから光学的に波長多重された光信号が出力されるように、複数個の前記多波長光送信モジュールを光ファイバにより縦列に接続した多波長光送信モジュールである。

この構成により、請求項 7 に係る発明と同様の効果が得られる。

【0016】

請求項 9 に係る発明は、請求項 7 に記載の 2 波長以上の光を反射する反射型光フィルタを備えた多波長光送信モジュールを複数個備え、前記各多波長光送信モジュールの反射波長帯域を変えて、終段の前記多波長光送信モジュールから光学的に波長多重された光信号が出力されるように、複数個の前記多波長光送信モジュールを光導波路により縦列に接続した多波長光送信モジュールである。

この構成により、請求項 7 に係る発明と同様の効果に加えて、光ファイバの余長処理などが不要となるという効果も得られる。

【0017】

請求項 10 に係る発明は、光信号を出射する第 1 の半導体レーザ素子、前記第 1 の半導体レーザ素子と光学的に結合された第 1 の光ファイバを含む第 1 の光送信部と、

前記第 1 の光送信部から出射される光信号が有する波長とは異なる波長帯域の光信号を出射する第 2 の半導体レーザ素子、前記第 2 の半導体レーザ素子と光学的に結合された第 2 の光ファイバを含む第 2 の光送信部と、

10

20

30

40

50

前記第 1 の光送信部から出射される光信号を反射し、前記第 2 の光送信部から出射される光信号を透過するように設定された第 1 の反射型光フィルタ、前記第 1 及び第 2 の光送信部出力と前記第 1 の反射型光フィルタにより光学的に結合された第 2 の光ファイバを含む第 1 の光結合部と、

前記第 1 及び第 2 の光送信部の出力光を反射しその他の波長成分を透過するように設定された第 2 の反射型光フィルタ、前記第 2 の光ファイバと第 2 の反射型光フィルタにより反射系で光学的に結合された第 3 の光ファイバ、前記第 3 の光ファイバと前記第 2 の反射型光フィルタにより透過系で光学的に結合された第 4 の光ファイバを含む第 2 の光結合部と、

前記第 1 の光送信部、前記第 2 の光送信部、前記第 1 の光結合部及び前記第 2 の光結合部をブロック状に一体化する一体化結合部とを、  
備えた多波長光送信モジュールである。

この構成により、請求項 7 に係る発明と同様の効果に加えて、モジュール規模をより小さくすることができるという効果も得られる。

【0018】

請求項 11 に係る発明は、前記光送信部の出力である前記光信号の波長と前記透過型光フィルタの透過波長帯域とを異なるようにした請求項 2 に記載の光送信モジュールを複数個備え、終段の前記光送信モジュールから光学的に波長多重された光信号が出力されるように、複数個の前記光送信モジュールを光ファイバにより縦列に接続した多波長光送信モジュールである。

この構成により、請求項 1 に係る発明と同様の効果が得られる。

【0019】

請求項 12 に係る発明は、前記光送信部の出力である前記光信号の波長と前記透過型光フィルタの透過波長帯域とを異なるようにした請求項 2 に記載の光送信モジュールを複数個備え、終段の前記光送信モジュールから光学的に波長多重された光信号が出力されるように、複数個の前記光送信モジュールを光導波路により縦列に接続した多波長光送信モジュールである。

この構成により、請求項 11 に係る発明と同様の効果が得られるほか、光送信モジュール間を光導波路で接続することにより、光ファイバの余長処理などが不要になるという効果も得られる。

【0020】

請求項 13 に係る発明は、請求項 11 に記載の多波長光送信モジュールにおいて、複数個の前記光送信モジュールがブロック状の一体化結合部で一体化されたものである。

この構成により、請求項 11 に係る発明と同様の効果に加えて、モジュールをより小さくすることができるという効果も得られる。

【0021】

請求項 14 に係る発明は、請求項 11 から 13 のいずれか 1 つに記載の多波長光送信モジュールにおいて、隣り合う波長の間ガードバンドを設けた波長配置になるように前記半導体レーザ素子及び透過型光フィルタの波長を設定している。

この構成により、請求項 11 に係る発明と同様の効果に加えて、各光送信モジュールから出射される光信号が他の光信号の帯域にもれ込むことを防ぐことができるという効果も得られる。

【0022】

請求項 15 に係る発明は、光信号を出射する第 1 の半導体レーザ素子、前記第 1 の半導体レーザ素子と光学的に結合された第 1 の光ファイバを含む第 1 の光送信部と、

前記第 1 の光送信部から出射される光信号が有する波長とは異なる波長帯域の光信号を出射する第 2 の半導体レーザ素子、前記第 2 の半導体レーザ素子と光学的に結合された第 2 の光ファイバを含む第 2 の光送信部と、

前記第 1 の光送信部から出射される光信号を透過し、前記第 2 の光送信部から出射される光信号を反射するように設定された第 1 の透過型光フィルタ、前記第 1 及び第 2 の光送信

10

20

30

40

50

部出力と前記第1の透過型光フィルタにより光学的に結合された第2の光ファイバを含む第1の光結合部と、

前記第1及び第2の光送信部の出力光を含む2波長以上の光を透過しその他の波長成分を反射するように設定された第2の透過型光フィルタ、前記第2の光ファイバと第2の反射型光フィルタにより反射系で光学的に結合された第3の光ファイバ、前記第3の光ファイバと前記第2の透過型光フィルタにより透過系で光学的に結合された第4の光ファイバを含む第2の光結合部と、

前記第1の光送信部、前記第2の光送信部、前記第1の光結合部及び前記第2の光結合部を固定し保持するためのベース部とを、

備えた多波長光送信モジュールである。

10

この構成により、請求項11に係る発明と同様の効果に加えて、光フィルタ通過に伴う挿入損失を低減させることができるという効果も得られる。

#### 【0023】

請求項16に係る発明は、請求項15に記載の2波長以上の光を透過する反射型光フィルタを備えた多波長光送信モジュールを複数個備え、前記各多波長光送信モジュールの透過波長帯域を変えて、終段の前記多波長光送信モジュールから光学的に波長多重された光信号が出力されるように、複数個の前記多波長光送信モジュールを光ファイバにより縦列に接続した多波長光送信モジュールである。

この構成により、請求項11に係る発明と同様の効果が得られる。

#### 【0024】

20

請求項17に係る発明は、請求項15に記載の2波長以上の光を透過する反射型光フィルタを備えた多波長光送信モジュールを複数個備え、前記各多波長光送信モジュールの反射波長帯域を変えて、終段の前記多波長光送信モジュールから光学的に波長多重された光信号が出力されるように、複数個の前記多波長光送信モジュールを光導波路により縦列に接続した多波長光送信モジュールである。

この構成により、請求項11に係る発明と同様の効果に加えて、光ファイバの余長処理などが不要になるという効果も得られる。

#### 【0025】

請求項18に係る発明は、光信号を出射する第1の半導体レーザ素子、前記第1の半導体レーザ素子と光学的に結合された第1の光ファイバを含む第1の光送信部と、

30

前記第1の光送信部から出射される光信号が有する波長とは異なる波長帯域の光信号を出射する第2の半導体レーザ素子、前記第2の半導体レーザ素子と光学的に結合された第2の光ファイバを含む第2の光送信部と、

前記第1の光送信部から出射される光信号を透過し、前記第2の光送信部から出射される光信号を反射するように設定された第1の透過型光フィルタ、前記第1及び第2の光送信部出力と前記第1の透過型光フィルタにより光学的に結合された第2の光ファイバを含む第1の光結合部と、

前記第1及び第2の光送信部の出力光を含む2波長以上の光を透過しその他の波長成分を反射するように設定された第2の透過型光フィルタ、前記第2の光ファイバと第2の反射型光フィルタにより反射系で光学的に結合された第3の光ファイバ、前記第3の光ファイバと前記第2の透過型光フィルタにより透過系で光学的に結合された第4の光ファイバを含む第2の光結合部と、

40

前記第1の光送信部、前記第2の光送信部、前記第1の光結合部及び前記第2の光結合部をブロック状に一体化する一体化結合部とを、

備えた多波長光送信モジュールである。

この構成により、請求項11に係る発明と同様の効果に加えて、モジュール規模をより小さくすることができるという効果も得られる。

#### 【0026】

#### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の好適な実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

50

< 光送信モジュールの第 1 の実施の形態 >

図 1 ( a )、( b ) は本発明に係る光送信モジュールの第 1 の実施の形態の概略構成を部分的に断面で示した平面図及びその側面図である。図 1 ( a ) において、光送信モジュール 9 は、ベース部 8 に固定された半導体レーザ素子 4 及び光結合部 7 とを備えている。光結合部 7 はガラスなどからなり、第 1 の光ファイバ 1、第 2 の光ファイバ 2、第 3 の光ファイバ 3 をそれぞれ埋め込む穴及び反射型光フィルタ 5 を挿着するためのスリット 6 が形成されている。この場合、スリット 6 は直線状に貫通するファイバ埋め込み用の穴と交差するようにして斜めに切り欠かれ、ここに反射型光フィルタ 5 が装着されている。反射型光フィルタ 5 はポリイミドなどの薄膜に蒸着が施された厚さの薄いもので構成され、この反射型光フィルタ 5 の中心部を境にして、第 2 の光ファイバ 2 の光入射端及び第 3 の光ファイバ 3 の光出射端が光軸を一致させて結合され、その光軸に対して第 1 の光ファイバ 1 の光出射端が略直角に結合されている。第 1 の光ファイバ 1 の光入射端に半導体レーザ素子 4 が結合されている。なお、反射型光フィルタ 5 は、ある中心波長を持つ光信号 ( 波長 = 1 ) を反射させる一方、この光信号以外の中心波長を持つ光信号 ( 波長 = 2 ) を透過する特性のものが用いられている。以下、中心波長が例えば 1 の波長帯域を有する光信号を、単に波長 1 の光信号と略記する場合もある。

10

【 0 0 2 7 】

次に、光送信モジュールの第 1 の実施の形態の動作について説明する。半導体レーザ素子 4 により光信号が生成され、第 1 の光ファイバ 1 に入射される。半導体レーザ素子 4 から出力される光信号の波長を 1 とすると、反射型光フィルタ 5 は、1 を含む一定の波長範囲の光信号を反射し、それ以外の波長 2 の光信号を透過させる。したがって、半導体レーザ素子 4 から出射された波長 1 の光信号は、反射型光フィルタ 5 で反射され、第 2 の光ファイバ 2 に入射される。一方、光送信モジュール 9 に外部から入射される信号は、その波長を 2 とすると、第 3 の光ファイバ 3、反射型光フィルタ 5 により第 2 の光ファイバ 2 に入射され、半導体レーザ素子 4 から出射される光信号と波長多重される。

20

【 0 0 2 8 】

このように、光送信モジュールの第 1 の実施の形態によれば、スリットに埋め込まれた反射型光フィルタにより、送信用の光信号と外部から入射された光信号を多重し、また、ファイバとの結合をファイバ埋め込み用貫通穴に光ファイバを実装し、光ファイバ間に挿入する反射型光フィルタをポリイミドなどの薄膜に蒸着が施された厚さの薄い光フィルタを用いて、光ファイバ間を近接させて実装することで光のビーム径の広がりを抑圧し、損失を低減させることができるほか、モジュール規模を小さくすることができる。また、光学レンズを用いないため低コスト化が可能となる。

30

【 0 0 2 9 】

< 光送信モジュールの第 2 の実施の形態 >

図 2 は本発明に係る光送信モジュールの第 2 の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図である。図中、図 1 と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。第 1 の実施の形態が反射型光フィルタ 5 を用いたのに対して、第 2 の実施の形態に係る光送信モジュール 11 は透過型光フィルタ 10 を用いた点が相違している。この相違に伴って、半導体レーザ素子 4 が接続される第 1 の光ファイバ 1 の延長上に第 2 の光ファイバ 2 が装着されるように光結合部 7 に貫通穴が形成され、この貫通穴に対して直交する方向に第 3 の光ファイバ 3 を装着するための穴が形成されている。なお、透過型光フィルタ 10 は、ある中心波長を持つ光信号 ( 波長 = 1 ) を透過させる一方、この光信号以外の中心波長を持つ光信号 ( 波長 = 2 ) を反射する性質のものが用いられている。

40

【 0 0 3 0 】

次に、光送信モジュールの第 2 の実施の形態の動作について説明する。半導体レーザ素子 4 により光信号が生成され、第 1 の光ファイバ 1 に入射される。この半導体レーザ素子 4 から出力される光信号の波長を 1 とすると、透過型光フィルタ 10 は、1 を含む一定の波長範囲を透過させ、それ以外の波長 2 を反射させる。よって半導体レーザ素子 4 から出射された光信号は、透過型光フィルタ 10 を透過し、第 2 の光ファイバ 2 に結合され

50

る。一方、光送信モジュール 11 に外部から入射される信号は、その波長を 2 とすると第 3 の光ファイバ 3、透過型光フィルタ 10 により第 2 の光ファイバ 2 に結合され、半導体レーザ素子 4 から出射される光信号と波長多重される。

#### 【0031】

このように、光送信モジュールの第 2 の実施の形態によれば、スリットに埋め込んだ透過型光フィルタにより、送信用の光信号と外部から入射された光信号を多重し、また、光ファイバとの結合をファイバ埋め込み用貫通穴に光ファイバを実装し、光ファイバ間に挿入する透過型光フィルタをポリイミドなどに薄膜が蒸着が施された厚さの薄い光フィルタを用いて、光ファイバ間を近接させて実装することで光のビーム径の広がりを抑圧し、損失を低減させることができるほか、モジュール規模を小さくできる。また、光学レンズを用いないため低コスト化が可能となる。

10

#### 【0032】

<多波長光送信モジュールの第 1 の実施の形態>

図 3 は本発明に係る多波長光送信モジュールの第 1 の実施の形態の概略構成を部分的に断面で示した平面図である。この実施の形態は、図 1 に示したものと同一構成の光送信モジュール 14 及び光送信モジュール 17 を縦列接続したものである。このうち、光送信モジュール 14 は半導体レーザ素子 12、反射型光フィルタ 13 及び光ファイバ 18 を含み、光送信モジュール 17 は半導体レーザ素子 15、反射型光フィルタ 16、光ファイバ 19、20 を含み、光ファイバ 19 が光送信モジュール 17 の光信号出力経路を形成するとともに、光送信モジュール 14 の光信号入力経路を形成している。

20

#### 【0033】

上記のように構成された多波長光送信モジュールの第 1 の実施の形態の動作について、図 4 をも参照して以下に説明する。

各光送信モジュール 14、17 の半導体レーザ素子 12、15 からそれぞれ出射された中心波長が 1、2 の光信号は、図 4 に示すような各光送信モジュール 14、17 が有する反射特性の異なる反射型光フィルタ 13、16 により光ファイバ 20 から入射される波長 3 ~ n と波長多重され、光ファイバ 18 からは、1 ~ n の多重信号が出力される。

#### 【0034】

このように、多波長光送信モジュールの第 1 の実施の形態によれば、光結合部のスリット 6A、6B にそれぞれ埋め込んだ反射型光フィルタ 13、16 により、半導体レーザ素子 12、15、及び光ファイバ 20 から出射される光信号を波長多重し、また、ファイバ埋め込み用貫通穴に光ファイバ 18 ~ 20 を実装し、ファイバ間に挿入する反射型光フィルタ 13、16 をポリイミドなどの薄膜に蒸着が施された厚さの薄い光フィルタを用いて、光ファイバ 18 ~ 20 間を近接させて実装することによって光のビーム径の広がりを抑圧し、損失を低減させることができるほか、モジュール規模を小さくすることができる。また、光学レンズを用いないため低コストな多波長対応の光送信モジュールを実現することが可能となる。

30

#### 【0035】

<多波長光送信モジュールの第 2 の実施の形態>

図 5 は本発明に係る多波長光送信モジュールの第 2 の実施の形態の概略構成を部分的に断面で示した平面図である。図中、図 3 と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。前述したように、図 3 に示した第 1 の実施の形態では光送信モジュール間が光ファイバで多段接続されていたのに対して、図 5 に示す第 2 の実施の形態では、光送信モジュール 14 及び光送信モジュール 17 が光導波路ブロック 23 上に離隔して装着され、光送信モジュール 14、17 間を PLC (Planer Lightwave Circuit) のような光導波路 21 で接続し、さらに、光送信モジュール 17 の光信号入力経路を光導波路 22 で形成している。

40

#### 【0036】

上記のように構成された多波長光送信モジュールの第 2 の実施の形態の動作について以下

50

に説明する。各光送信モジュール14、17の半導体レーザ素子12、15から出射される光信号は、図4に示すような各光送信モジュール14、17が有する反射特性の異なる反射型光フィルタ13、16により波長多重され、光送信モジュール14、17間を光導波路21で結合することで、光ファイバ24から、波長が1～nの多重信号が出力される。

#### 【0037】

このように、多波長光送信モジュールの第2の実施の形態によれば、光結合部のスリットに埋め込んだ反射型光フィルタ13、16により、各半導体レーザ素子12、15から出射される中心波長が1、2の光信号が光導波路22から入射される波長3～nの光信号と波長多重され、光ファイバ24からは、1～nの多重信号が出力される。この場合、反射型光フィルタ13、16をポリイミドなどの薄膜に蒸着が施された厚さの薄い光フィルタを用いて、光ファイバ間を近接させて実装することにより光のビーム径の広がりを抑圧し、損失を低減させることができるほか、モジュール規模を小さくすることができる。さらに、光送信モジュール間を光導波路で接続することにより、光ファイバの余長処理などが不要となり、モジュールをより小さくすることができる。また、光学レンズを用いないため低コストな多波長対応の光送信モジュールを実現することが可能となる。

10

#### 【0038】

<多波長光送信モジュールの第3の実施の形態>

図6は本発明に係る多波長光送信モジュールの第3の実施の形態の概略構成を部分的に断面で示した平面図である。図中、図3と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。この実施の形態は図3を用いて説明した多波長光送信モジュールの第1の実施の形態の光送信モジュール14、17の各光結合部を単一の光結合部で一体化して一体型光送信モジュール25を形成し、これに出力用の光ファイバ26を結合したものである。

20

#### 【0039】

上記のように構成された多波長光送信モジュールの第3の実施の形態の動作について以下に説明する。各光送信モジュールの半導体レーザ素子12、15から出射される波長がそれぞれ1、2の光信号は、反射特性の異なる反射型光フィルタ13、16により外部から入射される波長3～nと波長多重され、光ファイバ26からは、波長1～nの多重信号が出力される。

#### 【0040】

このように、多波長光送信モジュールの第3の実施の形態によれば、単一の光結合部の2つのスリットにそれぞれ埋め込んだ反射型光フィルタにより、半導体レーザ素子12、15から出射される光信号を波長多重し、また、ファイバ埋め込み用貫通穴に光ファイバを実装し、光ファイバ間に挿入する反射型光フィルタをポリイミドなどの薄膜に蒸着が施された厚さの薄い光フィルタを用いて、光ファイバ間を近接して実装することにより光のビーム径の広がりを抑圧し、損失を低減させることができるほか、モジュール規模を小さくすることができる。さらに、各反射型光フィルタを1つの光結合部に一体化することによってモジュールをより小さくすることができる。また、光学レンズを用いないため、低コストな多波長対応の光送信モジュールを実現することが可能となる。

30

#### 【0041】

<多波長光送信モジュールの第3の実施の形態の変形例>

図7は本発明に係る多波長光送信モジュールの第3の実施の形態の変形例であり、特に、反射型光フィルタ13、16の反射特性を示したものである。この変形例においては、各反射型光フィルタ13、16の中心波長にガードバンドを設けたものである。このようにガードバンドを設けることによって、各半導体レーザ素子12、15が異常をきたし、波長がずれたとしても、波長が隣接するチャンネルに影響を及ぼすことを低減させることができる。

40

このように、多波長光送信モジュールの第3の実施の形態の変形例によれば、第1から第3の実施の形態の効果に加えて、各反射型光フィルタ13、16の中心波長にガードバンドを設けることにより、半導体レーザ素子12、15が異常をきたし、波長が大きくずれ

50

たとしても、隣接する波長のチャンネルに影響を及ぼすことを低減させることができるという効果も得られる。

【0042】

<多波長光送信モジュールの第4の実施の形態>

図8は本発明に係る多波長光送信モジュールの第4の実施の形態の部分断面図である。この実施の形態は反射型光フィルタ29によって波長1の光信号と波長2( $> 1$ )の光信号とを光多重し、さらに、反射型光フィルタ30を用いて波長が2より大きな光信号を光多重して光ファイバ37より出力する光送信モジュール35と、反射型光フィルタ33によって波長3( $> 2$ )の光信号と波長4( $> 3$ )の光信号とを光多重し、さらに、反射型光フィルタ34を用いて波長が4より大きな光信号を光多重して光ファイバ38より出力する光送信モジュール36とを備え、光ファイバ38を光送信モジュール35の信号入力経路として結合し、光送信モジュール36の外部信号入力経路として光ファイバ39を結合し、波長5~nの光多重信号を入力する構成になっている。

10

【0043】

上記のように構成された多波長光送信モジュールの第4の実施の形態の動作について図9をも参照して以下に説明する。反射型光フィルタ29は半導体レーザ素子27が出射する波長1を中心波長とする光信号を反射し、反射型光フィルタ30は波長1だけでなく波長2を中心波長とする連続する波長領域の光信号をも反射する特性を有している。また、反射型光フィルタ33は半導体レーザ素子31が出射する波長3を中心波長とする光信号を反射し、反射型光フィルタ34は波長3だけでなく波長4を中心波長とする連続する波長領域の光信号をも反射する特性を有している。

20

【0044】

そこで、光送信モジュール35の半導体レーザ素子27、28からそれぞれ出射される光信号のうち、波長1の光信号が反射型光フィルタ29で反射し、波長2の光信号が反射型光フィルタ29を透過して波長1、2の多重化光信号が反射型光フィルタ30によって反射して光ファイバ37に向かう。一方、光送信モジュール36の半導体レーザ素子31、32からそれぞれ出射される光信号のうち、波長3の光信号が反射型光フィルタ33で反射し、波長4の光信号が反射型光フィルタ33を透過して波長3、4の多重化光信号が反射型光フィルタ34によって反射して光ファイバ38に向かう。また、光ファイバ39を介して、入力される波長5~nの光信号は反射型光フィルタ34を透過し、光ファイバ38に向かう。したがって、光ファイバ38を通過する波長3~nの多重化光信号は反射型光フィルタ30を通過して光ファイバ37へ向かう。この結果、光ファイバ37から波長1~nの多重信号が出力される。よって、波長の異なる一方の信号を反射し、他方の信号を透過する反射型光フィルタと、これら2つの波長の光信号を反射し、より波長の大きい光信号を透過する反射型光フィルタを有する光送信モジュールを多段に接続することにより、多波長信号を多重する光送信モジュールを構成することができる。

30

【0045】

図3に示す多波長光送信モジュールの第1の実施の形態のように、反射型光フィルタでそれぞれ1波長ずつを合波するのではなく、多重/分離する波長数を2波長にすることにより、例えば8波長の多重を考えた場合、多波長光送信モジュールの第1の実施の形態では最大7個の光フィルタを通過する波長が存在するのに対して、本実施の形態のように2波長分離する構成では、最大5個の光フィルタの通過で済み、光フィルタ通過にともなう損失を低減させることができる。ここでは、2波長を分離する光フィルタで説明したが、これを3波長以上にすれば、更に最大通過光フィルタ数を低減することができ、損失を低減させることができる。

40

【0046】

このように、多波長光送信モジュールの第4の実施の形態によれば、光結合部に形成したスリットに埋め込んだ反射型光フィルタにより、各半導体レーザ素子から出射される光信号を波長多重し、また、ファイバ埋め込み用貫通穴に光ファイバを実装し、光ファイバ間

50

に挿入する反射型光フィルタをポリイミドなどの薄膜に蒸着が施された厚さの薄い光フィルタを用いて、光ファイバ間を近接させて実装することで光のビーム径の広がりを抑圧し、損失を低減させることができるほか、モジュール規模を小さくすることができる。さらに、光学レンズを用いないため低コストな多波長対応の光送信モジュールが実現可能となるほか、多重分離する波長数を2波長以上となる光フィルタを組み合わせ、各波長が光フィルタを通過する回数を低減させることにより、光フィルタ通過に伴う挿入損失を低減することができる。

**【0047】**

<多波長光送信モジュールの第5の実施の形態>

図10は本発明に係る多波長光送信モジュールの第5の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図である。図中、図8と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。図8に示す多波長光送信モジュールの第4の実施の形態では、光送信モジュール35、36間が光ファイバ38で多段接続されていたが、図10に示した第5の実施の形態は、各光送信モジュール35、36を光導波路ブロック42に装着し、この光導波路ブロック42上に形成した光送信モジュール35、36間をPLCのような光導波路40で接続し、さらに、光送信モジュール36の光信号入力経路をも光導波路41とし、光送信モジュール35の出力経路に光ファイバ43を結合した構成になっている。

この第5の実施の形態は光送信モジュール35、36間の接続が光ファイバから光導波路40に変更されただけであるため、その動作説明を省略する。

**【0048】**

このように、図10に示す多波長光送信モジュールの第5の実施の形態によれば、光結合部に形成したスリットに埋め込んだ反射型光フィルタにより、各半導体レーザ素子から出射される光信号を波長多重し、また、ファイバ埋め込み用貫通穴に光ファイバを実装し、ファイバ間に挿入する反射型光フィルタをポリイミドなどの薄膜に蒸着が施された厚さの薄い光フィルタを用いて、光ファイバ間を近接させて実装することで光のビーム径の広がりを抑圧し、損失を低減させることができるほか、モジュール規模を小さくできる。さらに光送信モジュール間を光導波路で接続することにより、光ファイバの余長処理などが不要となり、モジュールをより小さくすることができる。また、光学レンズを用いないため低コストな多波長対応の光送信モジュールが実現可能となるほか、多重分離する波長数を2波長以上となる光フィルタを組み合わせ、各波長が光フィルタを通過する回数を低減することにより、光フィルタ通過に伴う挿入損失を低減させることができる。

**【0049】**

<多波長光送信モジュールの第6の実施の形態>

図11は本発明に係る多波長光送信モジュールの第6の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図である。図中、図10と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。この実施の形態は図10に示す光送信モジュール35、36を単一の光結合部により一体型光送信モジュール44を構成したもので、光出力経路に光ファイバ45を結合したものである。この実施の形態は図10を用いて説明した多波長光送信モジュールの第5の実施の形態と同一であるので、その動作説明を省略する。

**【0050】**

このように、図11に示す多波長光送信モジュールの第6の実施の形態によれば、スリットに埋め込んだ反射型光フィルタにより、各半導体レーザ素子から出射される光信号と外部から入射される光信号を波長多重し、また、ファイバ埋め込み用貫通穴に光ファイバを実装し、光ファイバ間に挿入する反射型光フィルタをポリイミドなどの薄膜に蒸着が施された厚さの薄い光フィルタを用いて、光ファイバ同士を近接させて実装することで光のビーム径の広がりを抑圧し、損失を低減させることができるほか、モジュール規模を小さくすることができる。さらに、各反射型光フィルタを1つのガラスブロックに一体化することでモジュールをより小さくすることができる。また、光学レンズを用いないため低コストな多波長対応の光送信モジュールを実現することが可能となるほか、多重分離する波長数が2波長以上となる光フィルタを組み合わせ、各波長が光フィルタを通過する回数を低

10

20

30

40

50

減することにより、光フィルタ通過に伴う挿入損失を低減させることができる。

【0051】

<多波長光送信モジュールの第7の実施の形態>

図12は本発明に係る多波長光送信モジュールの第7の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図である。この実施の形態は、波長1の光信号を発生する半導体レーザ素子12及び透過型光フィルタ46を含み、光信号出力経路に光ファイバ50が接続されている光送信モジュール47と、波長2の光信号を発生する半導体レーザ素子15及び透過型光フィルタ48を含み、光信号出力経路が光ファイバ51によって光送信モジュール47に接続され、波長が3～nの光信号を入力する入力経路に光ファイバ52が接続された光送信モジュール49とで構成されている。

10

【0052】

上記のように構成された多波長光送信モジュールの第7の実施の形態の動作について図13をも参照して以下に説明する。光送信モジュール47、49の各半導体レーザ素子12、15から出射される光信号は、図13に示すように、中心波長が1、2で、透過領域が互いに隣接する透過特性を有する透過型光フィルタ48、46により波長多重され、光ファイバ50からは、1～nの多重信号が出力される。

【0053】

このように、図12に示す多波長光送信モジュールの第7の実施の形態によれば、スリットに埋め込んだ透過型光フィルタにより、各半導体レーザ素子から出射される光信号と外部から入射される光信号とを波長多重し、また、ファイバ埋め込み用貫通穴に光ファイバを実装し、光ファイバ間に挿入する透過型光フィルタをポリイミドなどの薄膜に蒸着が施された厚さの薄い光フィルタを用いて、光ファイバ間を近接させて実装することにより光のビーム径の広がりを抑圧し、損失を低減させることができるほか、モジュール規模を小さくすることができる。また、光学レンズを用いないため低コストな多波長対応の光送信モジュールを実現することが可能となる。

20

【0054】

<多波長光送信モジュールの第8の実施の形態>

図14は本発明に係る多波長光送信モジュールの第8の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図である。図中、図12と同一の要素には同一の符号を付してその説明を省略する。この実施の形態は、図12に示した光送信モジュール47、49を単一の光導波路ブロック55上に装着し、光送信モジュール47、49を、光導波路ブロック55上に形成したPLCのような光導波路53で結合し、さらに、光送信モジュール49に対する外部からの光信号経路を光導波路54で構成し、光送信モジュール47の出力信号経路に光ファイバ56を結合したものである。

30

【0055】

次に、動作について説明する。各光送信モジュール47、49の半導体レーザ素子12、15から出射される光信号は、図13に示すような各光送信モジュールが有する透過特性の異なる透過型光フィルタ46、48により波長多重され、光送信モジュール47、49間を光導波路53で結合することによって、光ファイバ56からは、1～nの多重信号が出力される。

40

【0056】

このように、図14に示す多波長光送信モジュールの第8の実施の形態によれば、スリットに埋め込んだ透過型光フィルタ46、48により、各半導体レーザ素子12、15及び光導波路54から出射される光信号を波長多重し、また、ファイバ埋め込み用貫通穴に光ファイバ56を実装し、光ファイバ間に挿入する透過型光フィルタをポリイミドなどの薄膜に蒸着が施された厚さの薄い光フィルタを用いて、光ファイバ間を近接させて実装することで光のビーム径の広がりを抑圧し、損失を低減させることができるほか、モジュール規模を小さくできる。さらに光送信モジュール間を光導波路で接続することにより、光ファイバの余長処理などが不要となり、光送信モジュールをより小さくすることができる。また、光学レンズを用いないため低コストな多波長対応の光送信モジュールが実現可能と

50

なる。

【0057】

<多波長光送信モジュールの第9の実施の形態>

図15は本発明に係る多波長光送信モジュールの第9の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図である。図6に示す多波長光送信モジュールの第3の実施の形態が反射型光フィルタ13、16を用いて波長を多重/分離しているのに対して、図15に示す第9の実施の形態は透過型光フィルタ46、48を単一の光結合部の2つのスリットに装着して、波長を多重/分離するように構成したものである。ここで、半導体レーザ素子12が射出する中心波長が1の光信号に対するファイバ埋め込み用貫通穴と交差するように形成されたスリットに透過型光フィルタ46が挿着され、この透過型光フィルタ46の一方に半導体レーザ素子12の射出光を入力する光ファイバ58が埋め込まれ、この透過型光フィルタ46の光信号出力側に光ファイバ58の一端部が埋め込まれている。また、半導体レーザ素子15が射出する中心波長が2の光信号に対するファイバ埋め込み穴が、中心波長が1の光信号に対するファイバ埋め込み用貫通穴と直交する方向に形成され、この穴と交差するように形成されたスリットに透過型光フィルタ48が挿着され、この透過型光フィルタ48の一方に半導体レーザ素子15の射出光を入力する光ファイバが埋め込まれ、この透過型光フィルタ48の光信号出力側に光信号出力用の光ファイバ58Aが埋め込まれている。さらに、中心波長が2の光信号のためのファイバ埋め込み用の穴と直交する方向に、外部から波長が3~nの光信号を入力するための光ファイバ58Bが埋め込まれている。

10

20

【0058】

上記のように構成された多波長光送信モジュールの第9の実施の形態の動作について説明する。透過型光フィルタ46、48は、図13に示すように、中心波長が1、2で、透過領域が互いに隣接する透過特性を有している。したがって、半導体レーザ素子12から射出される波長1の光信号は透過型光フィルタ46を透過して光ファイバ58からそのまま出力される。また、半導体レーザ素子15から射出される波長2の光信号は透過型光フィルタ48を通過し、透過型光フィルタ46で反射されて光ファイバ58から出力される。一方、外部から入射された波長3~nの光信号は透過型光フィルタ48で反射され、さらに、透過型光フィルタ46で反射されて光ファイバ58から出力される。よって、半導体レーザ素子12、15から射出される送信用光信号は透過型光フィルタ46、48により波長3~nの光信号と多重化され、光ファイバ58からは1~nの多重信号が出力される。

30

【0059】

このように、図15に示す第9の実施の形態によれば、光結合部の2つのスリットにそれぞれ埋め込んだ透過型光フィルタ46、48により、半導体レーザ素子12、15から射出される光信号を波長多重し、また、ファイバ埋め込み用貫通穴に光ファイバを実装し、光ファイバ間に挿入する透過型光フィルタをポリイミドなどの薄膜に蒸着が施された厚さの薄い光フィルタを用いて、光ファイバ間を近接させて実装することで光のビーム径の広がりを抑圧し、損失を低減させることができるほか、モジュール規模を小さくできる。さらに、各透過型光フィルタを1つのガラスブロックに一体化することでモジュールをより小さくすることができる。光学レンズを用いないため低コストな多波長対応の光送信モジュールが実現可能となる。

40

【0060】

<多波長光送信モジュールの第9の実施の形態の変形例>

図16は本発明に係る多波長光送信モジュールの第9の実施の形態の変形例であり、特に、透過型光フィルタ46、48の透過特性を示したものである。この変形例においては、各透過型光フィルタ46、48の中心波長にガードバンドを設けたものである。このようにガードバンドを設けることによって、各半導体レーザ素子12、15が異常をきたし、波長が大きくずれたとしても、波長が隣接するチャンネルに影響を及ぼすことを低減させることができるという効果も得られる。

50

## 【0061】

<多波長光送信モジュールの第10の実施の形態>

図17は本発明に係る多波長光送信モジュールの第10の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図である。この実施の形態は、波長が1からnまでの各光信号を多重して出力する光ファイバ65を有する光送信モジュール63と、外部から波長が5~nの光信号を、光ファイバ67を介して入力する光送信モジュール64とを光ファイバ66で結合したものである。このうち、光送信モジュール63は、半導体レーザ素子27、28と、半導体レーザ素子27から出射される波長1の光信号を透過させ、半導体レーザ素子28から出射される波長2の光信号を反射させる透過型光フィルタ59と、波長1及び2の光信号を透過させ、波長3~nの光信号を反射させる透過型光フィルタ60とを備えている。一方、光送信モジュール64は、半導体レーザ素子31、32と、半導体レーザ素子32から出射される波長3の光信号を透過させ、半導体レーザ素子31から出射される波長4の光信号を反射させる透過型光フィルタ61と、波長3及び4の光信号を透過させ、波長5~nの光信号を反射させる透過型光フィルタ62とを備えている。

## 【0062】

上記のように構成された多波長光送信モジュールの第10の実施の形態の動作について、図18をも参照して、以下に説明する。図18に示すように、透過型光フィルタ59は半導体レーザ素子27が出射する波長1を中心波長とする光信号を透過し、透過型光フィルタ60は波長1だけでなく波長2を中心波長とする連続する波長領域の光信号を透過する特性を有している。また、透過型光フィルタ61は半導体レーザ素子32が出射する波長3を中心波長とする光信号を透過し、透過型光フィルタ62は波長3だけでなく波長4を中心波長とする連続する波長領域の光信号を透過する特性を有している。

## 【0063】

そこで、光送信モジュール63を構成する透過型光フィルタ59において、半導体レーザ素子27から出射された波長1の光信号は透過し、半導体レーザ素子28から出射された波長2の光信号は反射される。また、光送信モジュール63を構成する透過型光フィルタ60において、波長1及び2の光信号は透過し、これ以外の波長の光信号は反射される。一方、光送信モジュール64を構成する透過型光フィルタ61において、半導体レーザ素子32から出射された波長3の光信号は透過し、半導体レーザ素子31から出射された波長4の光信号は反射する。また、光送信モジュール64を構成する透過型光フィルタ62において、波長3及び4の光信号は透過し、これ以外の波長の光信号は反射される。このように、それぞれ1段目の透過型光フィルタ59、61で1波長の光信号を透過し、2段目の透過型光フィルタ60、62で2波長分の光信号を透過する光送信モジュール63、64を光ファイバ66で接続することにより、多波長信号を多重する光送信モジュールを構成することができる。

## 【0064】

このように、図12に示す多波長光送信モジュールの第7の実施の形態のように、各透過型光フィルタで1波長ずつを合波するのではなく、多重/分離する波長数を2波長にすることにより、例えば8波長の多重を考えた場合、第7の実施の形態では最大7個の光フィルタを通過する波長が存在するのに対して、第10の実施の形態のように2波長分離する構成では、最大5個の光フィルタの通過で済み、光フィルタ通過に伴う損失を低減させることができる。今回は2波長を分離する光フィルタで説明したが、これを3波長以上にすれば、更に最大通過光フィルタ数を低減することができ、損失を低減させることができる。

## 【0065】

このように、図17に示す多波長光送信モジュールの第10の実施の形態によれば、それぞれ光結合部に形成した2箇所のスリットに埋め込んだ透過型光フィルタにより、各半導体レーザ素子及び光ファイバから出射される光信号を波長多重し、また、ファイバ埋め込み用貫通穴に光ファイバを実装し、光ファイバ間に挿入する透過型光フィルタをポリイミ

ドなどの薄膜に蒸着が施された厚さの薄い光フィルタを用いて、光ファイバ間を近接させて実装することで光のビーム径の広がりを抑圧し、損失を低減させることができるほか、モジュール規模を小さくすることができる。さらに、光学レンズを用いないため低コストな多波長対応の光送信モジュールが実現可能となるほか、多重分離する波長数を2波長以上となる光フィルタを組み合わせ、各波長が光フィルタを通過する回数を低減することにより、光フィルタ通過に伴う挿入損失を低減させることができる。

#### 【0066】

<多波長光送信モジュールの第11の実施の形態>

図19は本発明に係る多波長光送信モジュールの第11の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図である。ここに示した多波長光送信モジュールは、図17に示す多波長光送信モジュールを構成する光送信モジュール63及び64を単一の光導波路ブロック70上に装着し、光送信モジュール63及び64の光結合経路、並びに、光送信モジュール64に対する波長5～nの多波長光入射経路を、それぞれ光導波路ブロック70上に形成したPLCのような光導波路68で接続し、かつ図17の入射用の光ファイバ67を光導波路69に置換したものである。これ以外は図17に示す多波長光送信モジュールの第10の実施の形態と同様に構成されている。

図19に示す多波長光送信モジュールの第11の実施の形態の動作については、図17に示す第10の実施の形態と同じであるので説明を省略するが、光送信モジュール63及び64を光導波路68で接続したことにより、光ファイバの余長処理などが不要となる。

#### 【0067】

このように、図19に示す多波長光送信モジュールの第11の実施の形態によれば、スリットに埋め込んだ透過型光フィルタにより、各半導体レーザ素子及び光導波路から出射される光信号を波長多重し、また、ファイバ埋め込み用貫通穴に光ファイバを実装し、光ファイバ間に挿入する透過型光フィルタをポリイミドなどの薄膜に蒸着が施された厚さの薄い光フィルタを用いて、光ファイバ間を近接させて実装することで光のビーム径の広がりを抑圧し、損失を低減させることができるほか、モジュール規模を小さくできる。さらに光送信モジュール間を光導波路で接続することにより、光ファイバの余長処理などが不要となり、モジュールをより小さくすることができる。また、光学レンズを用いないため低コストな多波長対応の光送信モジュールが実現可能となるほか、多重分離する波長数を2波長以上となる光フィルタを組み合わせ、各波長が光フィルタを通過する回数を低減することにより、光フィルタ通過に伴う挿入損失を低減させることができる。

#### 【0068】

<多波長光送信モジュールの第12の実施の形態>

図20は本発明に係る多波長光送信モジュールの第12の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図である。ここに示した多波長光送信モジュールは、図19に示す光送信モジュール63及び64を単一の光結合部で一体化した点が図19に示した多波長光送信モジュールの第11の実施の形態と異なるだけで、これ以外は第11の実施の形態と同一に構成されている。

図20に示す多波長光送信モジュールの第12の実施の形態の動作については、図19に示す第11の実施の形態と同じであるので説明を省略するが、各透過型光フィルタ59～62を1つのガラスブロックに一体化することでモジュールをより小さくすることができる。

#### 【0069】

このように、図20に示す多波長光送信モジュールの第12の実施の形態によれば、スリットに埋め込んだ透過型光フィルタにより、半導体レーザ素子及び光導波路から出射される光信号を波長多重し、また、ファイバ埋め込み用貫通穴に光ファイバを実装し、光ファイバ間に挿入する透過型光フィルタをポリイミドなどの薄膜に蒸着が施された厚さの薄い光フィルタを用いて、光ファイバ間を近接させて実装することで光のビーム径の広がりを抑圧し、損失を低減させることができるほか、モジュール規模を小さくできる。さらに、各透過型光フィルタを1つのガラスブロックに一体化することでモジュールをより小さく

10

20

30

40

50

することができる。また、光学レンズを用いないため低コストな多波長対応の光送信モジュールが実現可能となるほか、多重分離する波長数を2波長以上となる光フィルタを組み合わせ、各波長が光フィルタを通過する回数を低減することにより、光フィルタ通過に伴う挿入損失を低減させることができる。

【0070】

なお、上記の各実施の形態では、波長多重について説明したが、これを波長分離部とすることができる。この場合には波長分離特性に優れた光送信モジュール及び多波長光送信モジュールとすることができる。

なおまた、上記の各実施の形態では、ポリイミドなどの薄膜に蒸着を施して、反射型光フィルタや透過型フィルタを形成したが、蒸着に限らず集積回路の形成などに用いられる他の成膜技術を応用して作成してもよい。

【0071】

【発明の効果】

以上の説明によって明らかなように、本発明によれば、薄膜材料上に成膜された厚さの薄い光フィルタを用いて、光ファイバ間を近接させて実装することで光のビーム径の広がりを抑圧し、損失を低減させることができるほか、モジュール規模を小さくでき、さらに、光学レンズを用いないため低コスト化が可能となる。また、光のビーム径の広がりを抑圧するため、波長分離に用いたときの波長分離特性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る光送信モジュールの第1の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図及びその側面図 20

【図2】本発明に係る光送信モジュールの第2の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図

【図3】本発明に係る多波長光送信モジュールの第1の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図

【図4】図3に示した多波長光送信モジュールの第1の実施の形態を構成する反射型光フィルタの反射特性の一例を示す図

【図5】本発明に係る多波長光送信モジュールの第2の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図

【図6】本発明に係る多波長光送信モジュールの第3の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図 30

【図7】図6に示す多波長光送信モジュールの第3の実施の形態の変形例を構成する要素である、反射型光フィルタの反射特性の一例を示す図

【図8】本発明に係る多波長光送信モジュールの第4の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図

【図9】図8に示した多波長光送信モジュールの第4の実施の形態を構成する反射型光フィルタの反射特性の一例を示す図

【図10】本発明に係る多波長光送信モジュールの第5の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図

【図11】本発明に係る多波長光送信モジュールの第6の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図 40

【図12】本発明に係る多波長光送信モジュールの第7の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図

【図13】図12に示した多波長光送信モジュールの第7の実施の形態を構成する透過型光フィルタの透過特性の一例を示す図

【図14】本発明に係る多波長光送信モジュールの第8の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図

【図15】本発明に係る多波長光送信モジュールの第9の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図

【図16】図15に示す多波長光送信モジュールの第9の実施の形態の変形例を構成する 50

要素である、透過型光フィルタの透過特性の一例を示す図

【図 17】本発明に係る多波長光送信モジュールの第 10 の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図

【図 18】図 17 に示す多波長光送信モジュールの第 10 の実施の形態を構成する要素である透過型光フィルタの透過特性の一例を示す図

【図 19】本発明に係る多波長光送信モジュールの第 11 の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図

【図 20】本発明に係る多波長光送信モジュールの第 12 の実施の形態の構成を部分的に断面で示した平面図

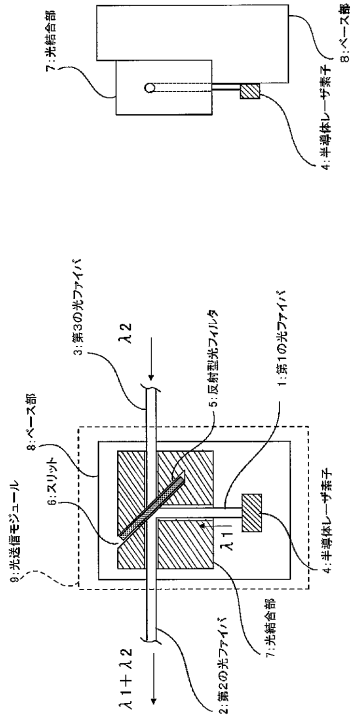
【図 21】従来の多波長光送信モジュールの構成を示す図

10

【符号の説明】

- 1 第 1 の光ファイバ
- 2 第 2 の光ファイバ
- 3 第 3 の光ファイバ
- 4、12、15、27、28、31、32、74～77 半導体レーザ素子
- 5、13、16、29、30、33、34 反射型光フィルタ
- 6、6A、6B スリット
- 7 光結合部
- 8 ベース部
- 9、11、14、17、35、36、47、49、63、64 光送信モジュール 20
- 10、46、48、59～62 透過型光フィルタ
- 18～20、24、26、37～39、43、45、50～52、56、58、65～67、71、73、78～81、94～97 光ファイバ
- 21、22、40、41、53、54、68、69 光導波路
- 23、42、55、70 光導波路ブロック
- 25、44、57、72 一体型光送信モジュール
- 82～89 コリメートレンズ
- 90～93 光フィルタ

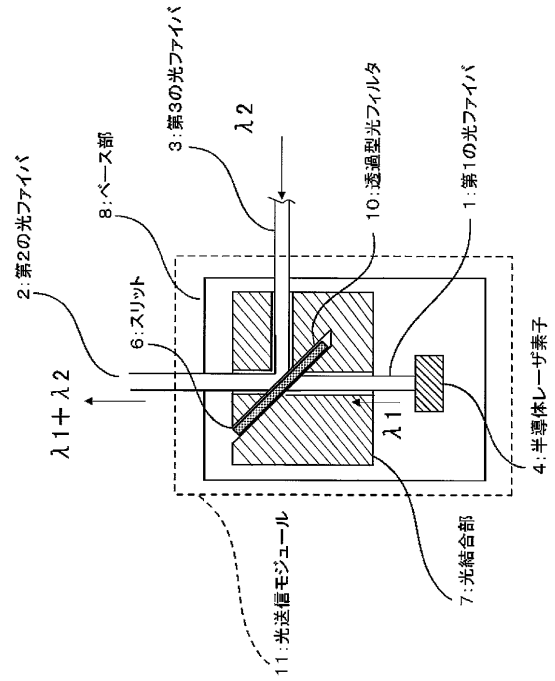
【 図 1 】



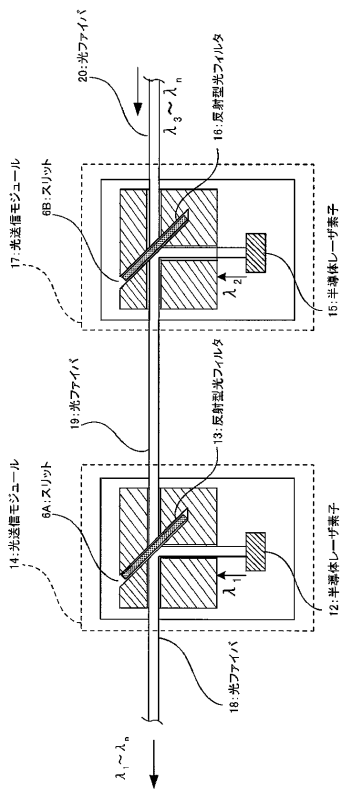
(b)

(a)

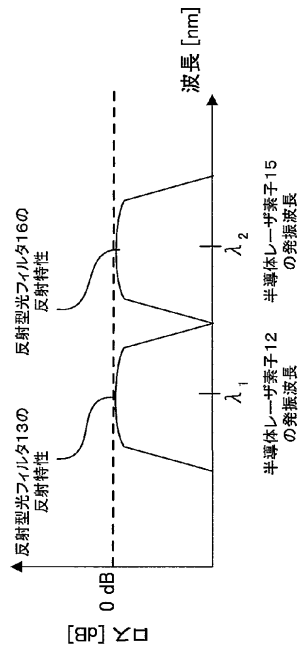
【 図 2 】



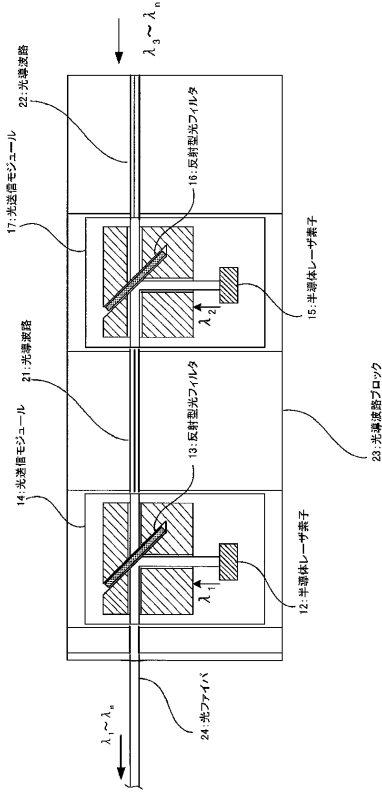
【 図 3 】



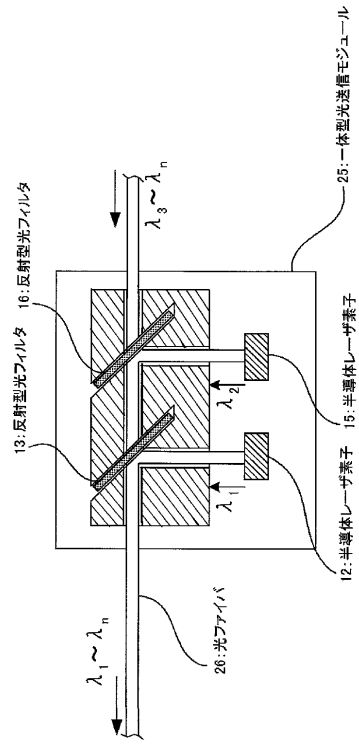
【 図 4 】



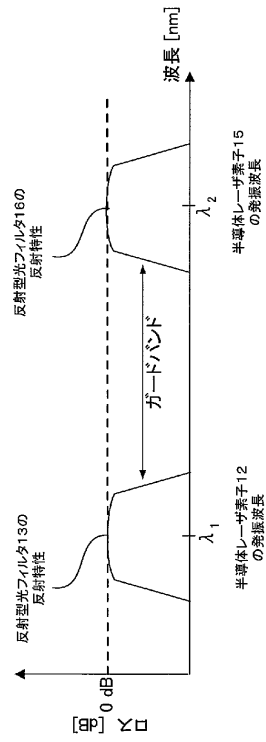
【 図 5 】



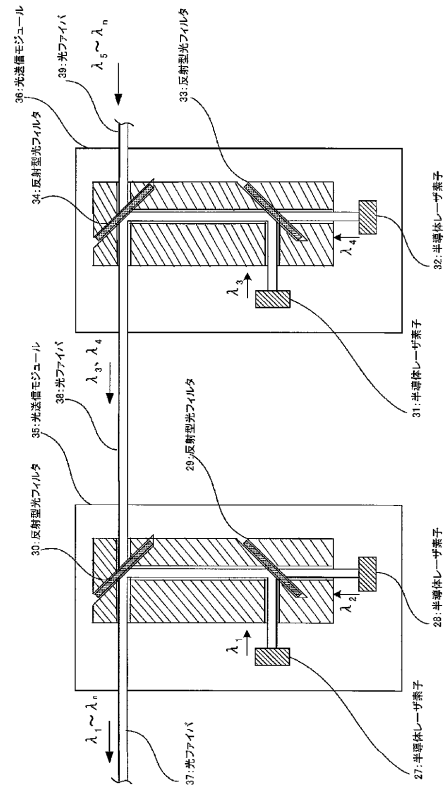
【 図 6 】



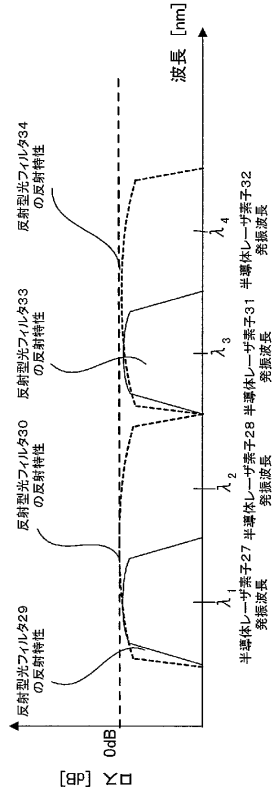
【 図 7 】



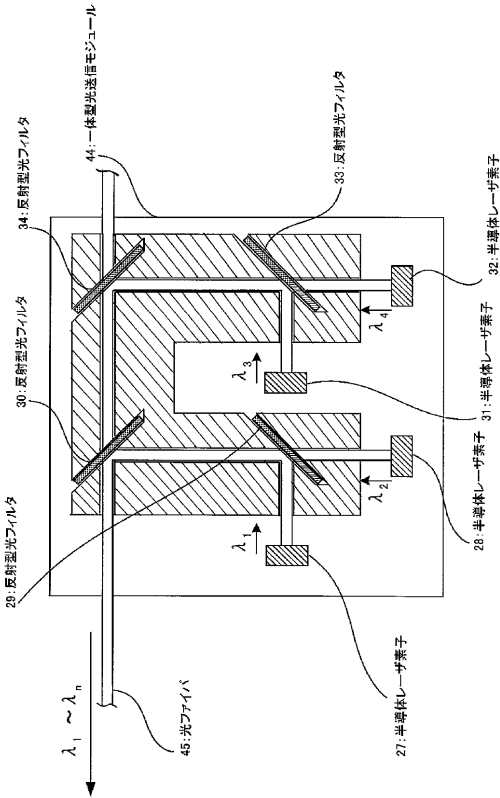
【 図 8 】



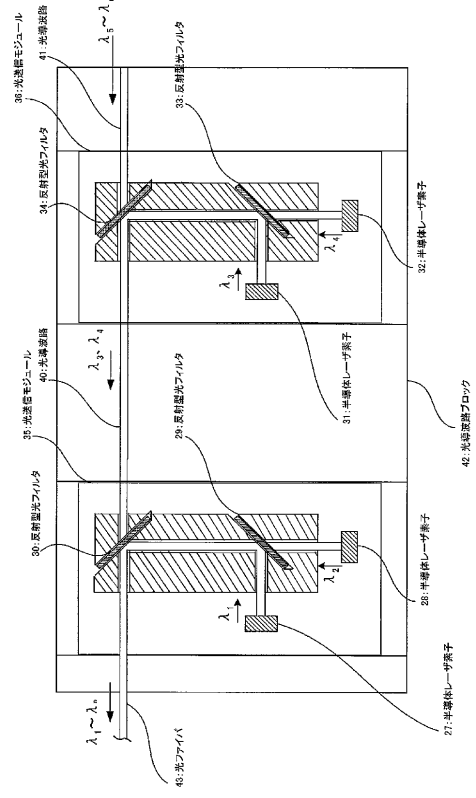
【図9】



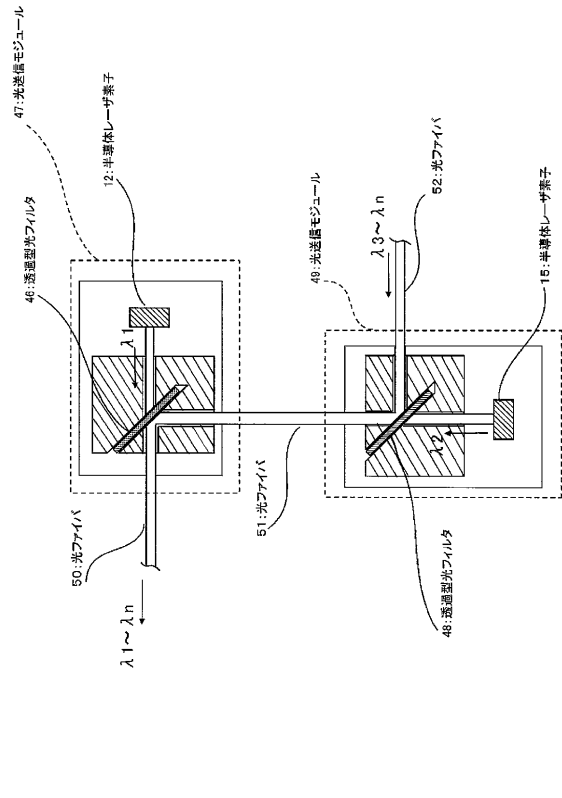
【図11】



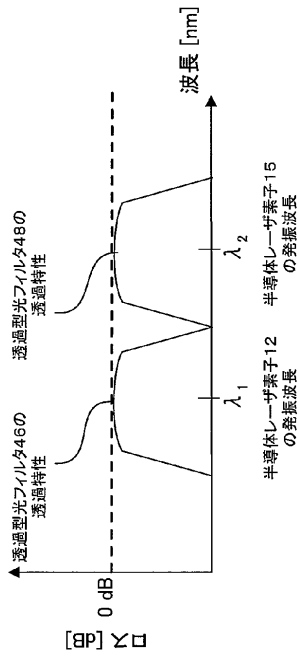
【図10】



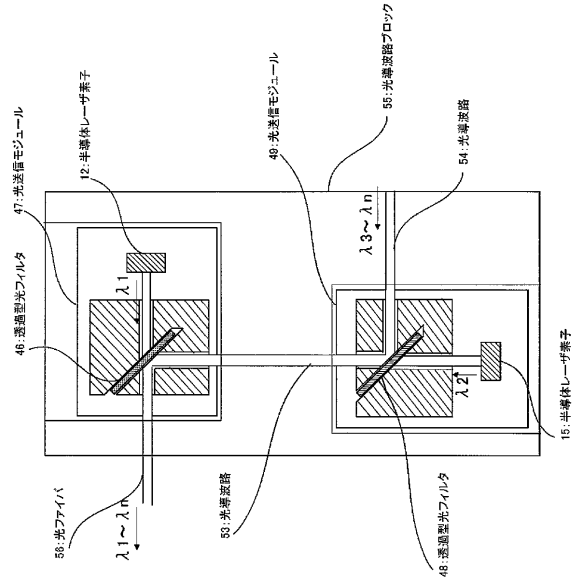
【図12】



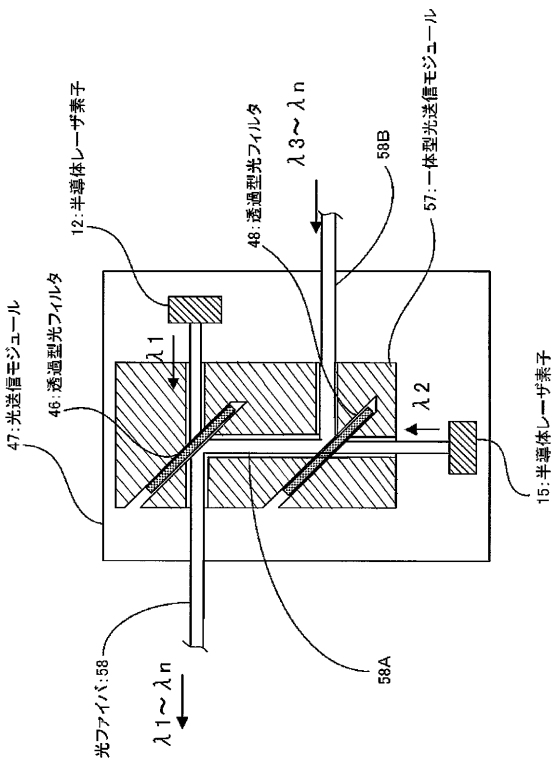
【 図 1 3 】



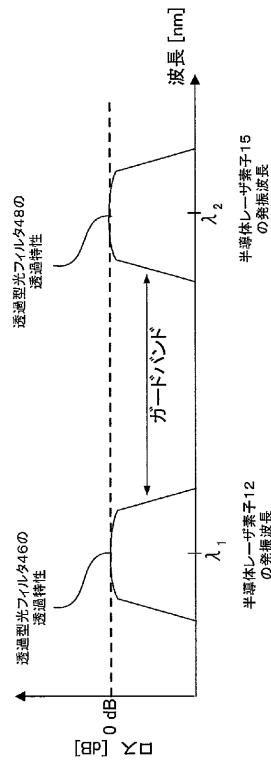
【 図 1 4 】



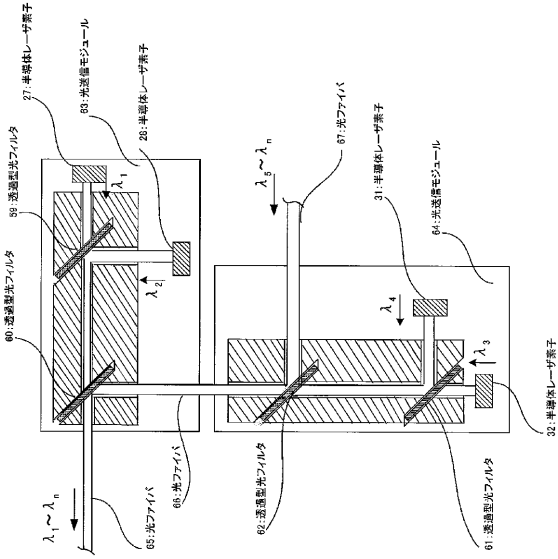
【 図 1 5 】



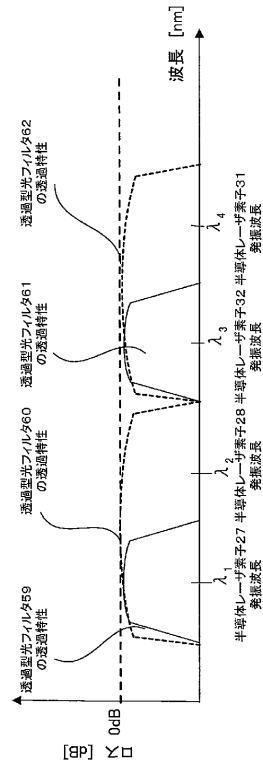
【 図 1 6 】



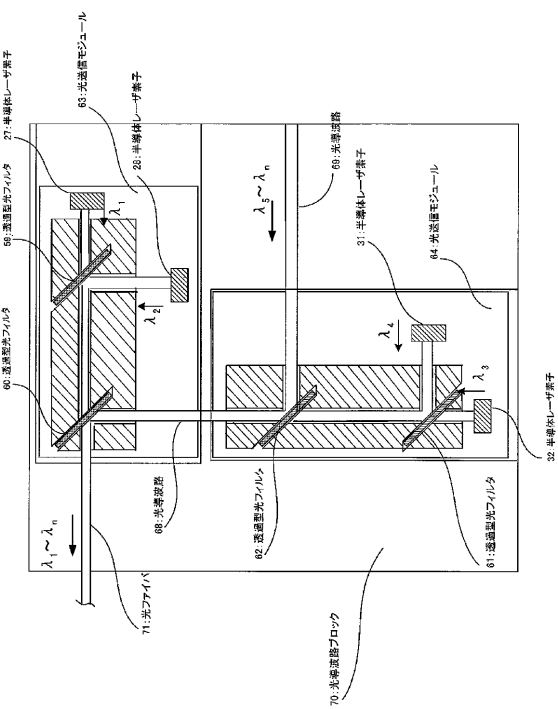
【図 17】



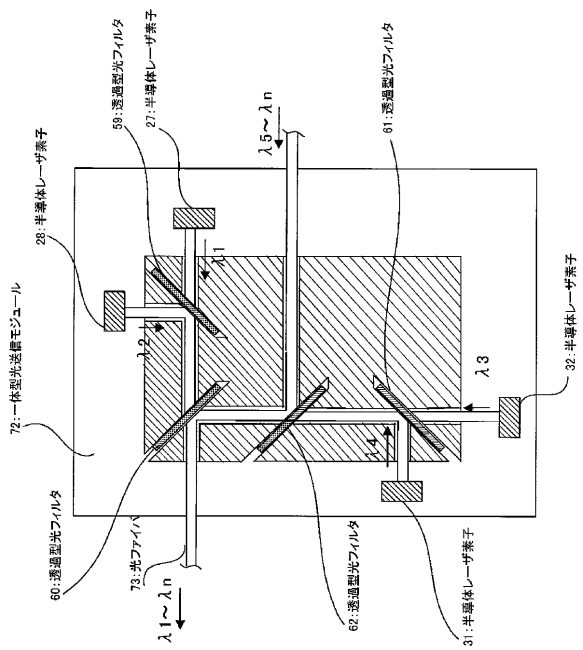
【図 18】



【図 19】



【図 20】





---

フロントページの続き

(72)発明者 川島 勢一郎

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号 パナソニック モバイルコミュニケーションズ株式  
会社内

Fターム(参考) 2H037 AA01 BA04 BA05 CA37 CA39 DA03 DA04 DA06