

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3860052号
(P3860052)

(45) 発行日 平成18年12月20日(2006.12.20)

(24) 登録日 平成18年9月29日(2006.9.29)

(51) Int. Cl. F I
GO2F 1/01 (2006.01) GO2F 1/01 F
GO2F 1/29 (2006.01) GO2F 1/29

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2002-63360 (P2002-63360)	(73) 特許権者	000006035
(22) 出願日	平成14年3月8日(2002.3.8)		三菱レイヨン株式会社
(65) 公開番号	特開2003-262894 (P2003-262894A)		東京都港区港南一丁目6番4 1号
(43) 公開日	平成15年9月19日(2003.9.19)	(74) 代理人	100059959
審査請求日	平成17年3月7日(2005.3.7)		弁理士 中村 稔
		(74) 代理人	100067013
			弁理士 大塚 文昭
		(74) 代理人	100082005
			弁理士 熊倉 禎男
		(74) 代理人	100065189
			弁理士 穴戸 嘉一
		(74) 代理人	100096194
			弁理士 竹内 英人
		(74) 代理人	100074228
			弁理士 今城 俊夫

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光フィルタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

中心から外周部に向かって屈折率が連続的に減少し、且つ、該屈折率の分布定数が温度により変化する屈折率分布型の光伝送部と、

前記光伝送部の軸線方向一端側に設けられた波長多重光用接続部と、

前記光伝送部の軸線方向他端側に設けられた単色光用接続部と、

前記光伝送部の温度を変化させ、前記波長多重光用接続部から前記光伝送部に入射した波長多重光に含まれる単色光の前記光伝送部からの出射位置を変化させ、該単色光の何れかを選択的に前記単色光用接続部に入射させる温度変更手段と、を備えている、

ことを特徴とする光フィルタ。

【請求項 2】

前記単色光用接続部が、前記光伝送部の軸線方向他端側に設けられたプリズムに設けられている、

請求項 1 に記載の光フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、特定の波長の光を選択的に取り出すことができる波長可変光フィルタ（光スイッチ）に関連する。

【0002】

【従来の技術】

情報伝送容量の増大に伴い、波長が異なる光にそれぞれ異なった情報を付与し、これら波長の異なる光を多重して伝送する波長多重伝送方式の伝送システムが採用されている。この伝送システムでは、複数の波長を含む波長多重光から特定の波長の光を選択的に取り出すために、光フィルタ、光スイッチ等が使用される。

【0003】

このような光フィルタ、光スイッチとして、マッハツェンダー干渉計型光導波路中にグレーティングを配置した光フィルタや、このような光フィルタに、クロム、銅などの金属蒸着膜を設けこれに電流を流して熱を発生させ、光導波路を加熱する薄膜ヒータを取付けた熱光学光スイッチ等が開発されている。

10

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

しかしながら、上述した光導波路を備えた光フィルタおよび光スイッチは、製作工程が煩雑であるため量産性に欠ける。また、グレーティングを製作する際には、コアまたはクラッドに数ミクロンあるいはそれ以上の精度で周期的に切欠きを作ることが要求されるため、コストが上昇する。

【0005】

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、製作が容易であり且つ取り出すことができる単色光の波長を変更することができる光フィルタを提供することを目的とする。

【0006】**【課題を解決するための手段】**

本発明によれば、中心から外周部に向かって屈折率が連続的に減少し、且つ、該屈折率の分布定数が温度により変化する屈折率分布型の光伝送部と、前記光伝送部の軸線方向一端側に設けられた波長多重光用接続部と、前記光伝送部の軸線方向他端側に設けられた単色光用接続部と、前記光伝送部の温度を変化させ、前記波長多重光用接続部から前記光伝送部に入射した波長多重光に含まれる単色光の前記光伝送部からの出射位置を変化させ、該単色光のいずれかを選択的に前記単色光用接続部に入射させる温度変更手段と、を備えている、ことを特徴とする光フィルタが提供される。

20

【0007】

このような構成を有する光フィルタによれば、光伝送部の温度を変化させることにより、単色光用接続部に導かれる単色光の波長が変更されるので、簡単な構成で、選択的に取り出すことができる光の波長を変更できる。

30

【0008】

本発明の好ましい態様によれば、前記単色光用接続部が、前記光伝送部の軸線方向他端側に設けられたプリズムに設けられている。

【0010】**【発明の実施の形態】**

以下、図面を参照して本発明の好ましい実施形態を詳細に説明する。図1は、本発明の好ましい実施形態の光フィルタ（光スイッチ）1の構成を概略的に示す斜視図である。

【0011】

図1に示されているように、光フィルタ1は、基板2上に取付けられた光伝送部4を備えている。光フィルタ1は、更に、光伝送部4の一端（入射）側に配置され波長多重光を入射させる入射側光ファイバ6と、光伝送部4の他端（出射）側に配置されたプリズム8と、プリズム8に接続された出射側光ファイバ10と、光伝送部4の温度を調節する温度調整器12を備えている。入射側光ファイバ6は、光伝送部4の中心軸と平行に光伝送部4に接続されている。

40

【0012】

本実施形態では、温度調整器12として、ペルチェ素子を使用している。ペルチェ素子は、加熱および冷却を効果的に行うことができるため好ましい。しかしながら、ヒータ等の他の加熱手段又は冷却手段を用いても良い。

50

【 0 0 1 3 】

光伝送部 4 を均一に加熱または冷却するため、光フィルタ 1、特に光伝送部 4 を、他の樹脂で封止するか、温度調節器 1 2 を筒状に形成し、その中に光伝送部 4 を配置するのが好ましい。

【 0 0 1 4 】

光伝送部 4 は、略円筒状であり中心軸線 c から周辺部に向かって屈折率が連続的に減少する屈折率分布型の光伝送部である。本実施形態では、光伝送部 4 の屈折率 n は、下記の式 (1) で近似される分布状態にある。

$$N(r) = n_0 \times (1 - g^2 \times r^2 / 2) \dots \dots \text{式 (1)}$$

n_0 : 中心軸 c 上の屈折率、

g : 屈折率分布定数

r : 中心軸 c からの半径方向の距離

10

【 0 0 1 5 】

光伝送部 4 は、イオン交換法等を用いて無機ガラスから製造された光伝送部、または、プラスチックで製造され、その外周がクラッド層 (図示せず) で覆われた光学部品である。光伝送部 4 は、入射側光ファイバ 6 を経て軸線方向一端側 (図 1 の右側) から入射した光を、図 1 に矢印 A で示すように、光伝送部 4 内を蛇行させながら伝播して軸線方向他端側 (図 1 の左側) から出射させる。

【 0 0 1 6 】

入射する光が波長多重光 1 4 であるときには、中心軸上の屈折率 n_0 と屈折率分布定数 g の波長分散に起因する色収差により、各単色光には、波長によって少しずつ異なる屈折率分布が与えられる。この結果、光伝送部 4 に入射した波長多重光 1 4 に含まれる各波長 (1、 2、 3) の単色光 1 6、1 8、2 0 は、光伝送部 4 内で異なる蛇行周期 (経路) を有する。このため、光伝送部 4 の一端側の入射した波長多重光 1 4 は、これに含まれる各波長 (1、 2、 3) の単色光は、波長毎に、単色光 1 6、1 8、2 0 に分波され、各単色光は、光伝送部 4 の他端側の異なった位置から異なった角度で出射する。

20

【 0 0 1 7 】

屈折率は、温度により変化する。円筒体である光伝送部 4 においては、半径方向に沿って屈折率の温度依存性 (温度変化に対する変化量) が変化しているため、屈折率分布定数 g も温度に依存して変化することになる。従って、光伝送部 4 の温度を変化させることにより、光伝送部 4 から光の出射位置を変化させることができる。

30

【 0 0 1 8 】

屈折率の変化の程度は、材料の熱膨張係数に依存する傾向があり、小さい温度変化で大きく屈折率を変化させようとする場合には、プラスチック製の光伝送部を用いることが好ましい。また、屈折率分布定数を大きく変化させようとする場合は、中心部と外周部とで構成材料の熱膨張係数の差を大きくとることが好ましい。光伝送部 4 としては後述する屈折率分布の温度依存性の定数が、 5×10^{-5} 以上であるものを用いることが好ましい。

【 0 0 1 9 】

本実施形態の光フィルタ 1 は、温度調節器 1 2 によって光伝送部 4 の温度を第 1 の温度としたときに、光伝送部 4 に入射した波長多重光 1 4 に含まれる第 1 の波長 (1) の単色光 1 6 が、出射側光ファイバ 1 0 に入射するように構成されている。また、温度調節器 1 2 によって光伝送部 4 の温度を第 2 の温度としたときに、図 1 に示されているように、光伝送部 4 に入射した波長多重光 1 4 に含まれる第 2 の波長 (2) の単色光 1 8 が、出射側光ファイバ 1 0 に入射するように構成されている。さらに、温度調節器 1 2 によって光伝送部 4 の温度を第 3 の温度としたときに、光伝送部 4 に入射した波長多重光 1 4 に含まれる第 3 の波長 (3) の単色光 2 0 が、出射側光ファイバ 1 0 に入射するように構成されている。従って、本実施形態では、光伝送部 4 の温度を温度調節器 1 2 で、第 1、第 2 又は第 3 の温度にすることによって、出射側光ファイバ 1 0 に入射させる光の波長を選択的に変更することができる。

40

【 0 0 2 0 】

50

光伝送部 4 に接続される光ファイバ 6、10 としては、石英ガラス製のガラス光ファイバ、または、ポリメタクリル酸メチル、ポリスチレン、ポリカーボネートなどのプラスチックからなるプラスチック光ファイバ等が使用される。

【0021】

接続される光ファイバ 6、10 の屈折率分布は、特に限定されるものではなく、ステップインデックス (SI) 型ファイバ、グレーディッドインデックス (GI) 型ファイバ等の公知の光ファイバが光ファイバ 8、12 として使用可能である。

【0022】

このような構成を有する本実施形態の分波器によれば、複雑な構成および光部品を用いることなく、簡単な構成で、波長多重光からの特定の波長の光を分離することができ、且つ、分離することができる波長を容易に変更できる。

10

【0023】

本発明は、上記実施形態に限定されず特許請求の範囲に記載した範囲内で種々の変更、変形が可能である。

【0024】

【実施例】

次に、図 2 ないし図 4 に沿って、本発明の一実施例を説明する。図 2 は、本発明の一実施例の光フィルタ 101 の概略的な構成を示す平面図である。光スイッチ 101 は、出射側にプリズムが設けられていない点を除いて、基本的な構成は上記実施形態の光フィルタ 1 と同一である。したがって、光フィルタ 1 の構成要素と対応する構成要素には、光フィルタ 1 と同一の 100 番台の参照番号を付す。

20

【0025】

光フィルタ 101 では、直径 1 mm、長さ 8.73 mm の屈折率分布型のプラスチック製の光伝送部 104 の中心軸 c から距離 r (0.45 mm) の位置に、入射側光ファイバ 106 である石英ガラス製のシングルモード光ファイバが、中心軸 c と平行になるように端面接続されている。又、温度調節器 112 としては、ペルチェ素子を使用されている。入射側光ファイバ 106 から入射させる波長多重光 114 は、 $\lambda_1 = 1285.4 \text{ nm}$ 、 $\lambda_2 = 1523.6 \text{ nm}$ の単色光が多重されたものである。光伝送部 104 の温度を 20 としたときの、波長 λ_1 に対する光伝送部 104 の屈折率分布定数 g_1 は、0.543 であり、波長 λ_2 に対する光伝送部 104 の屈折率分布定数 g_2 は、0.540 である。さらに、波長 λ_1 に対する中心軸 c 上の屈折率 n_1 は 1.497、波長 λ_2 に対する中心軸 c 上の屈折率 n_2 は 1.493 である。

30

【0026】

上記の式 (1) で略近似される屈折率分布状態を有する光伝送部 104 での光線マトリクスは、次式 (2) で与えられる。

【数 1】

$$\begin{pmatrix} r_2 \\ \theta_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \cos(gZ) & \sin(gZ)/ng \\ -ng \cdot \sin(gZ) & \cos(gZ) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} r_1 \\ \theta_1 \end{pmatrix} \dots (2)$$

40

【0027】

ここで、 n は中心軸 c 上の屈折率、 g は屈折率分布定数を示し、 Z は光伝送部 104 の長さ、 r_1 は光伝送部 104 の軸線方向一端面への光線 P の入射位置と中心軸 c との距離、 θ_1 は光伝送部 104 の軸線方向一端面への光線 P の入射角度 (rad)、 r_2 は光伝送部 104 の軸線方向他端面からの光線 P の出射位置と中心軸 c との距離、 θ_2 は光伝送部 104 の軸線方向他端面からの光線 P の出射角度 (rad) を表す (図 3 参照)。

【0028】

上記 (2) 式から、出射端面 (他端面) での光線の出射位置は、屈折率分布定数 g と屈折率 n に応じて変化することがわかる。この結果、図 2 に示されているように、光伝送部 1

50

04の一端面の同一入射位置(半径方向位置)rから複数の異なった波長 λ_1 、 λ_2 を含む波長多重光114が入射したときには、各波長に対する屈折率分布定数gと屈折率nとが異なるため、光伝送部104の他端面での各光線116、118の出射位置と中心軸cとの距離 r_{21} 、 r_{22} が異なる。

【0029】

本実施例では、上記温度条件では、 $\lambda_1 = 1285.4 \text{ nm}$ の単色光は $r_{21} = 0.01 \text{ mm}$ 、 $\lambda_2 = 1523.6 \text{ nm}$ の単色光は $r_{22} = 0.00 \text{ mm}$ の位置から出射し、 λ_2 の単色光118が出射側光ファイバ110に入射する。

【0030】

図4は、屈折率分布型の光伝送部104の屈折率分布の温度依存性を示すグラフである。図4に示されているように、本実施例の光伝送部104の屈折率分布定数の温度依存性の係数は、 $6.0 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ である。従って、光伝送部104の温度を70°Cに設定すると、波長 λ_1 、 λ_2 の光線に対する屈折率分布定数は、それぞれ、 $g_1 = 0.540$ 、 $g_2 = 0.537$ となり、波長 λ_1 、 λ_2 の光線の出射位置と中心軸cとの距離は、 $r_{21} = 0.00 \text{ mm}$ 、 $r_{22} = -0.01 \text{ mm}$ に変化する。この結果、出射側光ファイバ110に入射する光は、光伝送部104の温度が20°Cの場合の波長 λ_2 の単色光から、 λ_1 の単色光に切り替わることになる。このように、温度調整器112によって、光伝送部104の温度を変化させることで、取り出すことができる光の波長を変更することができる。

10

【0031】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、製作が容易であり且つ取り出すことができる単色光の波長を変更することができる光フィルタが提供される。

20

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態の光フィルタの構成を示す概略的な斜視図である。

【図2】本発明の実施例の光フィルタの構成、作用を示す概略的な側面図である。

【図3】本発明の実施例の光フィルタの原理を説明するための図面である。

【図4】本発明の実施例の伝送部の屈折率分布の温度依存性を示すグラフである。

【符号の説明】

1：光フィルタ

2：基板

4：光伝送部

6：入射側光ファイバ

10：出射側光ファイバ

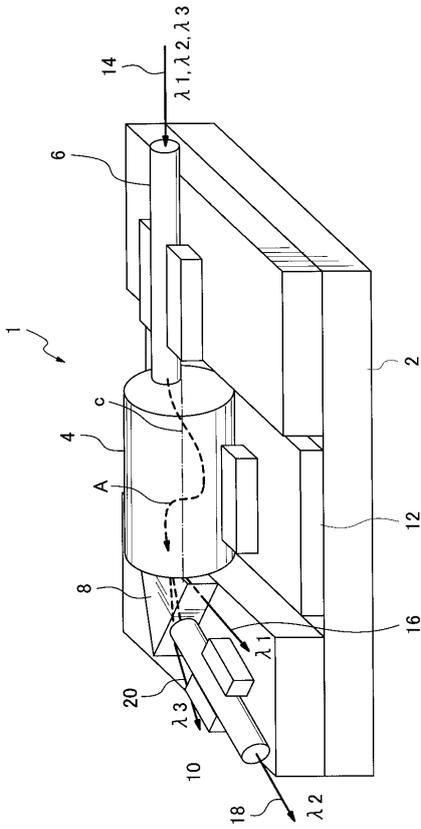
12：温度調整器

14：波長多重光

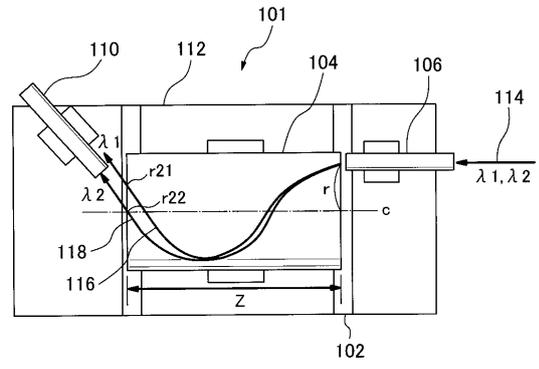
16、18、20：単色光

30

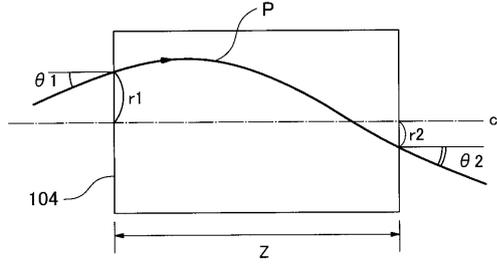
【 図 1 】



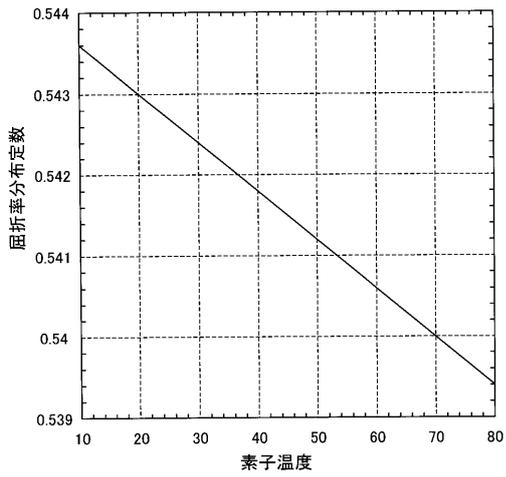
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

- (74)代理人 100084009
弁理士 小川 信夫
- (74)代理人 100082821
弁理士 村社 厚夫
- (74)代理人 100086771
弁理士 西島 孝喜
- (74)代理人 100084663
弁理士 箱田 篤
- (74)代理人 100098475
弁理士 倉澤 伊知郎
- (72)発明者 服部 俊明
広島県大竹市御幸町20番1号 三菱レイヨン株式会社 中央技術研究所内
- (72)発明者 廣田 憲史
広島県大竹市御幸町20番1号 三菱レイヨン株式会社 中央技術研究所内
- (72)発明者 魚津 吉弘
広島県大竹市御幸町20番1号 三菱レイヨン株式会社 中央技術研究所内

審査官 日夏 貴史

- (56)参考文献 米国特許第6011885 (US, A)
特開昭49-102204 (JP, A)
特開昭54-138453 (JP, A)
実開昭54-51551 (JP, U)
特開昭59-193429 (JP, A)
特開昭59-191002 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02F 1/00 - 1/035
G02F 1/29 - 1/313
G02B 6/26 - 6/293