

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 4 月 17 日 (17.04.2003)

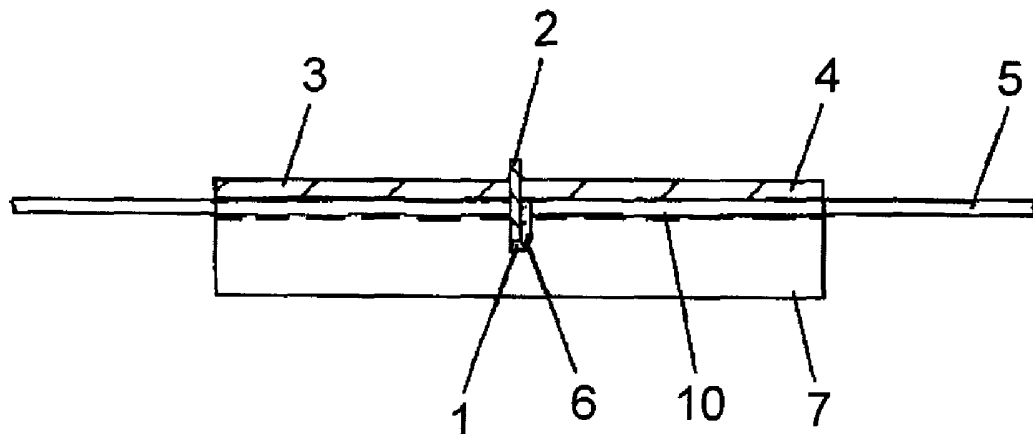
PCT

(10) 国際公開番号
WO 03/032031 A1

- (51) 国際特許分類: **G02B 6/00** 芝向ヶ丘町 4-1 1-8 Osaka (JP). 島村 徹郎 (SHI-MAMURA, Tetsuro) [JP/JP]; 〒606-8247 京都府 京都市 左京区田中東春菜町 1 5-7 Kyoto (JP). 藤原 和男 (FUJIWARA, Kazuo) [JP/JP]; 〒679-2153 兵庫県 神崎郡香寺町 田野 1 1-1 Hyogo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP02/10263
- (22) 国際出願日: 2002 年 10 月 2 日 (02.10.2002)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 岩橋 文雄, 外 (IWAHASHI, Fumio et al.); 〒571-8501 大阪府 門真市 大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内 Osaka (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願 2001-308311 2001 年 10 月 4 日 (04.10.2001) JP (81) 指定国 (国内): CN, US.
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府 門真市 大字門真 1 0 0 6 番地 Osaka (JP). (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 立畠 直樹 (TATEHATA, Naoki) [JP/JP]; 〒572-0055 大阪府 寝屋川市 御幸東町 3-1 4-3 3 6 Osaka (JP). 西原 和成 (NISHIHARA, Kazunari) [JP/JP]; 〒593-8303 大阪府 堺市上野
- 添付公開書類:
— 国際調査報告書
- 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: OPTICAL FILTER MODULE, AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(54) 発明の名称: 光フィルタモジュールおよびその製造方法



(57) Abstract: An optical filter module comprising a flat substrate, an optical path formed on the flat substrate, a filter insertion groove provided across the optical path on the flat substrate, a multi-layered film filter which is inserted in the filter insertion groove and distributed across the optical path, and a pair of covers disposed on the flat substrate so as to sandwich the multi-layered film filter. It is possible to omit an optical axis adjusting step omitted, obtain a high workability, and reliably fix and mount the multi-layered film filter even when the multi-layered film filter is warped.

[続葉有]



WO 03/032031 A1



(57) 要約:

本発明の光フィルタモジュールは、平面基板と、前記平面基板上に形成された光通路と、前記平面基板上に前記光通路と交差して設けられるフィルタ挿入溝と、前記フィルタ挿入溝に挿入され前記光通路を分断して配される多層膜フィルタと、前記多層膜フィルタを挟持して前記平面基板上に配置される一対のカバーとを有する。本発明により、光軸調整工程を省略することができ、高い作業性が得られると同時に、多層膜フィルタに反りがあっても多層膜フィルタを確実に固着、実装できる。

明細書

光フィルタモジュールおよびその製造方法

技術分野

- 5 本発明は、各種多層膜フィルタを光ファイバおよび光導波路に組み込み一体化した光通信用の光フィルタモジュールおよびその製造方法に関するものである。

背景技術

- 各種多層膜フィルタを光ファイバおよび光導波路に組み込み一体化させたモジュールを作製する従来の方法を、図9を用いて説明する。先ず、金属筐体23へ光ファイバ20を仮固定し、次に光ファイバ20から拡散する光を集光するための集光用レンズ21および多層膜フィルタ22を実装する。その後、入射側の光ファイバ20aから光信号を入射し、出射側の光ファイバ20bからの光信号をパワーメータ等で測定し、光信号が最大となるように光軸を調整する。調整された状態で、集光レンズ21、多層膜フィルタ22を金属筐体23にかしめて固定していた。
- 10
- 15

- 従って、従来の多層膜フィルタ22を光通路に一体化させたモジュールを作製する場合に必要な光軸調整箇所を挙げると、(1)入射側の光ファイバ20aと集光用レンズ21との光軸調整、(2)集光用レンズ21と多層膜フィルタ22との光軸調整、(3)多層膜フィルタ22と集光用レンズ21との光軸調整、(4)集光用レンズと出射側の光ファイバ20bとの光軸調整と、4箇所にも及び、作業性が悪いという問題があった。
- 20

発明の開示

- 25 この問題を解決するために、本発明の光フィルタモジュールは、平面基板と、前記平面基板上に形成された光通路と、前記平面基板上に前記光通路と交差して設けられるフィルタ挿入溝と、前記フィルタ挿入溝に挿入され前記光通路を分断

して配される多層膜フィルタと、前記多層膜フィルタを挾持して前記平面基板上に配置される一対のカバーとを有する。本発明により、光軸調整工程を省略することができ、高い作業性が得られると同時に、多層膜フィルタに反りがあっても多層膜フィルタを確実に固着、実装できる。

5

図面の簡単な説明

図 1 A は、本発明の実施の形態 1 による光フィルタモジュールの構造の一例を示す上面図。

10 図 1 B は、本発明の実施の形態 1 による光フィルタモジュールの側面図。

図 1 C は、本発明の実施の形態 1 による光フィルタモジュールの断面図

図 2 A ～ 図 2 D は、本発明の実施の形態 1 による光フィルタモジュールの構造におけるフィルタ挿入溝形状の一例を示す説明図。

15 図 3 A ～ 図 3 G は、本発明の実施の形態 2 による光フィルタモジュール製造方法の説明図。

図 4 A ～ 図 4 F は、本発明の実施の形態 2 による光フィルタモジュール製造方法の説明図。

図 5 A ～ 図 5 G は、本発明の実施の形態 3 による光フィルタモジュール製造方法の説明図。

20 図 6 A ～ 図 6 F は、本発明の実施の形態 3 による光フィルタモジュール製造方法の説明図。

図 7 A ～ 図 7 F は、本発明の実施の形態 3 による光フィルタモジュール製造方法の説明図。

25 図 8 A ～ 図 8 G は、本発明の実施の形態 3 による光フィルタモジュール製造方法の説明図

図 9 は、従来の光フィルタモジュール構造の一例を示す断面図。

発明を実施するための最良の形態

本発明の光フィルタモジュールおよびその製造方法について、実施の形態を用いて説明する。

(実施の形態 1)

- 5 以下に本発明の光フィルタモジュールについて、図 1 A～C および図 2 A～D を用いて具体的に説明する。

図 1 A は本発明による 2 心光フィルタモジュールの上面図を示しており、1 B はその側面図、1 C はその断面図を示している。図 1 には、多層膜フィルタのフィルタ挿入溝 1、多層膜フィルタ 2、平面基板に結合させたカバー 3、多層膜フ
10 イルタ 2 を押さえつけるためのカバー 4、光通路 5、光学接着剤 6、平面基板 7 をそれぞれ示している。

多層膜フィルタ 2 は、例えばガラスやポリイミドなどの樹脂基板上に SiO_2 や Ta_2O_5 などの誘電体薄膜を多数積層したものである。カバー 3、カバー 4 および平面基板 7 は例えばガラスやシリコンなどを材料とするものであり、光通路
15 5 と線膨張係数は近い材料が望ましいが、その固定に樹脂系の接着剤を用いる場合、接着剤の弾性で線膨張係数差による応力を緩和することは可能である。また、接着剤に光硬化性材料を用いる場合は光を通過させる性質の材料が望ましい。

光学接着剤 6 は、光通路端面からの光の分散を防止するため、光通路 5 に用いる材料と同等の屈折率を有するものを選択するほうがよい。例えば光通路 5 に石
20 英ガラス系材料を用いる場合は、光学接着剤の屈折率も石英ガラスの屈折率 1.45 にできる限り近いものを選択するほうがよい。実施の形態 1 では、光ファイバを光通路 5 として用いる。平面基板 7 には光ファイバ 5 を実装、固定するための V 溝 10 を形成する。V 溝 10 の深さおよび角度を所定の値に形成することにより上下に配置したカバー 3 および平面基板 7 により光ファイバ 5 を挟持し、光
25 ファイバ 5 の位置ずれなしに実装が可能である。

なお、この V 溝 10 はカバー 3 およびカバー 4 側に形成されていてもよい。V 溝 10 の先端角を α 、実装する光ファイバの半径を r 、V 溝 10 の深さを d とす

ると、

$d = r / \sin(\alpha / 2)$ に設定することにより光ファイバ5の中心がカバー3および平面基板7のちょうど表面に位置することになる。光通路5としてクラッド径が $125\ \mu\text{m}$ の光ファイバを用いる場合、V溝10の先端角度を90度とするとV溝10の深さを約 $180\ \mu\text{m}$ に加工すれば良い。このように設計することにより光ファイバ5は、カバー3、4および平面基板7に挟持されて確実に固定される。

また、カバー3、4に形成されるV溝と平面基板7に形成されるV溝10との深さや角度は同一形状である必要は無く、平面基板7のV溝10に光ファイバを実装したときの平面基板7の表面からの光ファイバの突出量以上に、挟持する一方の平面基板7に形成するV溝の角度および深さを設定することにより確実にカバー3、4および平面基板7により光ファイバを実装、固定が可能となる。すなわち、光ファイバが平面基板7の表面から突出する場合は、平面基板7に形成されるV溝10とカバーに形成した溝とで光ファイバを挟持することになる。また、平面基板7に形成するフィルタ挿入溝1は光ファイバからなる光通路5に対し所定の角度 Θ の傾きをもって形成する。これは多層膜フィルタ2へ光通路5から入射する光の反射を防止する必要がある場合に形成するものである。例えば多層膜フィルタ2がバンドパスフィルタや、光アンプに用いられるゲイン平坦化フィルタなどの場合に形成する。このとき、導波させる光の波長に依存するがシングルモードファイバ(SMF)で波長 $1.48\ \mu\text{m}$ の光を導波させる場合、傾斜角 Θ は5～10度程度が望ましい。

また、光ファイバの光を閉じ込め導波させるコア部を一部拡大させたコア拡大ファイバを用いることにより、光ファイバと多層膜フィルタ2との結合損失をさらに低減することも可能である。

本発明での光フィルタモジュールは光通路5に交差するようにフィルタ挿入溝1を形成し、多層膜フィルタ2を挿入する構造である。そのため光ファイバの経路がフィルタ挿入溝1で分断されることになり、多層膜フィルタ2を介して光ファ

ファイバの端面間にフィルタ挿入溝 1 の幅のギャップ G が存在することになる。光ファイバの端面での光のスポットサイズ w が同一の場合、ギャップ長 G を介した光ファイバ端面間の光電場の電力透過係数 T_g は、多層膜フィルタ 2 の屈折率を n とすると、式 (1) で表される。なお、 λ は波長を示す。

5

$$T_g = \{ 1 + (\lambda \times G / (2 \times \pi \times n \times w^2))^2 \}^{-1} \quad (\text{式 1})$$

式 (1) から、 T_g は、波長 λ あるいはギャップ長 G が増加すると小さくなり、一方、スポットサイズ w が増加すると 1 に近づくことがわかる。従って、フィルタ挿入溝 1 の壁面に露出している光ファイバ端面のスポットサイズ w が大きいほど、透過係数が大きくなり透過損失の低減に有利となる。

コア拡大ファイバとしては各種の方式が提案されているが、その代表的なものに TEC (Thermally Expanded Core) ファイバがある。このファイバはクラッド部分の一部を加熱することによりコア部の屈折率を制御する GeO_2 などのドーパ元素をクラッドの一部まで拡散させることにより実質的にコア径を拡大させた特殊なファイバである。このファイバを用いることによりファイバ端面からの光のスポットサイズを大きくすることが可能である。このコア拡大ファイバを本発明の光フィルタモジュールとして用いる場合、光通路 5 においてコア拡大部分の最大部分を交差するようにフィルタ挿入溝 1 を加工、形成する。

フィルタ挿入溝 1 の形状は図 2 B, 2 C, 2 D に示すいろいろな形状が考えられる。いずれの場合もフィルタ挿入溝 1 の底部において一方の溝壁側が浅く、他方の溝壁側が深くなる形状としている。図 2 B はフィルタ挿入溝 1 の一方の角度 Θ_1 をもって傾斜した溝壁側に対して、他方の溝壁側が下部平面基板の表面まで一定の角度 Θ_2 をもっている場合であり、図 2 C はフィルタ挿入溝 1 の底部に一部平坦部を形成したものである。また、図 2 D はフィルタ挿入溝 1 の底部の一部に平坦部を形成し、かつ一方の溝壁側が上部に垂直部と底部のテーパ部 (角度 Θ

4) をもつように形成したものである。

これらのフィルタ挿入溝 1 は、例えば予め溝形状にその先端を成形したダイヤモンド砥石を用いて形成する。すなわちダイヤモンド砥石の先端形状を溝形状に転写することにより形成するため、加工後の溝形状はダイヤモンド砥石の成形精度に大きく依存することになる。砥石幅が 0.1 mm 以下となる場合、使用できるダイヤモンド粒子径の制約上加工が難しくなるが、砥石幅が 0.1 mm を超える場合は比較的形状加工が容易である。

フィルタ挿入溝 1 を図 2 B～D に示すように一方の壁側面の傾斜角と他方の壁側面の傾斜角が異なる異形に加工する理由は、多層膜フィルタ 2 を挿入したのち多層膜フィルタ 2 の傾斜を防止するためである。また以下に説明する製造方法において先に実装したカバー 3 の端面を基準面としてフィルタ挿入溝 1 を形成する場合、加工用のダイヤモンド砥石を基準面である平面基板 7 側に加工途中で押し付ける方向に力が働くため、ダイヤモンド砥石の蛇行によるフィルタ挿入溝 1 の加工精度劣化を防止するためである。以上、光ファイバが 2 本の場合の一例で説明したが、ファイバが 3 本以上の場合や、ファイバアレイの場合でも同様である。

また、光通路 5 が光ファイバの場合を例に説明したが、各種光導波路などの他の光通路においても同様である。

また、本発明では主にバンドパスフィルタや光アンプのゲイン平坦化フィルタを例に説明したが、波長合分波器などの他のモジュールとしても適用可能である。

さらに、多層膜フィルタ 2 として、ガラスやポリイミドなどの樹脂基板上に SiO_2 や Ta_2O_5 などの誘電体薄膜を多数積層したものをを用いて説明したが、それぞれの材料はこれに限定されるものではない。

(実施の形態 2)

次に図 3 および図 4 を用いて本発明による光フィルタモジュールの製造方法を説明する。

図 3 には、フィルタ挿入溝 1、多層膜フィルタ 2、平面基板に結合させたカバー 3、多層膜フィルタ 2 を押さえつけるためのカバー 4、光通路としての光ファ

イバ 5、光学接着剤 6、平面基板 7、平面基板 7 の表面に形成した精密 V 溝 10、紫外線 11 を示している。

本発明の光フィルタモジュールの製造方法は、第一の工程では図 3 A に示すように、平面基板 7 の表面に精密な V 溝 10 を形成する。

- 5 次の第 2 の工程では、図 3 B に示すように平面基板 7 に光ファイバ 5 を実装、固定する。光ファイバ 5 の実装部分は実装精度を考慮して被覆を除去したクラッド部にすることがより望ましい。また、実装固定した光ファイバ 5 が平面基板 7 の表面より突出するように、予め、V 溝 10 の角度や深さを設定する。こうすることにより、突出した光ファイバ 5 をガイドレールとしてカバー 3 の位置決めが
- 10 容易となる。

また、光ファイバ 5 としてコア拡大ファイバを使用することにより、光ファイバ 5 の端面のスポットサイズを拡大し、光ファイバ 5 間の透過損失や結合損失を低減することができる。

- 次に第 3 の工程として図 3 C に示すように、光ファイバ 5 が実装固定された平
- 15 面基板 7 の表面に光ファイバ 5 と交差するようにフィルタ挿入溝 1 を形成する。
- なお、光ファイバ 5 にコア拡大ファイバを用いる場合、フィルム挿入溝 1 はコア拡大部の最大部を交差するように形成する。フィルタ挿入溝 1 は例えば溝形状に成形した c-BN（立方晶窒化硼素）やダイヤモンドを砥粒とした砥石を用いて研削加工により形成できる。あるいはブラストなどの粉体加工も利用できる。さ
- 20 らに、平面基板の材料としてシリコンを用いる場合には、ウェットエッチングやドライエッチングにより溝を形成してもよい。

- 実施の形態 1 で説明したように、フィルタ挿入溝 1 の断面形状を異形に加工する場合、砥石を成形するほうが形状の自由度が高く有利である。さらに、フィルタ挿入溝 1 の形成と光ファイバ 5 の分割を同時に行うため、切断、分割された光フ
- 25 ァイバ 5 の端面の表面粗さを向上するためには、機械加工で形成する場合、使用砥粒は可能な限り小さいものが望ましい。本発明ではダイヤモンド砥石を使用し、フィルタ挿入溝 1 を形成したが、ダイヤモンド砥粒の番手を # 3000 以上を選

択することによりほぼ鏡面に近い光ファイバ5の端面を得た。

上記の工程は、平面基板7に光ファイバ5を実装、固定した後、光ファイバ5の切断と同時にフィルム挿入溝1を形成するため、入射光用の光ファイバと出射光用の光ファイバとの光軸調整が不要となり、製造時間が短縮できる。

- 5 また、多層膜フィルタ2がバンドパスフィルタや、光アンプに用いるゲイン平坦化フィルタなどであって、多層膜フィルタ2の表面での光の反射を防止する必要がある場合には、光ファイバ5とフィルタ挿入溝1とは一定の角度を持って交差するように形成する。使用する光の波長に依存するが、この交差角度は5～10度の範囲が好ましい。

- 10 次に第4の工程として図3Dに示すように、平面基板7の表面に光学接着剤6を全面に塗布し、さらにカバー3をフィルタ挿入溝1の端面にあわせて取付ける。このとき、前工程で形成したフィルタ挿入溝1の内部にも光学接着剤6が充填されるようにする。光学接着剤6として、使用する光ファイバ5のコア材料の屈折率と同等の屈折率のものをを用いることによりファイバ間の結合損失を低減可能である。
- 15 ある。

次に第5の工程として図3Eに示すように、光学接着剤6が充填されたフィルタ挿入溝1に多層膜フィルタ2を挿入する。このとき、一方のカバー3の端面をフィルタ挿入溝1の側面に沿って実装することにより、挿入する多層膜フィルタ2をフィルタ挿入溝1の一方の側面に沿わせて実装固定することが可能である。

- 20 また、必ず挿入した多層膜フィルタ2の上部が平面基板7の表面から突出するように多層膜フィルタ2の大きさを設定する。多層膜フィルタ2の突出量は少なくともカバー3の厚みの1/2以上が望ましく、カバー3の厚み以上であることがさらに望ましい。なお、図3では、多層膜フィルタ2の上部が平面基板7の表面から突出する量は、カバー3の厚み以上となっており、多層膜フィルタ2の上部
- 25 はカバー3の表面よりも突出するようになっている。

次に第6の工程として図3Fに示すように、多層膜フィルタ2に対してカバー3の反対側からカバー4を移動させ、フィルタ挿入溝1に挿入された多層膜フイ

ルタ 2 を教示する。多層膜フィルタ 2 の片面が、カバー 3 およびフィルタ挿入溝 1 の側面に沿っていれば、もう一方のカバー 4 で挟持して固定する場合の多層膜フィルタ 2 の割れ防止に有利である。挟持する部分は多層膜フィルタ 2 の突出部分となるが、多層膜フィルタ 2 に反りが生じている場合、突出量を長くし、カバー 3, 4 で挟持する面積を広くすることにより反りの矯正も可能となる。また、多層膜フィルタ 2 の形成基板にガラス等を用いれば弾性係数が大きいため応力による割れなどの防止に効果的である。なお、カバー 3, 4 の表面に V 溝を形成してもよい。これらの V 溝の角度および深さは、多層膜フィルタ 2 の突出量により適宜設定する。カバー 3, 4 の表面に V 溝を形成した場合、光ファイバ 5 をガイドレールとしてカバー 3, 4 を取付けるのが容易になるという効果がある。

最後に第 7 の工程として図 3 G に示すように、カバー 3, 4 および平面基板 7 の片側あるいは両側より紫外線 11 を照射して光学接着剤 6 を硬化させて完成する。このとき、製造時間の短縮化には光を用いる方法が有利であり、目的に応じた光学接着剤を用いる。光学接着剤としては、紫外線硬化型のアクリル樹脂やエポキシ樹脂を用いることが出来る。但し、本発明は光硬化に限定されるわけではなく、熱硬化形の接着剤を用いても良い。

カバー 3, 4 および平面基板 7 の材料としては後の工程で実装、固定する光ファイバ 5 と同等の線膨張係数を有する材料が望ましく、さらにカバー 3, 4 および平面基板 7 の固着に光硬化性接着剤を用いることを考慮して光透過性を有することが望ましい。

以上は、光通過 5 が光ファイバの場合を例にしたが、各種光導波路などの他の光通路においても同様であり、光通路 5 が光導波路の場合の製造方法を図 4 に示している。

図 3 に示す工程で光通路 5 として光ファイバを用いたのに対し、図 4 A ~ F の工程は、平面基板 7 上に直接、光導波路を作り込んでこれを光通路 5 としたものであり、光導波路の作製は通常行われる方法に従った。

光導波路 12 の切断と同時にフィルタ挿入溝 1 を形成するため、入射光用の光導

波路と出射光用の光導波路との光軸調整が廃止され、さらにフィルタ挿入溝 1 の形成と光導波路 1 2 の切断を同時に行うため製造時間が短縮できる。

5 なお、図 3 または図 4 において多層膜フィルタ 2 としてはバンドパスフィルタや光アンプのゲイン平坦化フィルタがあるが、各種の光学フィルタが適用可能である。

さらに、多層膜フィルタ 2 は、例えばガラスやポリイミドなどの樹脂基板上に SiO_2 や Ta_2O_5 などの誘電体薄膜を多数積層したものがあるが、それぞれの材料はこれに限定されるものではない。

(実施の形態 3)

10 次に図 5 ～図 8 を用いて本発明による光フィルタモジュールの製造方法の実施の形態 3 を説明する。

図 5 A ～ G には、フィルタ挿入溝 1、多層膜フィルタ 2、平面基板に結合させたカバー 3、多層膜フィルタ 2 を押さえつけるためのカバー 4、光通路としての光ファイバ 5、光学接着剤 6、平面基板 7、平面基板 7 の表面に形成した精密な V 溝 1 0、紫外線 1 1 を示している。

本発明による光フィルタモジュールの製造方法は、第 1 の工程として図 5 A に示すように、平面基板 7 の表面に精密な V 溝 1 0 を形成する。このとき、平面基板 7 の材料としては後の工程で実装、固定する光ファイバ 5 と同等の線膨張係数を有する材料が望ましい。

20 次に第 2 の工程として図 5 B に示すように、フィルタ挿入溝 1 を設け、平面基板 7 の表面に形成した精密な V 溝 1 0 に光ファイバ 5 を実装、固定する。このとき、光ファイバ 5 を先に実装し、その後フィルタ挿入溝 1 を形成してもよい。また、フィルタ挿入溝 1 を形成しながら光ファイバ 5 を切断してもよい。

また、光ファイバ 5 の切断面は鏡面処理を行うことにより光ファイバ 5 間の結合損失の低減に有効である。切断面はそのまま使用する場合、その切断条件には留意が必要である。ダイヤモンド砥石などを用いて切断する場合、切断後の光ファイバ 5 の端面を可能な限り鏡面に近づけるため、使用する砥粒径は小さいもの

を選択すべきである。本発明ではダイヤモンド砥石を使用し、フィルタ挿入溝 1 を形成したが、ダイヤモンド砥粒の番手を # 3 0 0 0 以上を選択することによりほぼ鏡面に近い光ファイバ 5 の端面を得た。なお、実装固定する光ファイバ 5 はその実装精度を考慮して樹脂などの被覆を除去した後のクラッド部であることが望ましい。

また、光ファイバ 5 としてコア拡大ファイバを使用することにより、光ファイバ 5 の端面のスポットサイズを拡大し、光ファイバ 5 間の透過損失や結合損失を低減することができる。

フィルタ挿入溝 1 は例えば溝形状に成形した c - B N (立方晶窒化硼素) やダイヤモンドを砥粒とした砥石を用いて研削加工により形成できる。あるいはプラスチックなどの粉体加工も利用できる。さらに、平面基板の材料としてシリコンを用いる場合には、ウェットエッチングやドライエッチングにより溝を形成してもよい。実施の形態 1 で説明したフィルタ挿入溝 1 の断面形状を異形に加工する場合、砥石を成形するほうが形状の自由度が高く有利である。

次に第 3 の工程として図 5 C に示すように、平面基板 7 の表面に光学接着剤 6 を全面に塗布し、さらにカバー 3 をフィルタ挿入溝 1 の端面にあわせて取付ける。このとき、前工程で形成したフィルタ挿入溝 1 の内部にも光学接着剤 6 が充填されるようにする。光学接着剤 6 は、使用する光ファイバ 5 のコア材料の屈折率と同等のものをを用いることによりファイバ間の結合損失の低減が可能である。なお、カバー 3 には V 溝が形成してあってもよい。また、実装固定した光ファイバ 5 が平面基板 7 の表面より突出するように V 溝 1 0 の角度や深さを設定する。こうすることにより、突出した光ファイバ 5 をガイドレールとしてカバー 3 の位置決めが容易となる。また、カバー 3 の側面をフィルタ挿入溝 1 の側面に沿って形成することにより、次工程で挿入する多層膜フィルタ 2 をフィルタ挿入溝 1 の一方の側面に沿わせて実装固定することが可能であり、もう一方のカバー 4 で固定する場合の多層膜フィルタ 2 の割れ防止に有利である。

次に第 4 の工程として図 5 D に示すように、光学接着剤 6 が充填されたフィル

タ挿入溝 1 に多層膜フィルタ 2 を挿入する。このとき、必ず挿入した多層膜フィルタ 2 の上部が平面基板 7 の表面より突出するように多層膜フィルタ 2 の大きさを設定する。多層膜フィルタ 2 の突出量は少なくともカバー 3 の厚みの $1/2$ 以上が望ましく、カバー 3 の厚み以上であることがさらに望ましい。なお、図 3 で

5 は、多層膜フィルタ 2 の上部が平面基板 7 の表面より突出する量は、カバー 3 の厚み以上となっており、多層膜フィルタ 2 の上部はカバー 3 の表面よりも突出するようになっている。

次に第 5 の工程として図 5 E に示すように、平面基板 7 の表面に形成した精密な V 溝 10 をガイドレールとして沿わせるようにして光ファイバ 5 を設ける。このとき、挿入した多層膜フィルタ 2 の表面に光ファイバ 5 の端面を当接することが可能であるため光ファイバ 5 間の透過損失や結合損失をさらに低減することができる。

10

次に第 6 の工程として図 5 F に示すように、カバー 3 の向かい側からカバー 4 を移動させ、フィルタ挿入溝 1 に挿入された多層膜フィルタ 2 を押し付けて固定する。なお、押し付けて固定する部分は多層膜フィルタ 2 の突出部分となるが、多層膜フィルタ 2 に反りが生じている場合、突出量を長くし、カバー 3, 4 で挟持する面積を広くすることにより反りの矯正も可能となる。また、多層膜フィルタ 2 の形成基板にガラス等を用いれば弾性係数が大きいため応力による割れなどの防止に効果的である。また、カバー 3, 4 の表面に V 溝を形成してもよい。その場合の角度および深さは、光ファイバ 5 の突出量により適宜設定する。

15

20

最後に第 7 の工程として図 5 G に示すように、カバー 3, 4 および平面基板 7 の片側あるいは両側より紫外線などの光を照射、あるいは熱を加え硬化させて完成する。平面基板 7 およびカバー 3, 4 は、固着に光硬化性接着剤を用いることを考慮して光透過性を有することが望ましい。

25 上記のように本発明の製造方法では、あらかじめ光ファイバ 5 を実装したカバー 3 を準備しておくことにより、光学接着剤 6 を塗布、多層膜フィルタ 2 の挿入、カバー 3 による多層膜フィルタ 2 の固定の工程を分離することなく進めることが

でき、製造管理が容易である。

次に、図 6 に示す製造方法は、第 1 の工程として図 6 A に示すように、平面基板 7 の表面に精密な V 溝 10 を形成する。このとき、平面基板 7 の材料としては後の工程で実装、固定する光ファイバ 5 と同等の線膨張係数を有する材料が望ましい。

次に第 2 の工程として図 6 B に示すように平面基板 7 に光ファイバ 5 を実装、固定し、カバー 3 を取付ける。光ファイバ 5 の実装部分は実装精度を考慮して被覆を除去したクラッド部にすることがより望ましい。また、実装固定した光ファイバ 5 が平面基板 7 の表面より突出するように V 溝 10 の角度や深さを設定する。こうすることにより、突出した光ファイバ 5 をガイドレールとしてカバー 3 の位置決めが容易となる。また、光ファイバ 5 をコア形拡大ファイバを使用することにより、光ファイバ 5 の端面のスポットサイズを拡大し、光ファイバ 5 間の透過損失や結合損失を低減することができる。なお、光学接着剤を利用することにより、カバー 3 および平面基板 7 の片側あるいは両側より紫外線などの光を照射、あるいは熱を加え硬化させてカバー 3 を固定してもよい。本実施の形態では、光硬化型の光学接着剤を用い、これに光照射して硬化させている。平面基板 7 およびカバー 3 は、固着に光硬化性接着剤を用いることを考慮して光透過性を有することが望ましい。

次に第 3 の工程として図 6 C に示すように、光ファイバ 5 が実装固定された平面基板 7 の表面に光ファイバ 5 と交差するようにフィルタ挿入溝 1 を形成する。なお、光ファイバ 5 にコア拡大ファイバを用いる場合、フィルタ挿入溝 1 はコア拡大部の最大部と交差するように形成する。フィルタ挿入溝 1 は例えば溝形状に成形した c-BN（立方晶窒化硼素）やダイヤモンドを砥粒とした砥石を用いて研削加工により形成できる。あるいはブラストなどの粉体加工も利用できる。さらに、平面基板の材料としてシリコンを用いる場合には、ウェットエッチングやドライエッチングにより溝を形成してもよい。

実施の形態 1 で説明したように、フィルタ挿入溝 1 の断面形状を異形に加工す

る場合、砥石を成形するほうが形状の自由度が高く有利である。さらに、フィルタ挿入溝 1 の形成と光ファイバ 5 の分割を同時に行うため、切断、分割された光ファイバ 5 の端面の表面粗さを向上するため、機械加工で形成する場合、使用砥粒は可能な限り小さいものが望ましい。本発明ではダイヤモンド砥石を使用し、

- 5 フィルタ挿入溝 1 を形成したが、ダイヤモンド砥粒の番手を # 3 0 0 0 以上を選択することによりほぼ鏡面に近い光ファイバ 5 の端面を得た。なお、フィルタ挿入溝 1 はカバー 3 の端面にあわせて形成してもよいが、フィルタ挿入溝 1 を形成しながらカバー 3 の一部を切断してもよい。

- 10 上記の工程は、平面基板 7 に光ファイバ 5 を実装、固定した後、光ファイバ 5 の切断と同時にフィルタ挿入溝 1 を形成するため、入射光用の光ファイバと出射光用の光ファイバとの光軸調整が不要となり、かつ、製造時間を短縮できる。さらにカバー 3 を同時に切断する場合は、カバー 3 とフィルタ挿入溝 1 の端面との位置合わせも不要となるため、より大幅に時間短縮が可能になる。

- 15 次に第 4 の工程として図 6 D に示すように、平面基板 7 の表面に光学接着剤 6 を一面に塗布する。このとき、前工程で形成したフィルタ挿入溝 1 の内部にも光学接着剤 6 が充填されるようにする。光学接着剤 6 は、使用する光ファイバ 5 のコア材料の屈折率と同等のものをを用いることにより光ファイバ間の結合損失が低減可能である。以降の図 6 E, F に示す工程は図 3 に示す製造方法と同一である。

- 20 以上は、光通路 5 が光ファイバの場合を例にしたが、各種光導波路などの他の光通路においても同様であり、光通路 5 が光導波路の場合の製造方法を図 7 A ~ F に示している。図 7 A ~ F の工程は、図 6 に示す工程において光ファイバ 5 を光導波路 1 2 に置き換えたものと同じであるためここでは説明を省略する。

- 次に、図 8 A ~ G に示す製造方法について説明する。第 1 の工程では、図 8 A に示すように、平面基板 7 の表面に精密な V 溝 1 0 を形成する。このとき、平面
25 基板 7 の材料としては後の工程で実装、固定する光ファイバ 5 と同等の線膨張係数を有する材料が望ましい。

次に第 2 の工程として図 8 B に示すように平面基板 7 に光ファイバ 5 を実装、

固定し、カバー 3 を取付ける。光ファイバ 5 の実装部分は実装精度を考慮して被覆を除去したクラッド部にすることがより望ましい。また、実装固定した光ファイバ 5 が平面基板 7 の表面より突出するように V 溝 10 の角度や深さを設定する。こうすることにより、突出した光ファイバ 5 をガイドレールとしてカバー 3 の位置決めが容易となる。また、光ファイバ 5 をコア拡大ファイバを使用することにより、光ファイバ 5 の端面のスポットサイズを拡大し、光ファイバ 5 間の透過損失や結合損失を低減することができる。なお、光学接着剤を利用することにより、カバー 3 および平面基板 7 の片側あるいは両側より紫外線などの光を照射、あるいは熱を加え硬化させてカバー 3 を固定してもよい。本実施の形態では、光硬化型の光学接着剤を用い、これに光照射して硬化させている。平面基板 7 およびカバー 3 は、固着に光硬化性接着剤を用いることを考慮して光透過性を有することが望ましい。

次に第 3 の工程として図 8 C に示すように、光ファイバ 5 が実装固定された平面基板 7 の表面に光ファイバ 5 と交差するようにフィルタ挿入溝 1 を形成する。なお、光ファイバ 5 にコア拡大ファイバを用いる場合、フィルタ挿入溝 1 はコア拡大部の最大部を交差するように形成すべきである。フィルタ挿入溝 1 は例えば溝形状に成形した c-BN（立方晶窒化硼素）やダイヤモンドを砥粒とした砥石を用いて研削加工により形成できる。あるいはブラストなどの粉体加工も利用できる。さらに、平面基板の材料としてシリコンを用いる場合には、ウエットエッチングやドライエッチングにより溝を形成してもよい。

実施の形態 1 で説明したように、フィルタ挿入溝 1 の断面形状を異形に加工する場合、砥石を成形するほうが形状の自由度が高く有利である。なお、フィルタ挿入溝 1 の形成と同時に光ファイバ 5 を切断してもよい。光ファイバ 5 を同時に切断する場合は、光ファイバ 5 の端面とフィルタ挿入溝 1 との位置合わせが廃止され、製造時間の短縮が可能となる。切断された光ファイバ 5 の端面の表面粗さを向上するため、フィルタ挿入溝 1 を機械加工で形成する場合、使用砥粒は可能な限り小さいものが望ましい。本発明ではダイヤモンド砥石を使用し、フィルタ

挿入溝 1 を形成したが、ダイヤモンド砥粒の番手を # 3 0 0 0 以上を選択することによりほぼ鏡面に近い光ファイバ 5 の端面を得た。なお、フィルタ挿入溝 1 はカバー 3 の端面にあわせて形成してもよいが、フィルタ挿入溝 1 を形成しながらカバー 3 の一部を切断してもよい。カバー 3 を同時に切断する場合は、カバー 3
5 とフィルタ挿入溝 1 の端面との位置合わせが不要で、製造時間の短縮が可能になる。

次に第 4 の工程として図 8 D に示すように、平面基板 7 の表面に光学接着剤 6 を塗布し、多層膜フィルタ 2 を挿入する。このとき、前工程で形成したフィルタ挿入溝 1 の内部にも光学接着剤 6 が充填されるようにする。光学接着剤 6 は、使用
10 する光ファイバ 5 のコア材料の屈折率と同等のものをを用いることにより光ファイバ間の結合損失を低減可能である。

以降の図 8 E ~ G の工程は図 5 に示す製造方法と同一である。

産業上の利用可能性

15

以上のように本発明は、光通路とフィルタ挿入溝とカバーを有する平面基板に多層膜フィルタを挿入し、他方のカバーで多層膜フィルタを固定するようにしたものであるため、従来の光軸調整が廃止でき、その結果として、作業性の高いものとなる作用を有すると同時に、多層膜フィルタの反りに依存せずに多層膜
20 ルタを確実に固着、実装できる光フィルタモジュールの構造及び接着造方法を提供する効果を有する。

請求の範囲

1. 平面基板と、
前記平面基板上に形成された光通路と、
- 5 前記平面基板上に前記光通路と交差して設けられるフィルタ挿入溝と、
前記フィルタ挿入溝に挿入され、前記光通路を分断して配される多層膜フィルタ
と、
前記多層膜フィルタを挟持して、前記平面基板上に配置される一対のカバーと
を有する光フィルタモジュール。
- 10 2. 前記一対のカバーのうちの少なくとも一方カバーの端面と、前記フィルタ挿
入溝の壁面とを略同一面上に有する請求項 1 記載の光フィルタモジュール。
3. 前記一対のカバーの少なくとも一方の端面と、前記多層膜フィルタの一面と
15 が密接された請求項 1 記載の光フィルタモジュール。
4. 前記フィルタ挿入溝が前記多層膜フィルタの側面と対面する第一の壁面と第
二の壁面を有し、前記多層膜フィルタの底面と前記フィルタ挿入溝が当接する位
置で、前記第一の壁面と前記フィルタ側面とのなす角が、前記第二の壁面と前記
20 フィルタ側面とのなす角より小さい請求項 1 記載の光フィルタモジュール。
5. 前記光通路が、光ファイバであり、前記光ファイバが前記平面基板上に形成
される溝内に收容される請求項 1 記載の光フィルタモジュール。
- 25 6. 前記光ファイバがコア拡大部を有するファイバである請求項 5 記載の光フ
ィルタモジュール。

7. 前記コア拡大部を光ファイバの分断された端面とする請求項6記載の光フィルタモジュール。

8. 前記光ファイバを収容する溝の深さが、前記光ファイバの径より小さく、前記
5 記一対のカバーは、前記光ファイバと当接する部分に溝を有する請求項5記載の光フィルタモジュール。

9. 表面に光通路を形成した平面基板と、
前記光通路と交差する多層膜フィルタと、
10 前記多層膜フィルタを挟持し、前記表面を覆う一対のカバーと
を有する光フィルタモジュールの製造方法であって、
平面基板上に光通路を形成する光通路形成工程と、
前記平面基板上に、前記光通路と交差するフィルタ挿入溝を形成する挿入溝形成工程と
15 前記フィルタ挿入溝の一方の壁面と、第一のカバーの端面とを整合させる整合工程と
前記フィルタ挿入溝に多層膜フィルタを挿入する挿入工程と挿入された前記多層膜フィルタを第二のカバーで押付けて固定する固定工程
を有する。

20

10. 前記光通路が光ファイバである請求項9記載の光フィルタモジュールの製造方法であって、

前記光通路形成工程は、

前記平面基板上にV溝を形成する工程と、

25 前記V溝に光ファイバを収容する工程とを有し、

前記整合工程は、

前記第一のカバーを前記平面基板に固定する工程と、その後、

第一のカバーの端面に沿って前記光ファイバを分断して前記挿入溝を形成する工程を有する。

1 1. 前記光ファイバがコア拡大部を有する光ファイバである請求項 1 0 記載の
5 光フィルタモジュールの製造方法であって、
前記整合工程で、前記コア拡大部が分断されることを特徴とする。

1 2. 前記第一のカバーと第二のカバーの固定を光学接着剤を用いて接着する請求項 9 記載の光フィルタモジュールの製造方法。

10

1 3. 前記光学接着剤が、光硬化性接着剤である請求項 1 2 記載の光フィルタモジュールの製造方法。

1 4. 前記光ファイバと当接する部分に溝を形成した前記一対のカバーを有する
15 請求項 1 0 記載の光フィルタモジュールの製造方法であって、
前記カバー上の溝をガイド溝として、前記平面基板上をスライドさせて前記カバーを固定することを特徴とする。

1/10

FIG. 1A

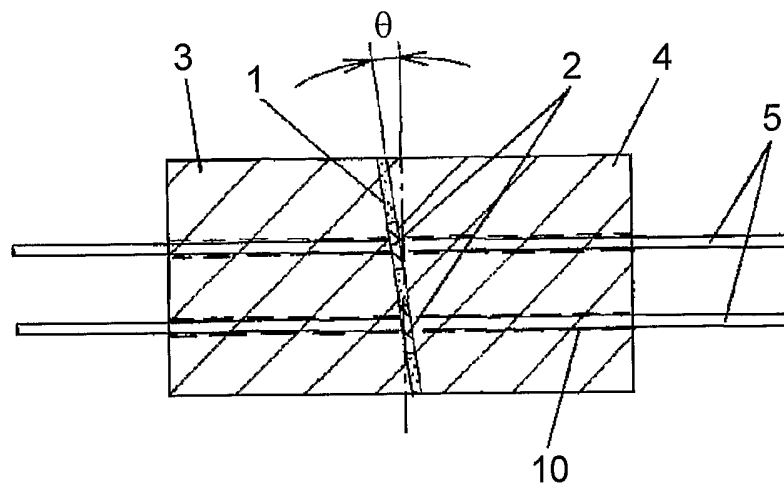


FIG. 1B

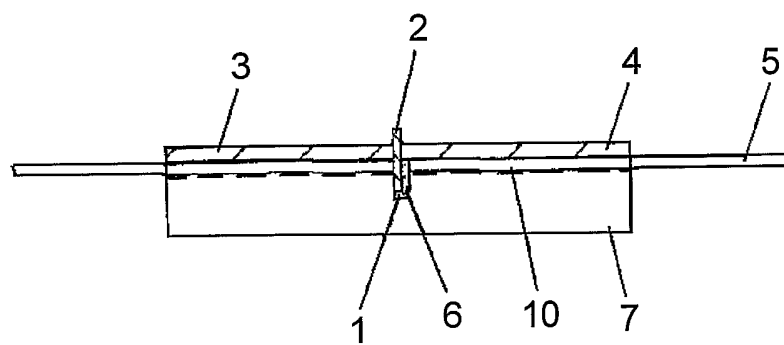
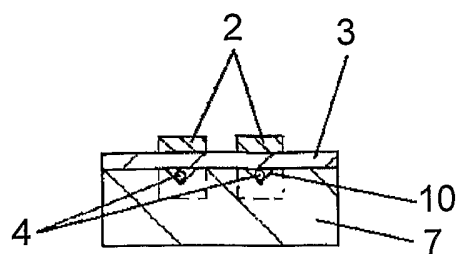


FIG. 1C



2/10

FIG. 2A

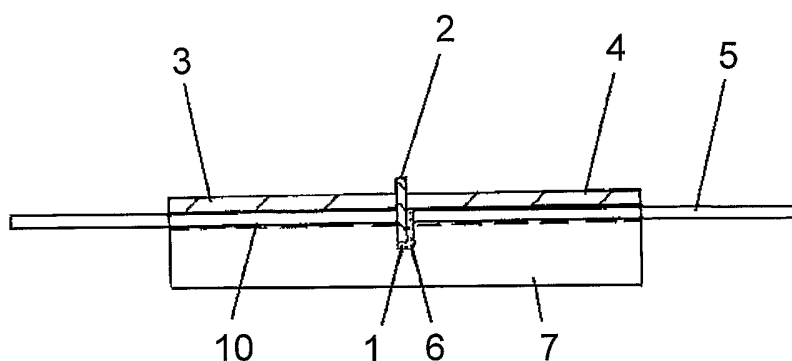


FIG. 2B

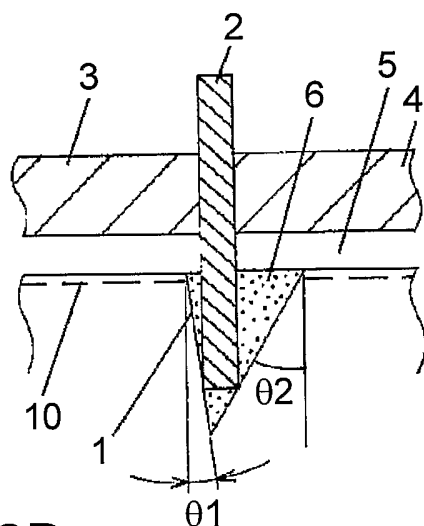


FIG. 2C

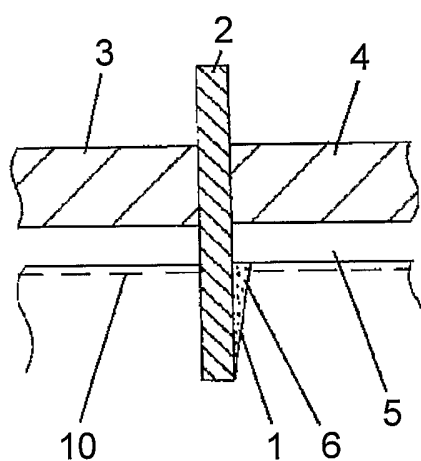


FIG. 2D

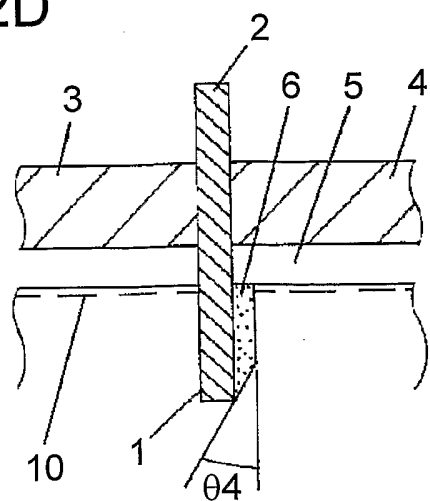


FIG. 3A

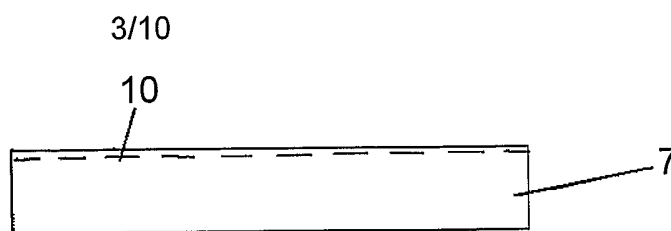


FIG. 3B

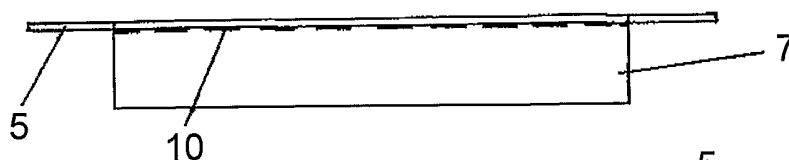


FIG. 3C

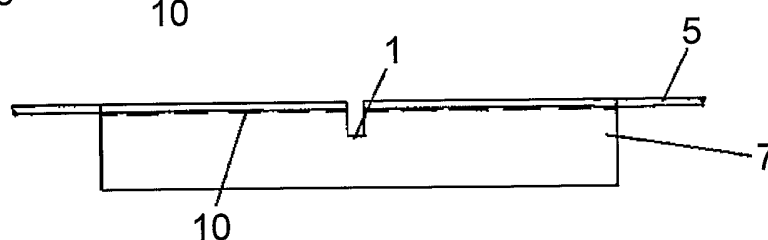


FIG. 3D

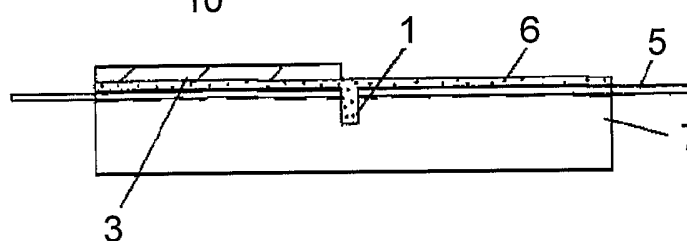


FIG. 3E

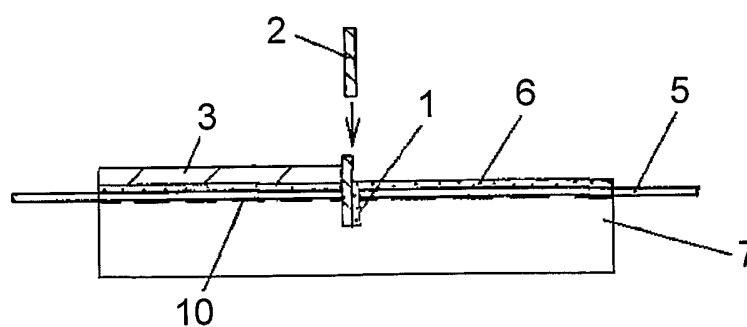


FIG. 3F

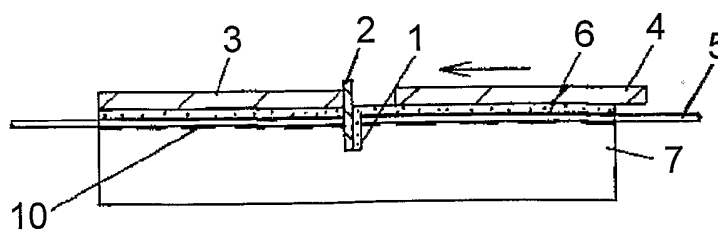
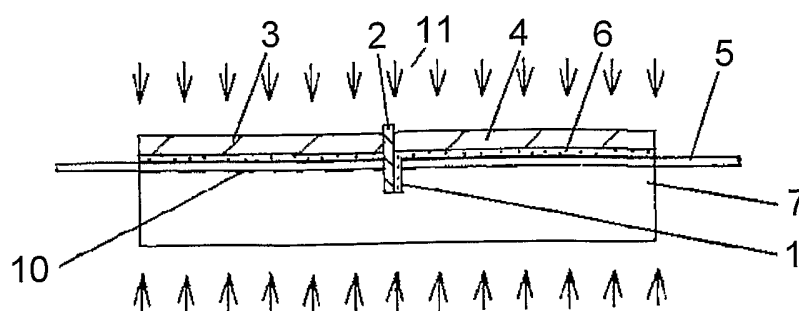


FIG. 3G



4/10

FIG. 4A

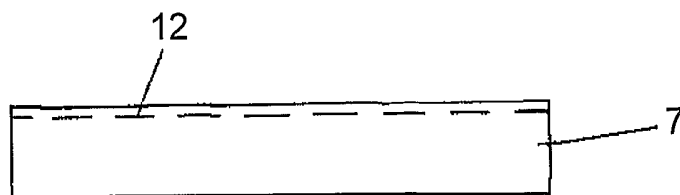


FIG. 4B

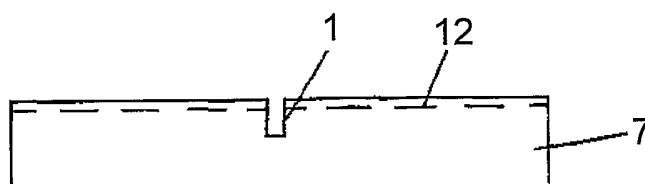


FIG. 4C

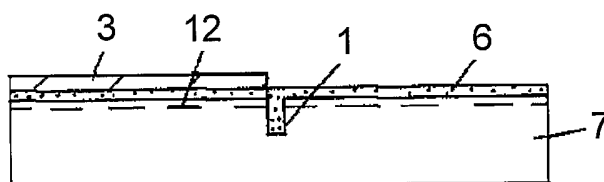


FIG. 4D

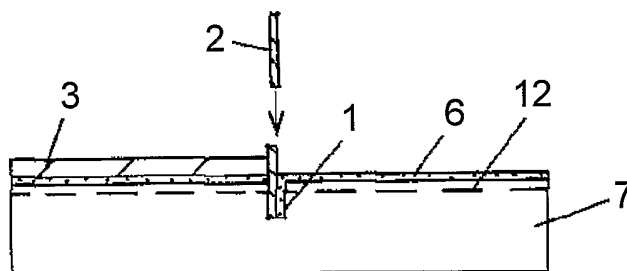


FIG. 4E

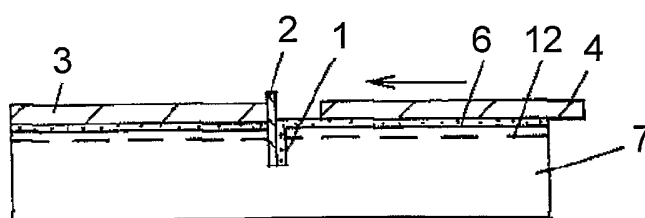
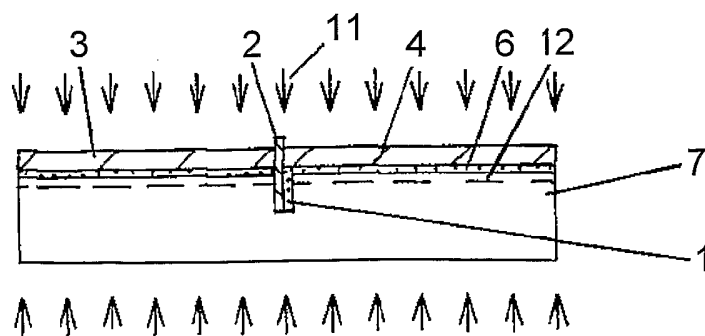


FIG. 4F



5/10

FIG. 5A

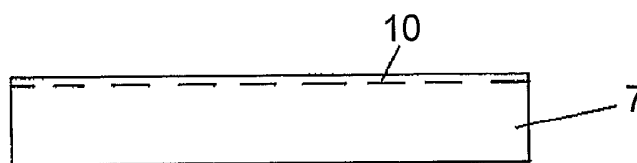


FIG. 5B

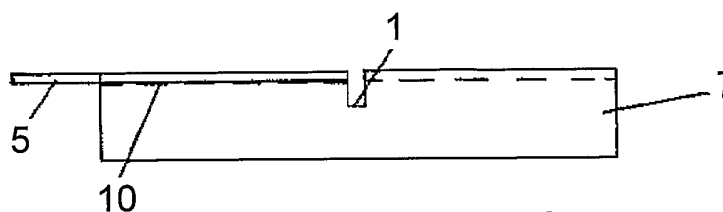


FIG. 5C

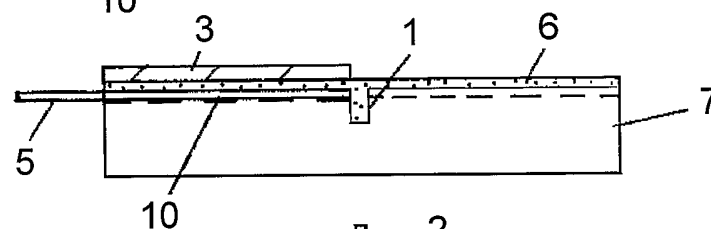


FIG. 5D

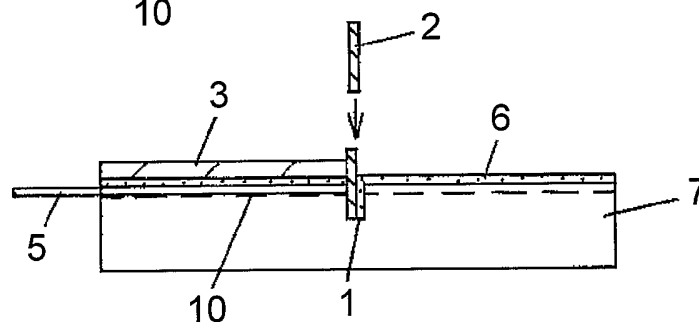


FIG. 5E

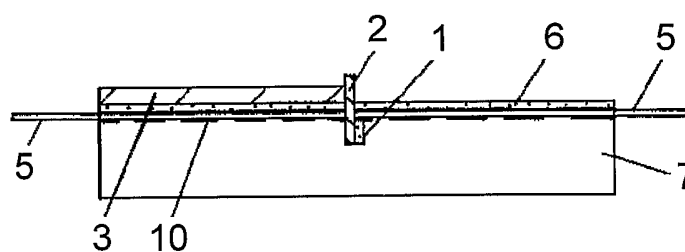


FIG. 5F

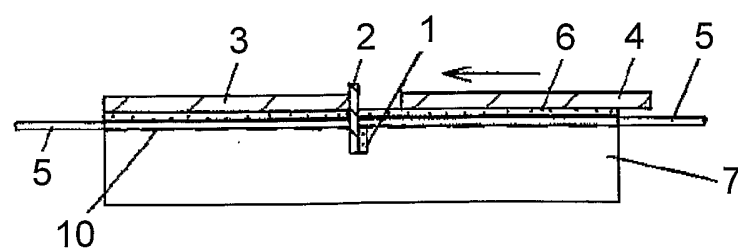
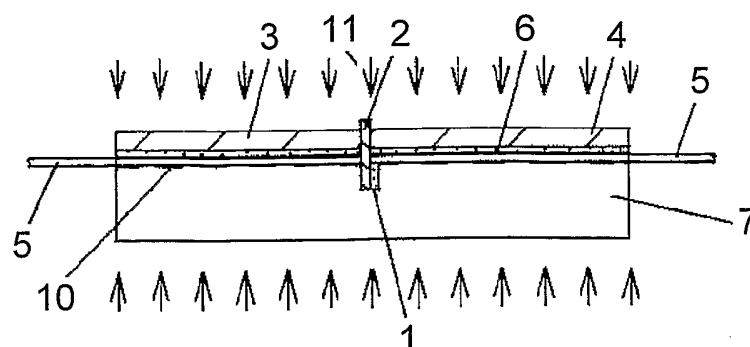


FIG. 5G



6/10

FIG. 6A



FIG. 6B

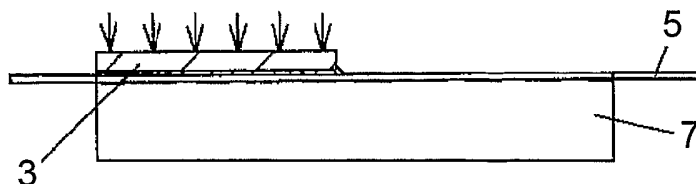


FIG. 6C

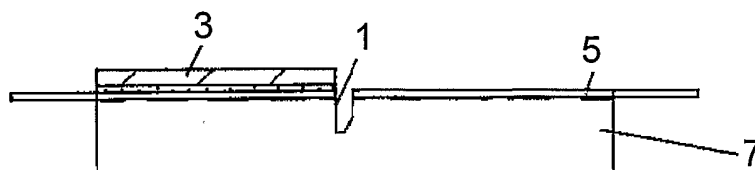


FIG. 6D

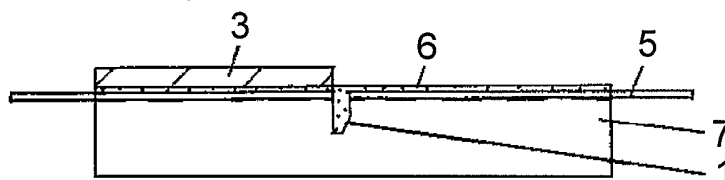


FIG. 6E

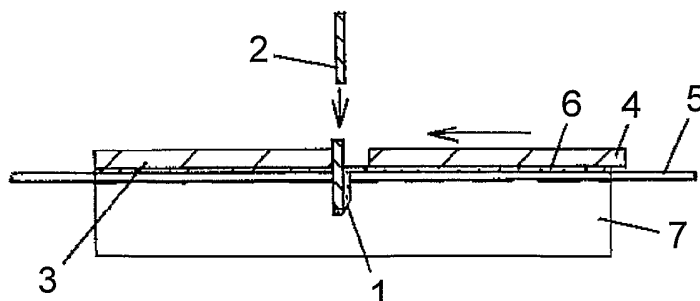
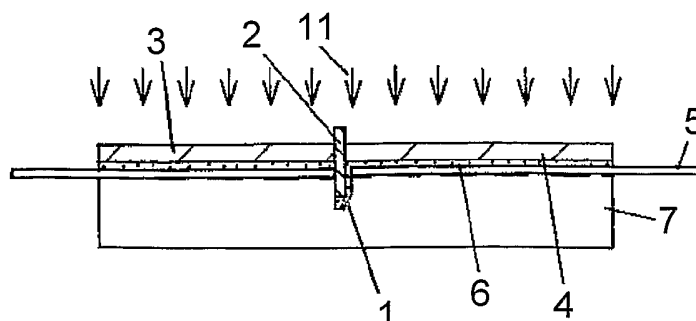


FIG. 6F



7/10

FIG. 7A

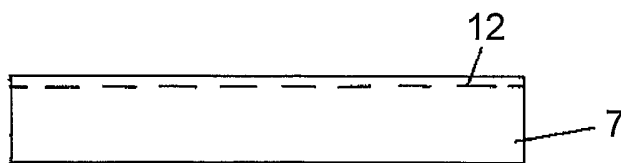


FIG. 7B

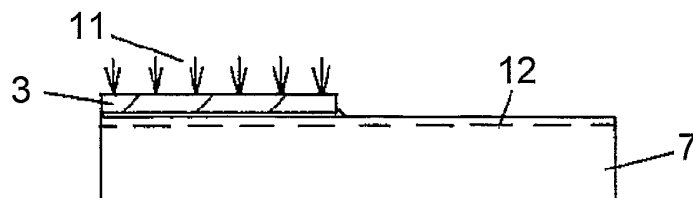


FIG. 7C

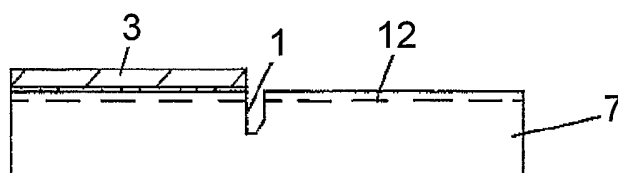


FIG. 7D

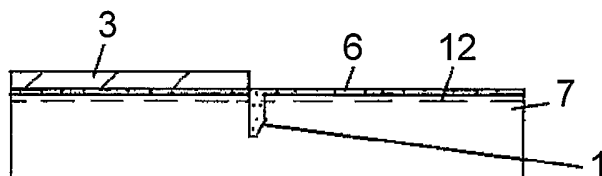


FIG. 7E

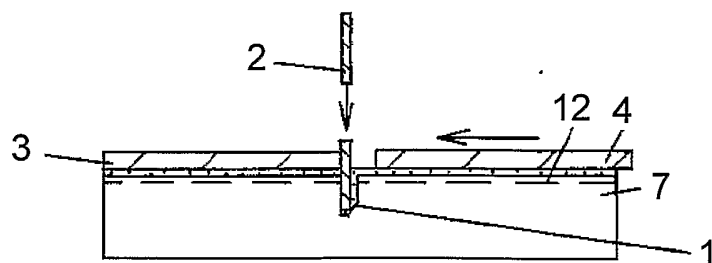
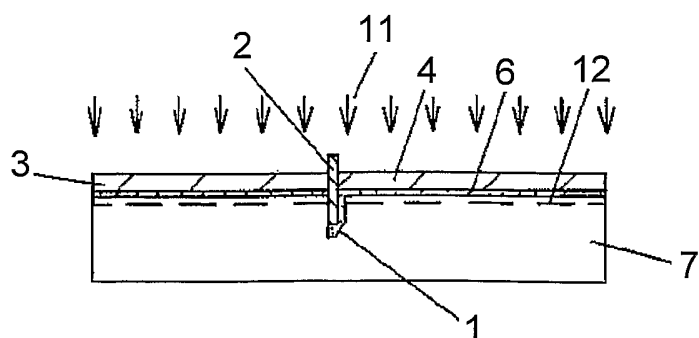


FIG. 7F



8/10

FIG. 8A

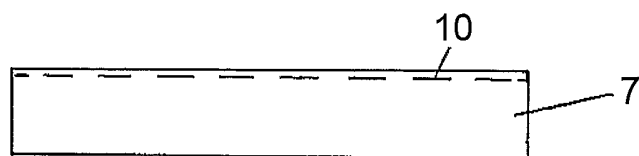


FIG. 8B

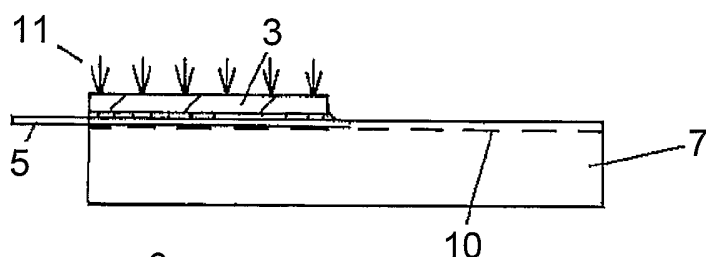


FIG. 8C

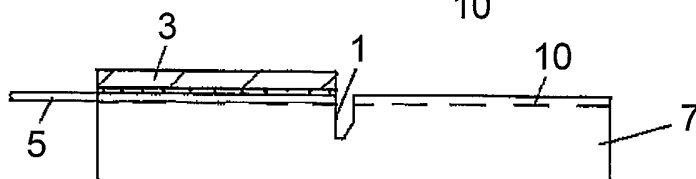


FIG. 8D

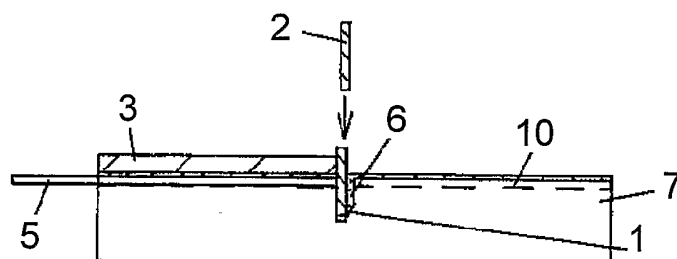


FIG. 8E

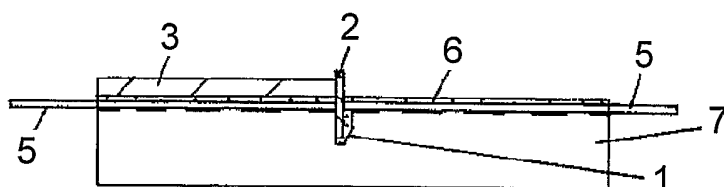


FIG. 8F

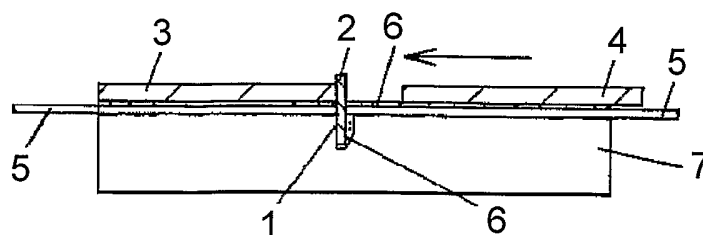
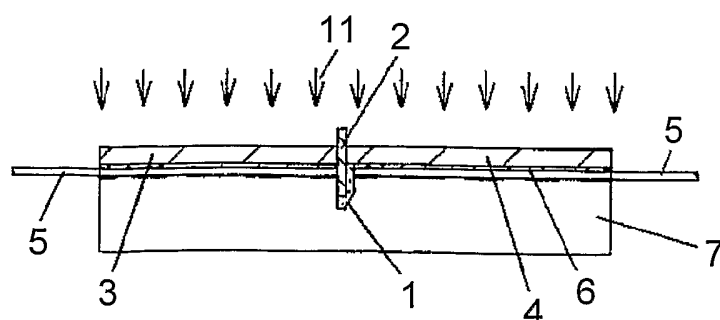
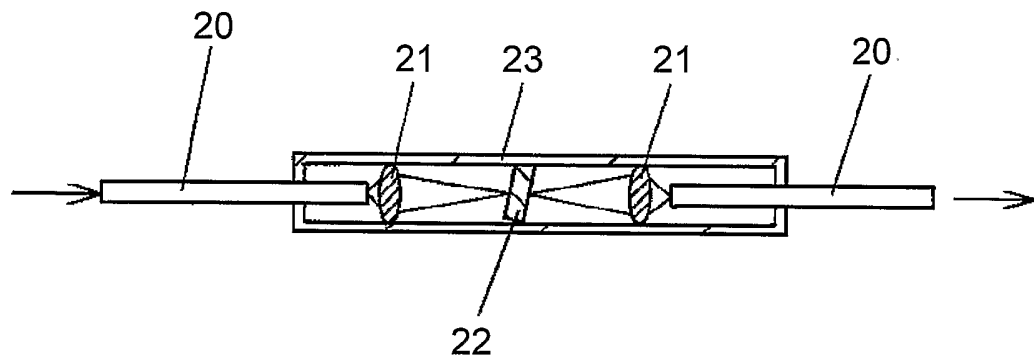


FIG. 8G



9/10

FIG. 9



10/10

図面の参照符号の一覧表

- 1 フィルタ挿入溝
- 2 多層膜フィルタ
- 3 カバー
- 4 カバー
- 5 光通路（光ファイバ）
- 6 光学接着剤
- 7 平面基板
- 10 V溝
- 11 紫外線
- 12 光導波路
- 20、20a、20b 光ファイバ
- 21 集光用レンズ
- 22 多層膜フィルタ

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/10263

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G02B6/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G02B6/00, G02B6/26, G02B6/28, G02B6/34

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	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4958897 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 25 September, 1990 (25.09.90), Column 4, lines 7 to 30; column 4, lines 40 to 42; Figs. 6A, 6B, 11 & JP 2-84601 A Page 3, upper left column, line 5 to page 3, upper right column, line 3; page 3, upper right column, lines 12 to 14; Figs. 1, 6 & GB 2221058 A & FR 2633727 A & DE 3920416 A & CA 1325542 C & KR 145716 B1	1-14
X Y	JP 7-5346 A (Sumitomo Osaka Cement Co., Ltd.), 10 January, 1995 (10.01.95), Par. Nos. [0010] to [0012], [0017]; Figs. 2 to 3 (Family: none)	1-3, 9 12-13



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 document 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
24 October, 2002 (24.10.02)

Date of mailing of the international search report
05 November, 2002 (05.11.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/10263

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 129089/1987 (Laid-open No. 34604/1989) (Shimadzu Corp.), 02 March, 1989 (02.03.89), Page 2, line 17 to page 3, line 8; Fig. 1 (Family: none)	1-14
X	JP 10-307221 A (Hitachi, Ltd.), 17 November, 1998 (17.11.98), Par. No. [0019]; Fig. 3 (Family: none)	1-3
A	JP 8-297214 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 12 November, 1996 (12.11.96), Par. Nos. [0025] to [0032]; Figs. 4 to 9 (Family: none)	1-14
A	JP 8-211228 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 20 August, 1996 (20.08.96), Par. Nos. [0002] to [0004]; Figs. 5 to 6 (Family: none)	1-14
A	JP 8-184712 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 16 July, 1996 (16.07.96), Par. Nos. [0017] to [0018]; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-14
A	JP 6-34837 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 10 February, 1994 (10.02.94), Par. Nos. [0012], [0016]; Figs. 1, 4 (Family: none)	1-14
A	JP 2-284103 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 21 November, 1990 (21.11.90), Page 3, upper right column, line 5 to page 3, lower left column, line 9; Figs. 1 to 3 (Family: none)	1-14
A	JP 7-281049 A (FDK Corp.), 27 October, 1995 (27.10.95), Full text; Figs. 1 to 4 (Family: none)	6-7, 11

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G02B6/00

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 G02B6/00, G02B6/26, G02B6/28, G02B6/34

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 1971-2002年
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年
 日本国実用新案登録公報 1996-2002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
A	US 4958897 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.) 1990.09.25, 第4欄第7-30行目, 第4欄第40-42行目, FIG. 6A, FIG. 6B, FIG. 11 & JP 2-84601 A, 第3頁左上欄第5行目-第3頁 右上欄第3行目, 第3頁右上欄第12-14行目, 図1, 図6 & GB 2221058 A & FR 2633727 A & DE 3920416 A & CA 1325542 C & KR 145716 B1	1-14

☒ 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

24.10.02

国際調査報告の発送日

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)

吉田英一

電話番号 03-3581-1101 内線 3255

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 Y	J P 7-5346 A(住友大阪セメント株式会社) 1995. 01. 10, 段落番号【0010】-【0012】, 【0017】, 図2-3(ファミリーなし)	1-3, 9 12-13
Y	日本国実用新案登録出願62-129089号(日本国実用新案登録出願公開64-34604号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(株式会社島津製作所) 1989. 03. 02, 第2頁第17行目-第3頁第8行目, 第1図(ファミリーなし)	1-14
X	J P 10-307221 A(株式会社日立製作所) 1998. 11. 17, 段落番号【0019】, 図3(ファミリーなし)	1-3
A	J P 8-297214 A(住友電気工業株式会社) 1996. 11. 12, 段落番号【0025】-【0032】, 図4-9(ファミリーなし)	1-14
A	J P 8-211228 A(古河電気工業株式会社) 1996. 08. 20, 段落番号【0002】-【0004】, 図5-6(ファミリーなし)	1-14
A	J P 8-184712 A(古河電気工業株式会社) 1996. 07. 16, 段落番号【0017】-【0018】, 図1-3(ファミリーなし)	1-14
A	J P 6-34837 A(住友電気工業株式会社) 1994. 02. 10, 段落番号【0012】, 【0016】, 図1, 4(ファミリーなし)	1-14
A	J P 2-284103 A(古河電気工業株式会社) 1990. 11. 21, 第3頁右上欄第5行目-第3頁左下欄第9行目, 第1-3図(ファミリーなし)	1-14
A	J P 7-281049 A(富士電気化学株式会社) 1995. 10. 27, 全文, 図1-4(ファミリーなし)	6-7, 11