

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年2月8日 (08.02.2001)

PCT

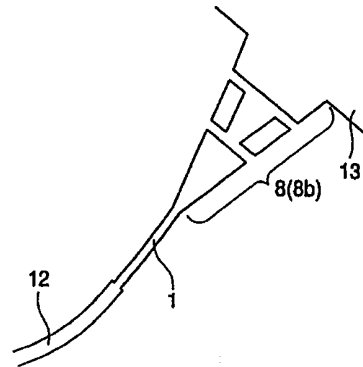
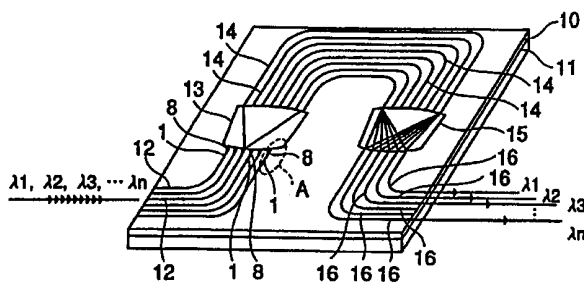
(10) 国際公開番号
WO 01/09652 A1

- (51) 国際特許分類⁷: G02B 6/12, 6/293 Kazutaka) [JP/JP]. 中島 毅 (NAKAJIMA, Takeshi) [JP/JP]. 柏原一久 (KASHIHARA, Kazuhisa) [JP/JP]; 〒100-8322 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古河電気工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/00539
- (22) 国際出願日: 2000年2月1日 (01.02.2000)
- (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: 特願平11/216741 1999年7月30日 (30.07.1999) JP
- (74) 代理人: 五十嵐清 (IGARASHI, Kiyoshi); 〒220-0011 神奈川県横浜市西区高島2丁目10番13号 横浜東口ビル908号室 Kanagawa (JP).
- (81) 指定国 (国内): US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 古河電気工業株式会社 (THE FURUKAWA ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒100-8322 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 Tokyo (JP).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 奈良一孝 (NARA,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: ARRAY WAVEGUIDE DIFFRACTION GRATING

(54) 発明の名称: アレイ道波路回折格子



(57) Abstract: An array waveguide diffraction grating whose pass spectrum has a flat region of good flatness near the center wavelength. Straight waveguides (1) are connected to the outputs of light input waveguides (12). The width of each straight waveguide (1) is 0.65 times that of each light input waveguide (12). Taper waveguides (8) each for expanding the mode field of a signal light toward the output side are connected to the output side of the respective straight waveguides (1). A first slab waveguide (13), parallel array waveguides (14) having different lengths, a second slab waveguide (15), and parallel light output waveguides (16) are connected to the output side of the taper waveguides (8) in order of mention. The center of the power of the light signal propagated through the light input waveguides (12) is shifted to the center in the direction of the width by means of the straight waveguides (1) to input the center of the power of the light signal into the center in the direction of the width of the input end of the taper waveguides (8). Thereby the distortion of the mode field of the light outputted from the taper waveguides (8) is suppressed and a good flat region is created near the center wavelength of the pass spectrum.

[続葉有]

WO 01/09652 A1



(57) 要約:

通過スペクトルの中心波長付近に平坦度の良好な平坦化領域を形成できるアレイ導波路回折格子である。複数の光入力導波路（12）の各出射側に各光入力導波路（12）の幅の0.65倍以下の幅をもった直線導波路（1）を接続し、その各出射側に信号光のモードフィールドを出射側に向かうにつれて広げるテーパ導波路（8）を接続し、その出射側に第1のスラブ導波路（13）、互いに異なる長さの並設した複数のアレイ導波路（14）、第2のスラブ導波路（15）、複数の並設した光出力導波路（16）を順に接続する。光入力導波路（12）を伝搬してきた光信号のパワーの中心を直線導波路（1）により幅方向の中心に移動させて該光信号パワー中心をテーパ導波路（8）の入射端の幅方向中心に入射させることで、テーパ導波路（8）から出射される光のモードフィールドの歪みを抑制し、通過スペクトルの中心波長付近に良好な平坦化領域を形成する。

明 細 書

アレイ導波路回折格子

技術分野

本発明は、光通信分野などに使用されるアレイ導波路回折格子に関するものである。

背景技術

近年、光通信においては、その伝送容量を飛躍的に増加させる方法として、光波長多重通信の研究開発が盛んに行なわれ、実用化が進みつつある。光波長多重通信は、例えば互いに異なる波長を有する複数の光を波長多重化して伝送させるものである。このような光波長多重通信のシステムにおいては、伝送される複数の光から、光受信側で波長ごとの光を取り出すことが行なわれる。そのため、光波長多重通信システム内には、予め定められた波長の光のみを透過する光透過素子等が設けられる必要がある。

光透過素子の一例として、例えば第8図の(a)に示すようなアレイ導波路回折格子(AWG; Arrayed Waveguide Grating)がある。アレイ導波路回折格子は、基板11上に、同図に示すような導波路構成を有する導波路形成部10を設けたものである。前記導波路構成は、以下に示す通りである。

すなわち、1本以上の並設された光入力導波路12の出射側に、第1のスラブ導波路13が接続されている。そして、第1のスラブ導波路13の出射側には、複数の並設されたアレイ導波路14が接続され、複数のアレイ導波路14の出射側には第2のスラブ導波路15が接続されて

いる。第2のスラブ導波路15の出射側には複数の並設された光出力導波路16が接続されている。前記アレイ導波路14は、第1のスラブ導波路13から導出された光を伝搬するものであり、互いに異なる長さに形成されている。

なお、光入力導波路12や光出力導波路16の本数は、例えばアレイ導波路回折格子によって分波される互いに異なる波長の信号光の数に対応させて設けられるものである。また、アレイ導波路14は、通常、例えば100本といったように多数設けられる。ただし、同図においては、図の簡略化のために、これらの各導波路12、14、16の本数は、簡略的に示してある。また、アレイ導波路回折格子を形成する導波路構成は、一般に、図の破線軸Cに対して対称に形成されている。

第8図の(a)の鎖線枠A内を拡大して示す拡大図の概略図が、第8図の(b)に示されている。第8図の(b)に示すように、従来のアレイ導波路回折格子においては、曲線形状の光入力導波路12の出射側が第1のスラブ導波路13の入射側に直接接続されている。また、同様に、第2のスラブ導波路15（同図には図示せず）の出射側に、曲線形状の光出力導波路16の入射側が直接接続されている。

光入力導波路12には、例えば送信側の光ファイバが接続されて、波長多重光が導入されるようになっている。光入力導波路12を通過して第1のスラブ導波路13に導入された光は、その回折効果によって広がって複数の各アレイ導波路14に入射し、各アレイ導波路14を伝搬する。

各アレイ導波路14を伝搬した光は、第2のスラブ導波路15に達し、さらに、光出力導波路16に集光されて出力される。なお、各アレイ導波路14の長さが互いに異なることから、各アレイ型導波路14を伝搬した後に、個々の光の位相にずれが生じる。そして、このずれ量に応

じて集束光の波面が傾き、この傾き角度により集光する位置が決まる。そのため、波長の異なった光の集光位置は互いに異なることになり、その位置に光出力導波路 16 を形成することによって、波長の異なった光を各波長ごとに異なる光出力導波路 16 から出力できる。

例えば、同図に示すように、1本の光入力導波路 12 から波長 λ_1 , λ_2 , λ_3 , \dots , λ_n (n は 4 以上の整数) の波長多重光を入力させると、この光は、第 1 のスラブ導波路 13 で広げられる。そして、光はアレイ導波路 14 に到達し、第 2 のスラブ導波路 15 を通って、前記の如く、波長によって異なる位置に集光される。そして、それぞれの波長の光は、それぞれ異なる光出力導波路 16 に入射し、それぞれの光出力導波路 16 を通って、光出力導波路 16 の出射端から出力される。したがって、各光出力導波路 16 の出射端に光出力用の光ファイバを接続することにより、この光ファイバを介して、前記分波された各波長の光が取り出される。

このアレイ型導波路回折格子においては、回折格子の波長分解能が回折格子を構成する各アレイ導波路 14 の長さの差 (ΔL) に比例する。そのため、アレイ導波路回折格子は、 ΔL を大きく設計することにより、従来の回折格子では実現できなかった波長間隔の狭い波長多重光の光合分波ができる。したがって、アレイ導波路回折格子は、高密度の光波長多重通信の実現に必要とされている、複数の信号光の光合分波機能 (波長間隔が 1 nm 以下の複数の光信号を分波または合波する機能) を果たせる。

ところで、アレイ導波路回折格子は、前記の如く、例えば光波長多重通信のシステム等に適用されるもので、例えば伝送される複数の光から、光受信側で波長ごとの光を取り出すために用いられる。そのため、アレイ導波路回折格子において、出力する光信号の中心波長がずれること

は致命的問題である。

しかしながら、例えば、石英系導波路を用いたアレイ導波路回折格子では、アレイ導波路14に屈折率温度依存性がある。このため、アレイ導波路回折格子の通過スペクトルの中心波長（アレイ導波路回折格子の各光出力導波路16からの出力光の中心波長）は、外部環境温度によりずれてしまう。そこで、これを防止するため、従来は、アレイ導波路回折格子をペルチェで温調する方法や、ヒーターにより高温に加熱する方法等の対策を施している。このような対策を施すと、アレイ導波路14の屈折率温度依存性によって引き起こされるアレイ導波路回折格子の通過スペクトル中心波長ずれは抑制される。

しかしながら、前記通過（透過）スペクトルの中心波長ずれは、光入力導波路12の曲がり構造や、アレイ導波路14のコア幅（導波路幅）、コア厚（導波路の厚み）及び屈折率の作製誤差によっても発生する。このような作製誤差によるアレイ導波路回折格子の通過スペクトル中心波長ずれは、上記温度制御によって抑制することはできない場合がある。

そこで、上記コア厚及び屈折率の作製誤差などによって光透過中心波長が多少ずれても、十分なアイソレーションがとれる構成のアレイ導波路回折格子が提案されている。この提案は、アレイ導波路回折格子を通過した各光の通過スペクトルが、例えば第9図に示すようなスペクトルになるようにするものである。すなわち、この提案は、光透過中心波長の長波長側と短波長側に平坦化領域が形成されるように、アレイ導波路回折格子を設計するものである。このように、アレイ導波路回折格子の光透過中心波長付近に平坦化領域が形成されるように設計すると、光透過中心波長が多少ずれても、十分なアイソレーションがとれる。そのため、上記提案は、アレイ導波路回折格子の光入力導波路12の曲がり構

造や、アレイ導波路14の前記パラメータの作製誤差が生じて、問題なく機能できるアレイ導波路回折格子となる。

このようなアレイ導波路回折格子は、フラットバンドパスタイプのアレイ導波路回折格子と呼ばれており、例えば第10図の(a)、(b)に示す構成を有する。すなわち、フラットバンドパスタイプのアレイ導波路回折格子は、例えば、各光入力導波路12の出射側に、出射側に向かうにつれて導波路幅が拡大するテーパ導波路8(8a, 8b)を設けて構成される。

第10図の(a)示すテーパ導波路8aはパラボリックテーパ導波路であり、第10図の(b)に示すテーパ導波路8bはスリットテーパ導波路(特願平10-237440参照)である。これらのテーパ導波路8a, 8bは、信号光のモードフィールドを出射側に向かうにつれて広げるモードフィールド拡大導波路として機能する。また、このようなテーパ導波路8a, 8bは、モードフィールド拡大機能によって、アレイ導波路回折格子の通過スペクトルに第9図に示した平坦化領域を形成することから、平坦化コアパターンと称される場合がある。

以下、フラットバンドパスタイプのアレイ導波路回折格子について、詳細に説明する。一般に、アレイ導波路回折格子の通過スペクトルは、以下に示すの2種類のモードフィールドの重ね合わせ積分で与えられる。その1つは、光入力導波路12から出射される光が第1のスラブ導波路13に入力する際の、第1のスラブ導波路13の入射境界面でのモードフィールドである。もう1つは、第2のスラブ導波路15から出射される光が光出力導波路16に入力する際の、光出力導波路16の入射境界面でのモードフィールドである。

それゆえ、上記2種類のモードフィールド径のうち少なくとも一方を歪み無く広げることにより、第9図に示したような平坦化領域を有する

光の通過スペクトルが得られる。すなわち、上記平坦化領域を有する通過スペクトルを得るための1つの方法は、光入力導波路12からの出射光のモードフィールドを歪み無く広げてスラブ導波路13に入射させることである。上記平坦化領域を有する通過スペクトルを得るためのもう1つの方法は、第2のスラブ導波路15からの出射光のモードフィールドを歪み無く狭めて光出力導波路16に入射させることである。

上記2つの方法は、アレイ導波路回折格子の相反性から同等の効果となるため、上記いずれかを行なえば、アレイ導波路回折格子の通過スペクトルを、平坦化領域を有する通過スペクトルとすることができる。第10図の(a)、(b)に示すように、各光入力導波路12の出射側にテーパ導波路8(8a, 8b)を設けると、光入力導波路12を伝搬してきた信号光のモードフィールドを出射側に向かうにつれて広げることができる。そのため、第10図の(a)、(b)に示す構成を有するアレイ導波路回折格子は、フラットバンドパスタイプのアレイ導波路回折格子となる。

ところで、テーパ導波路8のようなモードフィールド拡大導波路を設けることにより信号光のモードフィールド形状を広げる方法は、モードフィールド拡大導波路内で高次モード成分を発生伝搬させることにより得られる方法である。また、モードフィールド拡大導波路の入力の中心位置に光が入力した場合に、均一な高次モード成分が発生伝搬する。そのため、モードフィールド拡大導波路の入力の中心位置に光が入力した場合に、歪みのないモードフィールド形状を形成し、光通過スペクトルの中心波長の長波長側および短波長側に平坦なモードパターンが得られる。

一方、モードフィールド拡大導波路の入力の中心位置からずれた位置に光が入射した場合には、均一でない高次モード成分が発生伝搬するこ

とにより、歪んだモードフィールド形状となる。そのため、この場合は、光通過スペクトルの中心波長の長波長側および短波長側に形成される平坦化領域の平坦度が劣化したモードパターンが得られることになる。

しかしながら、前記の如く、光入力導波路 1 2 は曲線状態で形成されているため、伝搬する光は曲線状態の光入力導波路 1 2 の中心から外れて進む。そのため、光入力導波路 1 2 を伝搬していく光パワーの中心は、光入力導波路 1 2 の曲率半径に依存して光入力導波路 1 2 の中心から外れる。また、光入力導波路 1 2 の構造パラメータ（コア厚、コア幅、屈折率）の作製誤差によっても、光パワーの中心が、光入力導波路 1 2 の中心から外れてしまう。

このため、この光パワーの中心が、テーパ導波路 8 によようなモードフィールド拡大導波路の中心に入射することはほとんどありえない。そうになると、均一でない高次モード成分が発生伝搬し、第 10 図の (a) に示すように、テーパ導波路 8 の出射モードフィールドは大きく歪む。そして、テーパ導波路 8 によって、光入力導波路 1 2 からの出射光のモードフィールドを歪み無く広げてスラブ導波路 1 3 に入射させることができなくなる。

したがって、第 11 図に示されるように、従来のフラットバンドパスタイプのアレイ導波路回折格子においては、通過スペクトルの平坦化領域の平坦度が悪く、かつスペクトル全体の形状が歪んでいるものも多く見受けられた。したがって、従来のフラットバンドパスタイプのアレイ導波路回折格子が、第 9 図に示したような設計通りの通過スペクトルを得られることは非常に困難であった。

本発明は上記課題を解決するために成されたものである。本発明の目的は、通過スペクトルの中心波長の長波長側および短波長側に平坦度の良好な平坦化領域を形成することができるアレイ導波路回折格子を提供

することにある。すなわち、本発明は、上記平坦度の良好な平坦化領域を形成することにより、アレイ導波路回折格子を形成する光入力導波路やアレイ導波路等の作製誤差により光透過中心波長がずれても、十分なアイソレーションがとれ、歩留まりを高くできるアレイ導波路回折格子を提供する。

発明の開示

上記目的を達成するために、本発明は次のような構成をもって課題を解決するための手段としている。すなわち、本発明の第1構成のアレイ導波路回折格子は、1本以上の並設された光入力導波路の出射側に第1のスラブ導波路が接続され、該第1のスラブ導波路の出射側には該第1のスラブ導波路から導出された光を伝搬する互いに異なる長さの複数の並設されたアレイ導波路が接続され、該複数のアレイ導波路の出射側には第2のスラブ導波路が接続され、該第2のスラブ導波路の出射側には複数の並設された光出力導波路が接続されて成る導波路構成を有し、前記光入力導波路から入力された互いに異なる波長の複数の光信号を、前記アレイ導波路によって各波長ごとに位相差をつけて伝搬させて各波長ごとに異なる光出力導波路に入射させ、互いに異なる波長の光を異なる光出力導波路から出力するアレイ導波路型光回折格子において、前記各光入力導波路の出射側には該光入力導波路の幅よりも狭幅の直線導波路が接続され、さらに、各直線導波路の出射側には信号光のモードフィールドを出射側に向かうにつれて広げるモードフィールド拡大導波路が接続されて、該各モードフィールド拡大導波路の出射側が前記第1のスラブ導波路の入射側に接続されており、前記各直線導波路の幅方向の中心は対応する前記モードフィールド拡大導波路の入射端の幅方向の中心と位置合わせされており、前記各直線導波路の幅を W_s とし、前記各光入

力導波路の幅を W_b としたときに、 $W_s / W_b \leq 0.65$ と成していることを特徴とする。

また、本発明の第2構成のアレイ導波路回折格子は、1本以上の並設された光入力導波路の出射側に第1のスラブ導波路が接続され、該第1のスラブ導波路の出射側には該第1のスラブ導波路から導出された光を伝搬する互いに異なる長さの複数の並設されたアレイ導波路が接続され、該複数のアレイ導波路の出射側には第2のスラブ導波路が接続され、該第2のスラブ導波路の出射側には複数の並設された光出力導波路が接続されて成る導波路構成を有し、前記光入力導波路から入力された互いに異なる波長の複数の光信号を、前記アレイ導波路によって各波長ごとに位相差をつけて伝搬させて各波長ごとに異なる光出力導波路に入射させ、互いに異なる波長の光を異なる光出力導波路から出力するアレイ導波路型光回折格子において、前記各光出力導波路の入射側には該光出力導波路の幅よりも狭幅の直線導波路が接続され、さらに、各直線導波路の入射側には信号光のモードフィールドを出射側に向かうにつれて狭めるモードフィールド縮小導波路が接続されて、該各モードフィールド縮小導波路の入射側が前記第2のスラブ導波路の出射側に接続されており、前記各直線導波路の幅方向の中心は対応する前記光出力導波路の入射側の幅方向の中心と位置合わせされており、前記各直線導波路の幅を W_s とし、前記各光出力導波路の幅を W_b としたときに、 $W_s / W_b \leq 0.65$ と成していることを特徴とする。

さらに、本発明の第3構成のアレイ導波路回折格子は、上記第1構成又は第2構成に加え、前記直線導波路の長さは $2000 \mu\text{m}$ 以下としたことを特徴とする。

本発明の第1構成においては、各光入力導波路の出射側には該光入力導波路の幅よりも狭幅の直線導波路が接続され、さらに、各直線導波路

の出射側には信号光のモードフィールドを出射側に向かうにつれて広げるモードフィールド拡大導波路が接続されている。そして、前記各直線導波路の幅方向の中心は、対応する前記モードフィールド拡大導波路の入射端の幅方向の中心と位置合わせされている。そのため、前記直線導波路は、光入力導波路を伝搬してきた光の余分な高次モード成分を除去し、かつ、光パワーの中心を直線導波路中心に移動させる。したがって、前記各直線導波路の作用によって、光パワー中心を常にモードフィールド拡大導波路の幅方向中心に入射することができる。

なお、本発明者は、前記各直線導波路の幅を W_s とし、前記各光入力導波路の幅を W_b としたときの W_s/W_b の値を様々に変えて、直線導波路が上記のような機能を十分に発揮することができるかどうかを実験により確認した。その結果、 $W_s/W_b \leq 0.65$ のときには、直線導波路によって上記機能を十分に発揮することができ、 W_s/W_b が 0.65 よりも大きいときには、直線導波路を設けても上記機能を十分に発揮できないことが分かった。

上記本発明の第1構成は、上記本発明者の検討結果に基づき、各光入力導波路の出射側と各モードフィールド拡大導波路との間に設ける各直線導波路の幅を最適な値 ($W_s/W_b \leq 0.65$) としたものである。そのため、上記第1構成のアレイ導波路回折格子は、直線導波路によって、光入力導波路を伝搬してきた光の余分な高次モード成分を除去し、光信号パワー中心を前記モードフィールド拡大導波路の入射端の幅方向の中心に入射させることができる。

そして、上記第1構成のアレイ導波路回折格子においては、上記作用によって、モードフィールド拡大導波路内で均一な高次モード成分が発生伝搬することになり、モードフィールド拡大導波路を出射するモードフィールド形状が全体的に歪みがなくなる。したがって、上記第1構成

のアレイ導波路回折格子の通過スペクトルは、その中心波長の長波長側および短波長側に平坦度の良好な平坦化領域を有するものとなる。

そのため、上記第1構成のアレイ導波路回折格子は、たとえアレイ導波路回折格子を形成する光入力導波路やアレイ導波路等の作製誤差により光透過中心波長が多少ずれても、十分なアイソレーションがとれる。そして、上記第1構成のアレイ導波路回折格子は、光透過中心波長ずれに強い、歩留まりの高いアレイ導波路回折格子となる。

また、アレイ導波路回折格子は相反性を有しているために、上記本発明の第2構成においても、上記第1構成と同様の効果が発揮される。

すなわち、上記第2構成は、第2のスラブ導波路、モードフィールド縮小導波路、直線導波路、光出力導波路の順に接続している。そして、上記第2構成において、各直線導波路の幅 W_s と各光出力導波路の幅 W_b との比は、 $W_s / W_b \leq 0.65$ と成しており、 W_s / W_b の値は上記第1構成と同様に適切な値としている。したがって、上記第2構成のアレイ導波路回折格子において、第2のスラブ導波路からの出射光のモードフィールドが縮小されて直線導波路に入力したときに、以下の作用が生じる。

つまり、上記第2構成において、各直線導波路がモードフィールド縮小導波路を伝搬してきた光信号のパワーの中心を直線導波路の幅方向の中心に移動させて該光信号パワー中心を前記光出力導波路の幅方向の中心に入射させる。また、各直線導波路は、モードフィールド形状の歪みを抑制して光を光出力導波路に入射する。したがって、上記第2構成においても、アレイ導波路回折格子の通過スペクトルの中心波長の長波長側および短波長側に平坦度の良好な平坦化領域が形成され、上記第1構成と同様の効果を奏することができる。

さらに、本発明の第3構成のアレイ導波路回折格子によれば、上記第

1、第2構成の効果に加え、直線導波路の長さを最適化することによって、アレイ導波路回折格子を透過（通過）する光の損失を低損失にすることができる。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係るアレイ導波路回折格子の第1実施形態例を模式的に示す要部構成図であり、第2図は、上記実施形態例の構成を決定するために形成した、直線導波路を介して直線状の光入力導波路をテーパ導波路に接続した導波路構成を示す説明図であり、第3図は、第2図の導波路構成を用いてビーム伝搬法により求めたモードフィールド形状を示すグラフであり、第4図は、第3図のグラフに基づいて求めた、直線導波路の幅 W_s と光入力導波路の幅 W_b との比 W_s/W_b に対する光パワー P_a/P_b の関係を示すグラフ（a）と、直線導波路の長さとお剰損失との関係を示すグラフ（b）であり、第5図は、上記第1実施形態例のアレイ導波路回折格子におけるTEモードとTMモードの通過スペクトルの一例を示すグラフである。

また、第6図は、本発明に係るアレイ導波路回折格子の第2実施形態例における光入力導波路と直線導波路とテーパ導波路と第1のスラブ導波路の接続状態を模式的に示す構成図であり、第7図は、上記第2実施形態例のアレイ導波路回折格子におけるTEモードとTMモードの通過スペクトルの一例を示すグラフであり、第8図は、従来のアレイ導波路回折格子を示す説明図であり、第9図は、通過中心波長付近に平坦化領域を有する通過スペクトルの例を示すグラフであり、第10図は、光入力導波路の出射側と第1のスラブ導波路の入射側との間にテーパ導波路を設けた導波路構成を示す説明図であり、第11図は、第10図に示すような導波路構成を備えたアレイ導波路回折格子のTEモードとTMモ

ードの通過スペクトルの例を示すグラフである。

発明を実施するための最良の形態

本発明をより詳細に説述するために、添付の図面に従い各実施の形態に基づきこれを説明する。なお、本実施形態例の説明において、これまでの説明で示したアレイ導波路回折格子と同一名称部分には同一符号が伏してあり、その重複説明は省略する。第1図の(a)には、本発明に係るアレイ導波路回折格子の第1実施形態例の要部構成図が、その動作と共に模式的に示されている。また、第1図の(b)には、同図の(a)に破線枠A内の拡大図が示されている。

本実施形態例は、第1図の(a)に示すように、第8図に示した従来のアレイ導波路回折格子とほぼ同様に構成されている。本実施形態例が従来例と異なる特徴的なことは、第1図の(b)に示すように、各光入力導波路12の出射側と第1のスラブ導波路13の入射側との間に、直線導波路1とテーパ導波路8を介設したことである。直線導波路1は、各光入力導波路12の出射側に接続されている。各直線導波路1の幅は、各光入力導波路12の幅よりも狭幅であり、各直線導波路1の幅 W_s と各光入力導波路12の幅 W_b との比 W_s/W_b は、0.65以下である。各直線導波路1の出射側には、モードフィールド拡大導波路としてのテーパ導波路8が接続され、各テーパ導波路8の出射側を第1のスラブ導波路13の入射側に接続されている。

各直線導波路1の幅方向の中心は、対応するテーパ導波路8の入射端の幅方向の中心と位置合わせされている。そして、前記各直線導波路1は、光パワー中心位置調整手段と成している。すなわち、各直線導波路1は、各直線導波路1に接続されている光入力導波路12を伝搬してきた光信号のパワーの中心を直線導波路1の幅方向の中心に移動させて該

光信号パワー中心をテーパ導波路 8 の入射端の幅方向の中心に入射させる。なお、本実施形態例では、テーパ導波路 8 はスリットテーパ導波路とした。

各光入力導波路 1 2、アレイ導波路 1 4、光出力導波路 1 6 は、それぞれ、膜厚が $6.5 \mu\text{m}$ 、幅が $6.5 \mu\text{m}$ である。直線導波路 1 の幅は $2.5 \mu\text{m}$ 、長さは $1000 \mu\text{m}$ である。また、各導波路 1, 1 2, 1 4, 1 6 のコアとクラッドとの比屈折率差 Δ は 0.80% とした。

ところで、本発明者は、本実施形態例の構成を決定するために、第 2 図に示す導波路構成を形成し、この導波路構成を用いて、ビーム伝搬法 (BPM) により以下の計算実験を試みた。第 2 図に示す導波路構成は、直線状の光入力導波路 1 2 の出射側に、光入力導波路 1 2 より幅狭の直線導波路 1 を接続し、直線導波路 1 の出射側にテーパ導波路 8 を接続し、テーパ導波路 8 の出射側に第 1 のスラブ導波路 1 3 の入射側を接続したものである。

実際のアレイ導波路回折格子を形成する光入力導波路 1 2 は、曲がった構造を呈しているため、この曲線状の光入力導波路 1 2 の光パワー中心が、導波路中心からずれてしまうことが殆どである。そこで、この状態を模擬的に実験するため、第 2 図に示す直線状態の光入力導波路 1 2 の入射端に接続される光ファイバ (図示されていない) のコアを $1 \mu\text{m}$ 軸ずれさせた状態にして光ファイバの入射端から光を入射させた。このようにすると、光入力導波路 1 2 を伝搬する光パワー中心は、光入力導波路 1 2 を曲線状とした場合と同様に、光入力導波路 1 2 の幅方向の中心 (光軸中心) から $1 \mu\text{m}$ ずれる。

以上の条件のもとで、ビーム伝搬法によるシミュレーションを行い、テーパ導波路 8 の終端 (出射端) でのモードフィールドを計算した。そして、第 3 図に示すように、テーパ導波路 8 の終端の幅方向のポジショ

ン（位置）を規格化して、この規格化ポジションにおけるモードフィールドの規格化光出力（規格化強度）を求めた。

なお、上記モードフィールドの計算に用いたパラメータの値は、以下に示す通りである。すなわち、光入力導波路12から入力する信号光波長 $= 1.55 \mu\text{m}$ 、比屈折率差 $\Delta = 0.80\%$ 、光入力導波路12の膜厚 $= 6.5 \mu\text{m}$ 、光入力導波路12の幅 $W_b = 6.5 \mu\text{m}$ 、直線導波路1の長さ $= 500 \mu\text{m}$ 、直線導波路1の幅 $W_s = 1.5 \mu\text{m}$ 、 $3.0 \mu\text{m}$ 、 $4.5 \mu\text{m}$ 、 $6.5 \mu\text{m}$ である。また、第3図において、直線導波路1の幅 W_s が $1.5 \mu\text{m}$ のものは■、幅 W_s が $3.0 \mu\text{m}$ のものは◇、幅 W_s が $4.5 \mu\text{m}$ のものは▲、幅 W_s が $6.5 \mu\text{m}$ のものは●で示されている。

第3図から明らかのように、直線導波路1の幅が広くなると（すなわち、直線導波路1の幅が光入力導波路12の幅に近づくと）、テーパ導波路8の終端での光パワー分布が大きく歪んでいるのがわかる。逆に直線導波路1の幅が狭くなると、テーパ導波路8の終端での光パワー分布の歪みが小さくなり、直線導波路1の幅が $3 \mu\text{m}$ 以下では光パワー分布の歪みが殆ど無いことがわかる。

そこで、本発明者は、第3図の結果に基づいて、第4図の(a)に示すように、直線導波路1の幅 W_s を光入力導波路12の幅 W_b に対して規格化した W_s/W_b に対し、第3図において2つの山に分かれた光パワー P_a と光パワー P_b の強度比 (P_a/P_b) の関係を求めた。そして、この関係に基づき、直線導波路1の幅とテーパ導波路8の終端におけるモードフィールドパワー分布の歪みとの関係を調べた。

その結果、 W_s/W_b が 0.65 以下の時には、強度比 (P_a/P_b) がほぼ1になり、光パワー P_a と光パワー P_b がほぼ一致することが分かった。このように、光パワー P_a と光パワー P_b がほぼ一致するこ

とは、テーパ導波路 8 の終端におけるモードフィールドパワー分布の歪みが殆ど無い状態を示している。すなわち、光パワー P_a と光パワー P_b がほぼ一致するときには、アレイ導波路回折格子の通過スペクトル中心波長に、第 9 図に示したような平坦化領域が形成されることになる。

また、本発明者は、第 3 図の結果に基づいて、第 4 図の (b) に示すように、直線導波路 1 の長さ L をパラメータとしたときの過剰損失を求めた。直線導波路 1 は光入力導波路 1 2 に比べて幅が狭いことから、その分だけ光の閉込め効果がやや弱くなっているため、直線導波路 1 の周りに光の放射が生じ、その光放射によって損失が生じると考えられる。前記過剰損失は、この放射損失を第 3 図に基づいて計算により求めたものである。なお、第 4 図の (b) に示す結果は、前記 $W_s / W_b = 0.65$ として求めた結果を示している。第 4 図から明らかなように、直線導波路の長さが $2000 \mu\text{m}$ 以下の時に、過剰損失が小さく一定となっていることが分かった。

以上の計算結果に基づき、本実施形態例では、前記の如く、直線導波路 1 の幅は、光入力導波路 1 2 の幅よりも狭い $2.5 \mu\text{m}$ (前記 W_s / W_b は約 0.385) とし、直線導波路 1 の長さは $1000 \mu\text{m}$ とした。なお、前記の如く、各光入力導波路 1 2、アレイ導波路 1 4、光出力導波路 1 6 は、それぞれ、膜厚を $6.5 \mu\text{m}$ 、幅を $6.5 \mu\text{m}$ とした。

本実施形態例は以上のように構成されており、本実施形態例のアレイ導波路回折格子は、以下のようにして製造される。すなわち、まず、シリコン基板 1 1 上に火炎加水分解堆積法によりアンダークラッド膜 ($\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-P}_2\text{O}_5$ 系) とコア膜 ($\text{SiO}_2\text{-B}_2\text{O}_3\text{-P}_2\text{O}_5\text{-GeO}_2$ 系) を形成する。次に高温で焼結し、透明化する。その後、第 1 図に示す導波路構成を形成するフォトマスクを用い、フォトリソグラフィ法とリアクティブイオンエッチング法によりコア膜に前記フォトマスクのパターンを転写加

工する。このようにすると、コアにより前記導波路構成が形成される。その後、火炎加水分解堆積法により埋め込み用クラッドガラス微粒子を堆積し、焼結ガラス化形成し、アレイ導波路回折格子とした。

次に、本実施形態例のアレイ導波路回折格子の動作について説明する。本実施形態例においても、従来のアレイ導波路回折格子と同様に、光入力導波路 1 2 には、例えば送信側の光ファイバが接続されて、波長多重光が導入されるようになっている。ただし、本実施形態例では、光入力導波路 1 2 を通った光は、直線導波路 1 に入射し、直線導波路 1 によって、光入力導波路を伝搬してきた光の余分な高次モード成分が除去される。また、光パワーの中心が直線導波路 1 の中心に移動させられ、光パワーの中心がテーパ導波路 8 の幅方向の中心に入射する。

そのため、本実施形態例では、テーパ導波路 8 内で均一な高次モード成分が発生伝搬することになり、モードフィールド形状が全体的に歪みのない形状となってテーパ導波路 8 の終端（出射端）から出射され、第 1 のスラブ導波路 1 3 に入射する。

そして、第 1 のスラブ導波路 1 3 に導入された光は、従来例と同様に、その回折効果によって広がって複数の各アレイ導波路 1 4 に入射し、各アレイ導波路 1 4 を伝搬する。そして、アレイ導波路 1 4 を伝搬した光は、第 2 のスラブ導波路 1 5、光出力導波路 1 6 と伝搬していき、光出力導波路 1 6 から出射される。ただし、本実施形態例では、上記のように、テーパ導波路 8 の終端（出射端）から出射される光のモードフィールド形状が全体的に歪みのない形状となって第 1 のスラブ導波路 1 3 に入射する。そのため、本実施形態例では、各光出力導波路 1 6 から出射される通過スペクトルは、第 9 図に示したような、ほぼ設計通りの、平坦度の良好な平坦化領域を有する光となる。

そして、例えば各光出力導波路 1 6 の出射端に光出力用の光ファイバ

を接続することにより、この光ファイバを介して、第9図に示したような平坦化領域を有する各波長の光が取り出される。

第5図には、本実施形態例のアレイ導波路回折格子の通過スペクトルを測定した結果の一例が示されている。同図に示すように、各光出力導波路16から出力される通過スペクトルは、いずれも、全体形状の歪みもほとんどないほぼ理想的なスペクトル形状となり、かつ過剰損失も問題ないことが確認された。

本実施形態例は、光入力導波路12の出射側に、光入力導波路12よりも幅狭の直線導波路1を設け、この直線導波路1の幅を適切な値としたものである。そのため、本実施形態例は、直線導波路1によって、光入力導波路12を伝搬してきた光の余分な高次モード成分を除去し、かつ、光パワーの中心を直線導波路1の幅方向の中心に移動させることができる。そして、直線導波路1の作用により、光信号パワー中心をテーパ導波路8の幅方向の中心に入射させることができる。そのため、本実施形態例は、テーパ導波路8内で均一な高次モード成分を発生伝搬させることができ、テーパ導波路8を出射するモードフィールド形状を全体的に歪みのない状態とすることができる。

したがって、本実施形態例のアレイ導波路回折格子は、通過スペクトルの中心波長の長波長側および短波長側に、設計通りの平坦度の良好な平坦化領域を形成することができる。そのため、本実施形態例は、たとえばアレイ導波路回折格子を形成する光入力導波路12やアレイ導波路14等の作製誤差により光透過中心波長が多少ずれても、十分なアイソレーションがとれる、歩留まりの高いアレイ導波路回折格子となる。

また、本実施形態例によれば、本発明者の検討に基づいて直線導波路1の長さを $2000\mu\text{m}$ 以下の $1000\mu\text{m}$ としたために、前記過剰損失も少ないものとすることができ、アレイ導波路回折格子を透過する光

の損失を低損失にすることができる。

次に、本発明に係るアレイ導波路回折格子の第2実施形態例について説明する。本第2実施形態例のアレイ導波路回折格子は上記第1実施形態例とほぼ同様に構成されている。本第2実施形態例が上記第1実施形態例と異なる特徴的なことは、テーパ導波路8をパラボリックテーパ導波路としたことである。すなわち、本第2実施形態例では、第1図の(a)の破線枠A内の拡大図が第6図に示すようになっている。また、本実施形態例では、直線導波路1の幅は $3.0\ \mu\text{m}$ 、直線導波路1の長さは $500\ \mu\text{m}$ である。

本第2実施形態例も、上記第1実施形態例と同様にして製造され、同様の動作が行われる。そして、本第2実施形態例のアレイ導波路回折格子において、各光出力導波路16から出力される光の通過スペクトル形状は、第7図に示すような形状となる。本第2実施形態例も上記第1実施形態例と同様の効果を奏することができる。

なお、本発明は上記実施形態例に限定されることはなく、様々な実施の態様を取り得る。例えば、上記各実施形態例では、モードフィールド拡大導波路をテーパ導波路8により形成したが、モードフィールド拡大導波路は必ずしもテーパ導波路8とするとは限らない。モードフィールド拡大導波路は、例えばマルチモードインターフェース導波路(MMI)等のように、形状は四角形状で、その幅方向の両端側に光を閉じ込める機能を有する障壁を備えた導波路により形成してもよい。すなわち、モードフィールド拡大導波路は、信号光のモードフィールドを出射側に向かうにつれて広げられるような機能を有する導波路であればよい。

また、上記各実施形態例では、直線導波路1を光入力導波路12の出射側に設けたが、以下のような構成にしてもよい。すなわち、各光出力導波路16の入射側に、光出力導波路16の幅よりも狭幅の直線導波路

1を接続する。そして、各直線導波路1の入射側には信号光のモードフィールドを出射側に向かうにつれて狭めるモードフィールド縮小導波路を接続し、該各モードフィールド縮小導波路の入射側を第2のスラブ導波路15の出射側に接続する。

このようにする場合も、以下の構成により、アレイ導波路回折格子の相反性から、上記各実施形態例と同様の効果を奏することができる。すなわち、各直線導波路1の幅方向の中心を対応する前記光出力導波路16の入射端の幅方向の中心と位置合わせする。そして、前記各直線導波路1を光パワー中心位置調整手段として機能させる。すなわち、各直線導波路1に接続されているモードフィールド縮小導波路を伝搬してきた光信号のパワーの中心を、直線導波路1によって、直線導波路1の幅方向の中心に移動させる。そして、該光信号パワー中心を、直線導波路1によって、前記光出力導波路16の幅方向の中心に入射させる。

なお、モードフィールド径縮小導波路は、例えば上記各実施形態例でモードフィールド径拡大導波路として適用したテーパ導波路8の接続構造を変えることによって形成できる。すなわち、モードフィールド径縮小導波路は、テーパ導波路8の幅の広い側を第2のスラブ導波路15の出射側に接続し、幅の狭い側を、光出力導波路16に接続する直線導波路1の入射側に接続することによって形成することができる。また、モードフィールド径縮小導波路は、マルチモードインターフェース導波路によっても形成することができる。

さらに、上記第1実施形態例では、直線導波路1の幅を $2.5\mu\text{m}$ とし、上記第2実施形態例では、直線導波路1の幅を $3.0\mu\text{m}$ としたが、直線導波路1の幅は特に限定されるものではなく、適宜設定されるものである。直線導波路1の幅は、直線導波路1の幅を W_s として、光入力導波路12および光出力導波路16の幅を W_b としたときに、 $W_s /$

$W_b \leq 0.65$ となるようにすればよい。

さらに、上記第1実施形態例では、直線導波路1の長さは、 $1000 \mu\text{m}$ とし、上記第2実施形態例では、直線導波路1の長さは $500 \mu\text{m}$ としたが、直線導波路1の長さは特に限定されるものではなく、適宜設定されるものである。例えば、直線導波路1の幅 W_s と光入力導波路12の幅 W_b の比 $W_s / W_b = 0.65$ のときには、直線導波路1の長さを $50 \mu\text{m}$ 以上 $2000 \mu\text{m}$ 以下とするとよい。直線導波路1の幅と長さの関係を上記のようにすると、前記過剰損失を抑制することができ、アレイ導波路回折格子を透過（通過）する光の損失を低損失にすることができる。

産業上の利用可能性

以上のように、本発明のアレイ導波路回折格子は、通過スペクトルの中心波長の長波長側および短波長側に平坦度の良好な平坦化領域を形成することができる。したがって、本発明は、アレイ導波路回折格子を形成する光入力導波路やアレイ導波路等の作製誤差により光透過中心波長がずれても、十分なアイソレーションがとれ、歩留まりを高くできるので、波長多重通信用として用いる光透過素子に適している。

請 求 の 範 囲

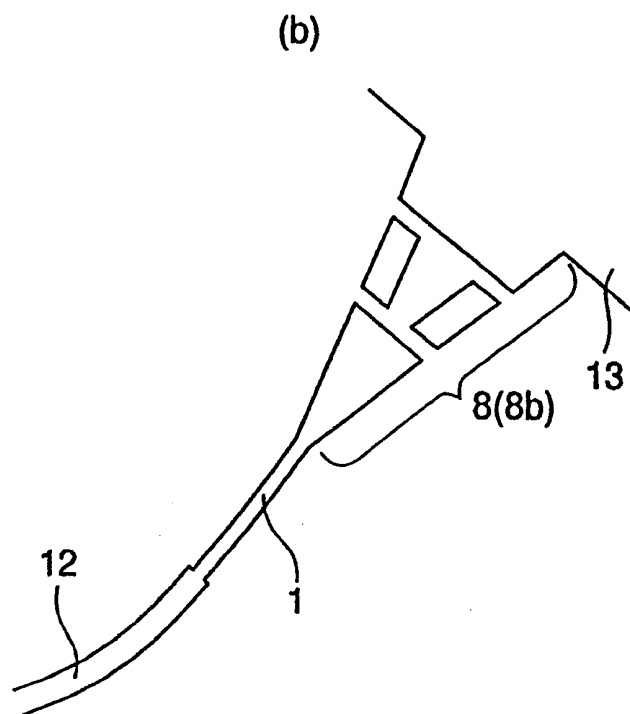
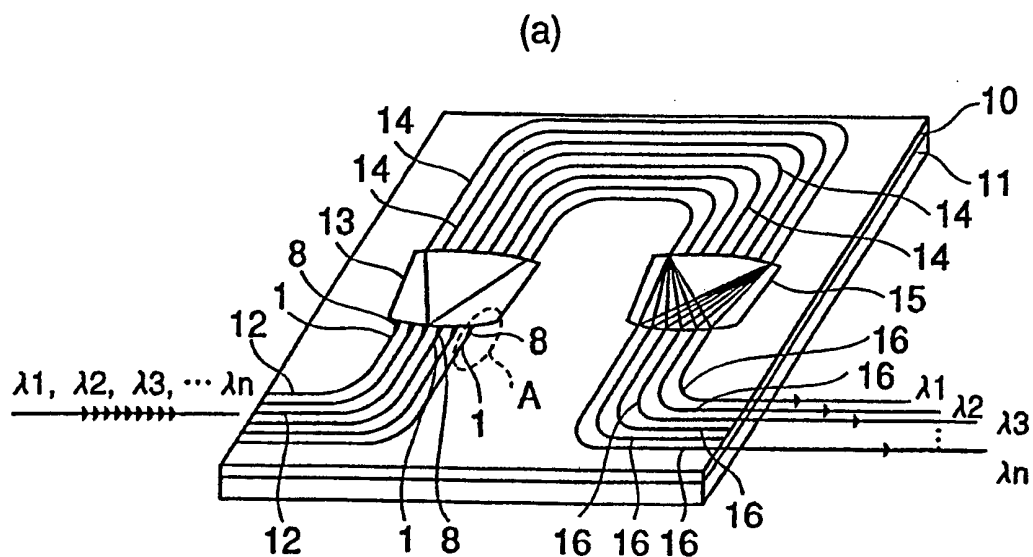
1. 1本以上の並設された光入力導波路の出射側に第1のスラブ導波路が接続され、該第1のスラブ導波路の出射側には該第1のスラブ導波路から導出された光を伝搬する互いに異なる長さの複数の並設されたアレイ導波路が接続され、該複数のアレイ導波路の出射側には第2のスラブ導波路が接続され、該第2のスラブ導波路の出射側には複数の並設された光出力導波路が接続されて成る導波路構成を有し、前記光入力導波路から入力された互いに異なる波長の複数の光信号を、前記アレイ導波路によって各波長ごとに位相差をつけて伝搬させて各波長ごとに異なる光出力導波路に入射させ、互いに異なる波長の光を異なる光出力導波路から出力するアレイ導波路型光回折格子において、前記各光入力導波路の出射側には該光入力導波路の幅よりも狭幅の直線導波路が接続され、さらに、各直線導波路の出射側には信号光のモードフィールドを出射側に向かうにつれて広げるモードフィールド拡大導波路が接続されて、該各モードフィールド拡大導波路の出射側が前記第1のスラブ導波路の入射側に接続されており、前記各直線導波路の幅方向の中心は対応する前記モードフィールド拡大導波路の入射端の幅方向の中心と位置合わせされており、前記各直線導波路の幅を W_s とし、前記各光入力導波路の幅を W_b としたときに、 $W_s / W_b \leq 0.65$ と成していることを特徴とするアレイ導波路回折格子。

2. 1本以上の並設された光入力導波路の出射側に第1のスラブ導波路が接続され、該第1のスラブ導波路の出射側には該第1のスラブ導波路から導出された光を伝搬する互いに異なる長さの複数の並設されたアレイ導波路が接続され、該複数のアレイ導波路の出射側には第2のスラブ導波路が接続され、該第2のスラブ導波路の出射側には複数の並設され

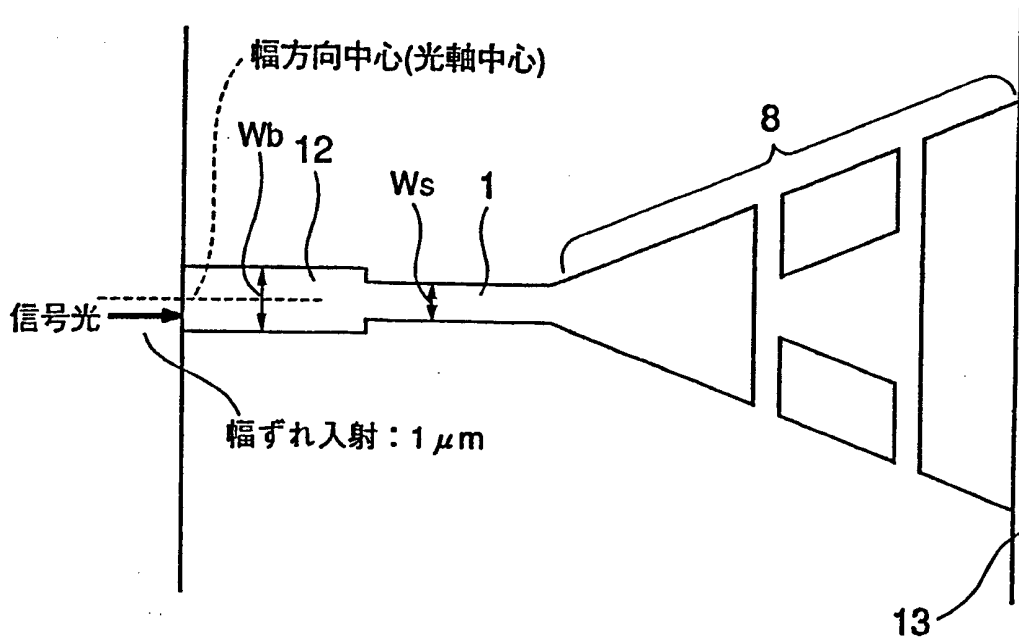
た光出力導波路が接続されて成る導波路構成を有し、前記光入力導波路から入力された互いに異なる波長の複数の光信号を、前記アレイ導波路によって各波長ごとに位相差をつけて伝搬させて各波長ごとに異なる光出力導波路に入射させ、互いに異なる波長の光を異なる光出力導波路から出力するアレイ導波路型光回折格子において、前記各光出力導波路の入射側には該光出力導波路の幅よりも狭幅の直線導波路が接続され、さらに、各直線導波路の入射側には信号光のモードフィールドを出射側に向かうにつれて狭めるモードフィールド縮小導波路が接続されて、該各モードフィールド縮小導波路の入射側が前記第2のスラブ導波路の出射側に接続されており、前記各直線導波路の幅方向の中心は対応する前記光出力導波路の入射側の幅方向の中心と位置合わせされており、前記各直線導波路の幅を W_s とし、前記各光出力導波路の幅を W_b としたときに、 $W_s / W_b \leq 0.65$ と成していることを特徴とするアレイ導波路回折格子。

3. 直線導波路の長さは $2000 \mu\text{m}$ 以下としたことを特徴とする請求の範囲第1項又は第2項記載のアレイ導波路回折格子。

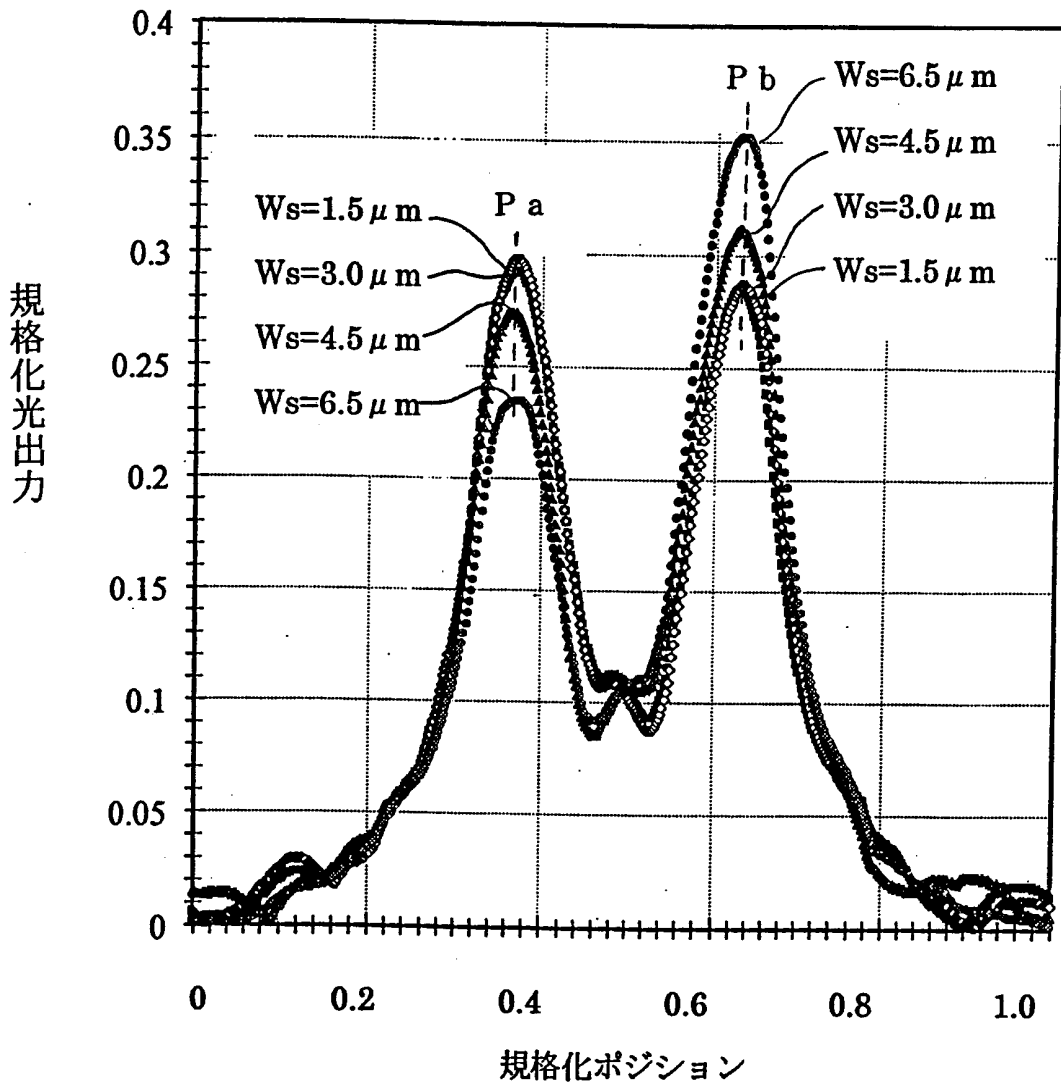
第1図



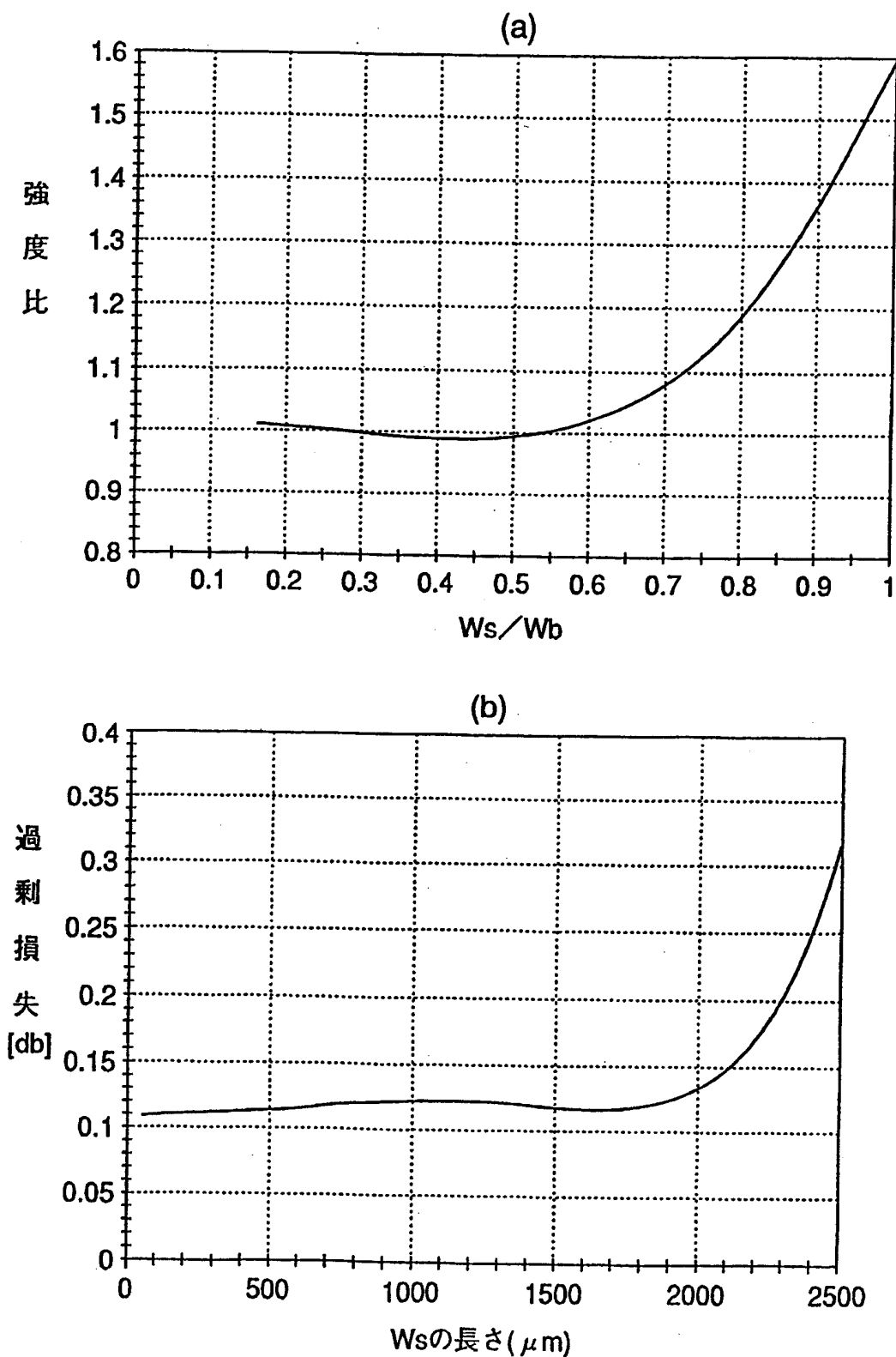
第2図



第3図

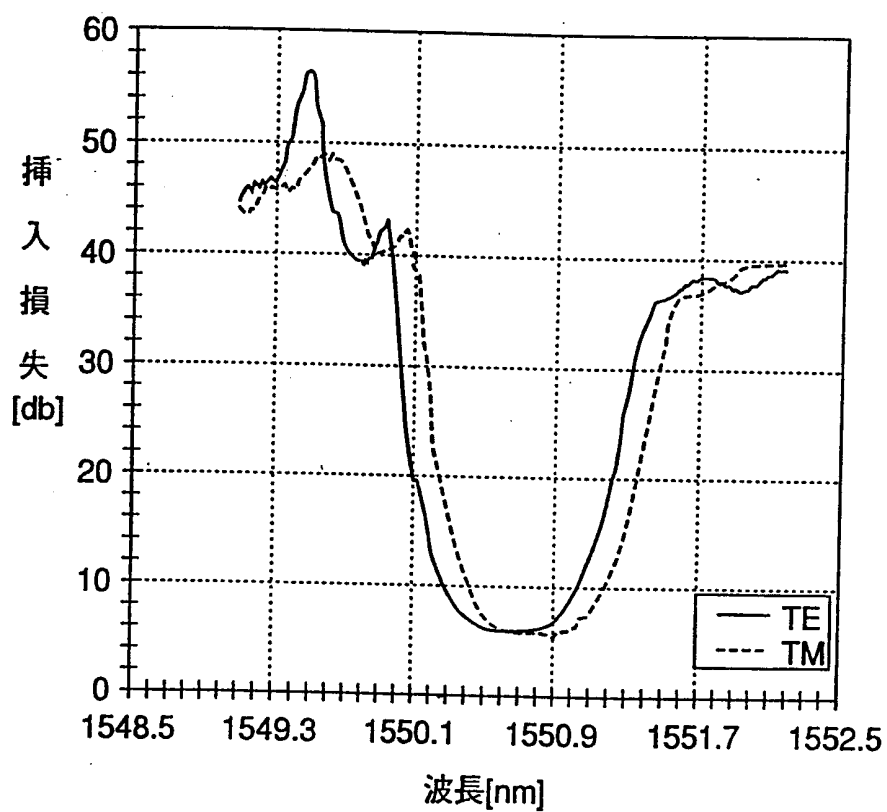


第4図

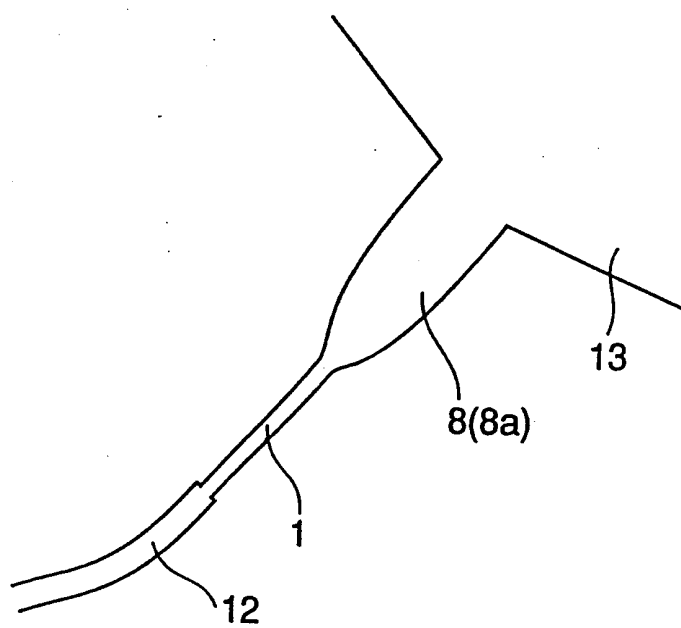


5 / 10

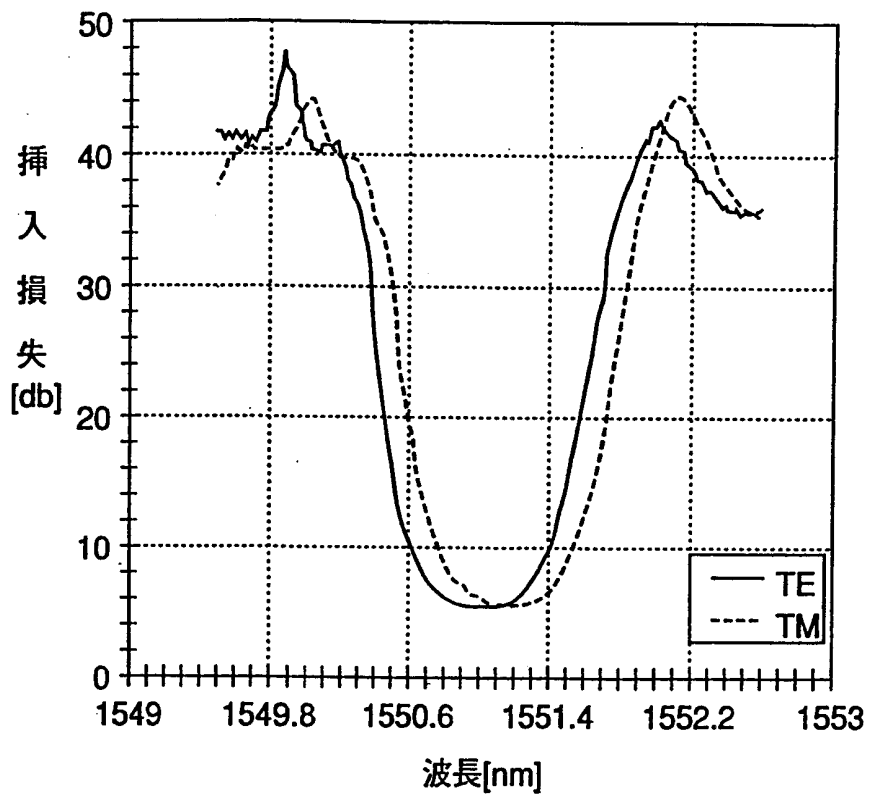
第5図



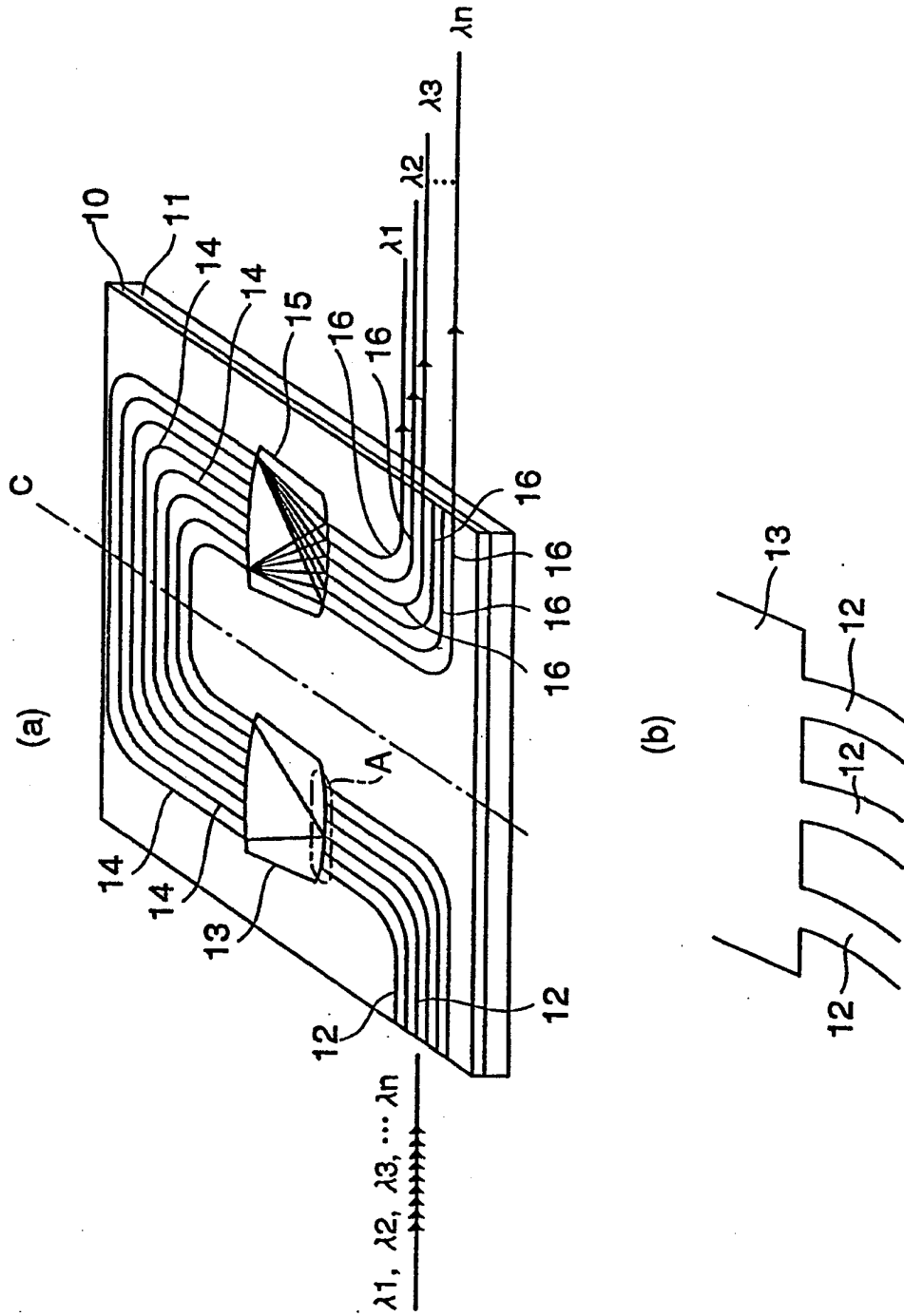
第6図



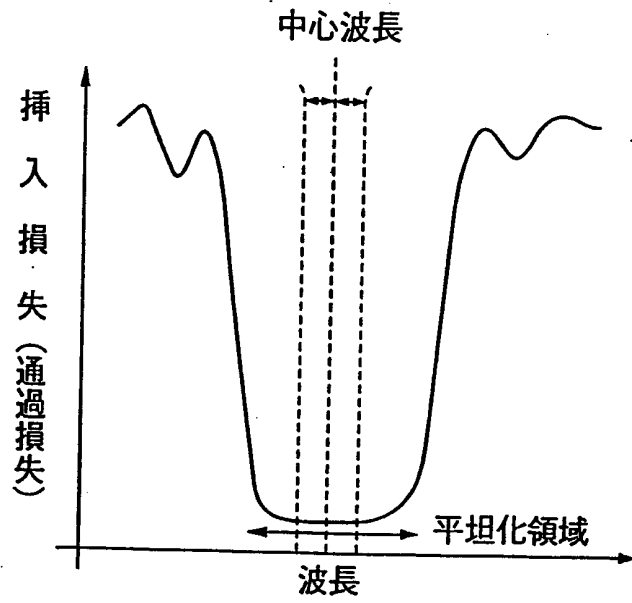
第7図



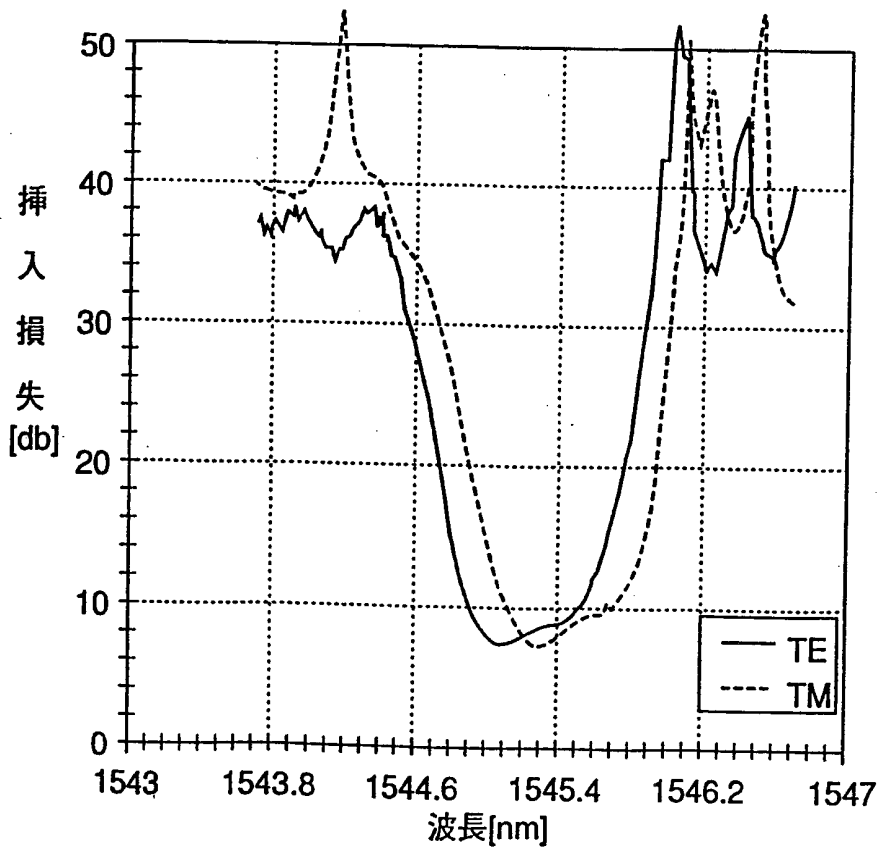
第 8 图



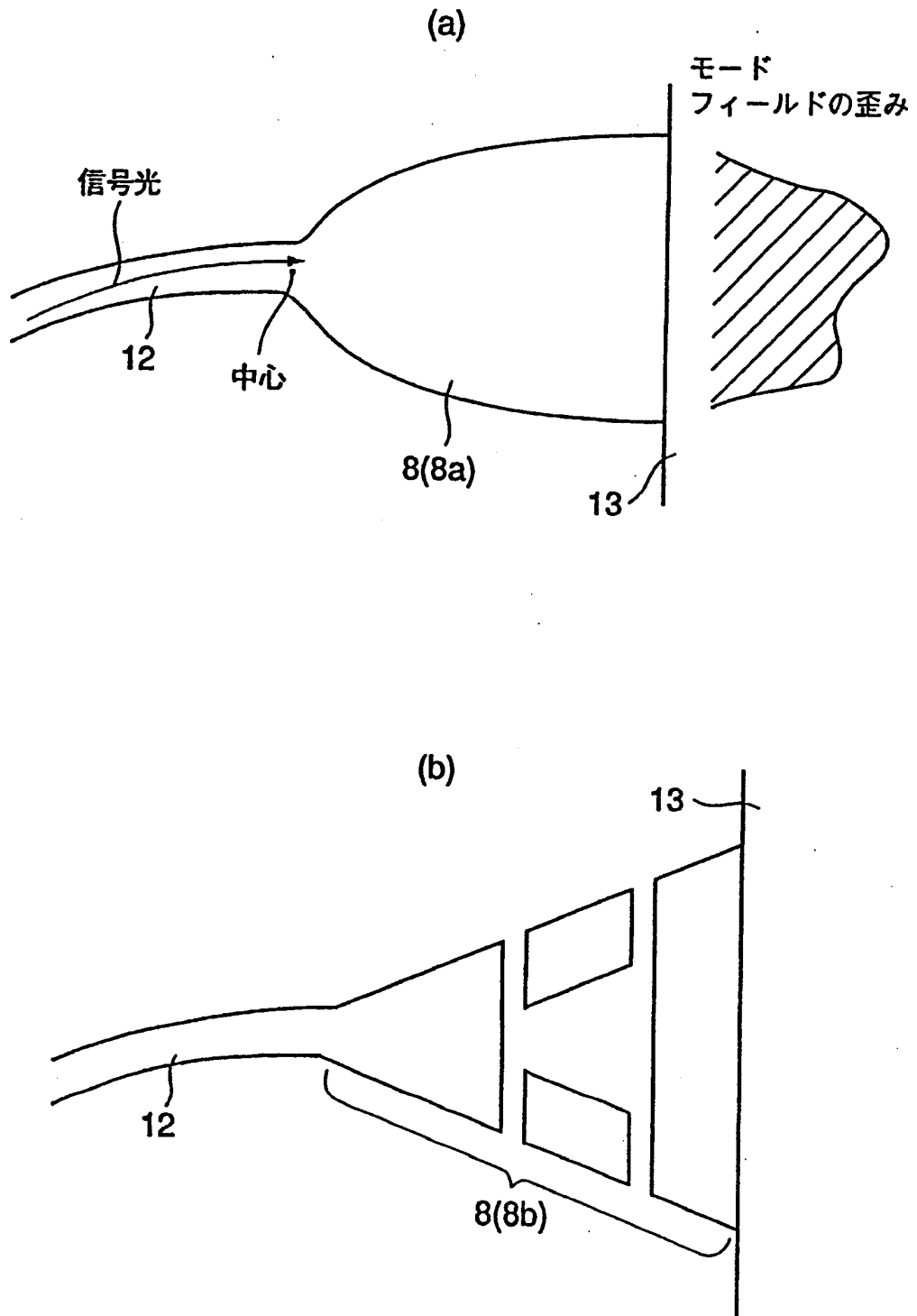
第9図



第11図



第10図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/00539

<p>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl⁷ G02B6/12, 6/293</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																	
<p>B. FIELDS SEARCHED</p> <p>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl⁷ G02B6/12-6/138, 6/293</p> <p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000</p> <p>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)</p>																	
<p>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</p> <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:10%;">Category*</th> <th style="width:70%;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="width:20%;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td align="center">X</td> <td>JP, 11-133253, A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 21 May, 1999 (21.05.99) (Family: none)</td> <td align="center">1-3</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>M. Okawa ET.AL., LOW LOSS AND WIDE PASSBAND ARRAYED WAVEGUIDE GRATING DEMULTIPLEXER, 24th European Conference on Optical Communication, 1998, Vol.1, pp.323-324</td> <td align="center">1-3</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP, 11-160555, A (Hitachi Cable, Ltd.), 18 June, 1999 (18.06.99) (Family: none)</td> <td align="center">1-3</td> </tr> <tr> <td align="center">A</td> <td>JP, 4-172308, A (Nippon Sheet Glass Company, Limited), 19 June, 1992 (19.06.92) (Family: none)</td> <td align="center">1-3</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	JP, 11-133253, A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 21 May, 1999 (21.05.99) (Family: none)	1-3	A	M. Okawa ET.AL., LOW LOSS AND WIDE PASSBAND ARRAYED WAVEGUIDE GRATING DEMULTIPLEXER, 24th European Conference on Optical Communication, 1998, Vol.1, pp.323-324	1-3	A	JP, 11-160555, A (Hitachi Cable, Ltd.), 18 June, 1999 (18.06.99) (Family: none)	1-3	A	JP, 4-172308, A (Nippon Sheet Glass Company, Limited), 19 June, 1992 (19.06.92) (Family: none)	1-3
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
X	JP, 11-133253, A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 21 May, 1999 (21.05.99) (Family: none)	1-3															
A	M. Okawa ET.AL., LOW LOSS AND WIDE PASSBAND ARRAYED WAVEGUIDE GRATING DEMULTIPLEXER, 24th European Conference on Optical Communication, 1998, Vol.1, pp.323-324	1-3															
A	JP, 11-160555, A (Hitachi Cable, Ltd.), 18 June, 1999 (18.06.99) (Family: none)	1-3															
A	JP, 4-172308, A (Nippon Sheet Glass Company, Limited), 19 June, 1992 (19.06.92) (Family: none)	1-3															
<p><input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.</p>																	
<table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p> </td> </tr> </table>			<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>													
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>																
<p>Date of the actual completion of the international search 10 March, 2000 (10.03.00)</p>		<p>Date of mailing of the international search report 21 March, 2000 (21.03.00)</p>															
<p>Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office</p>		<p>Authorized officer</p>															
<p>Facsimile No.</p>		<p>Telephone No.</p>															

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int. Cl⁷ G02B6/12, 6/293

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. Cl⁷ G02B6/12-6/138, 6/293

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 1971-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000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 請求の範囲の番号
X	JP, 11-133253, A, (日本電信電話株式会社), 21. 5月. 1999 (21. 05. 99), (ファミリーなし)	1-3
A	M. Okawa ET. AL., LOW LOSS AND WIDE PASSBAND ARRAYED WAVEGUIDE GRATING DEMULTIPLEXER, 24th European Conference on Optical Communication, 1998, Vol. 1, P. 323-324	1-3
A	JP, 11-160555, A, (日立電線株式会社), 18. 6月. 1999 (18. 06. 99), (ファミリーなし)	1-3
A	JP, 4-172308, A, (日本板硝子株式会社), 19. 6月. 1992 (19. 06. 92), (ファミリーなし)	1-3

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 10. 03. 00

国際調査報告の発送日 21.03.00

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) 岡田 吉美
 2K 9315
 電話番号 03-3581-1101 内線 3253

