

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02B 6/42 (2006.01)

G02B 6/122 (2006.01)

H01L 31/12 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200580027013.7

[43] 公开日 2007年7月18日

[11] 公开号 CN 101002123A

[22] 申请日 2005.6.8

[21] 申请号 200580027013.7

[30] 优先权

[32] 2004.6.9 [33] JP [31] 171551/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2005/010517 2005.6.8

[87] 国际公布 WO2005/121855 日 2005.12.22

[85] 进入国家阶段日期 2007.2.9

[71] 申请人 日本电气株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 栗原充 山内贤治

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责任公司

代理人 孙志湧 陆锦华

权利要求书2页 说明书13页 附图4页

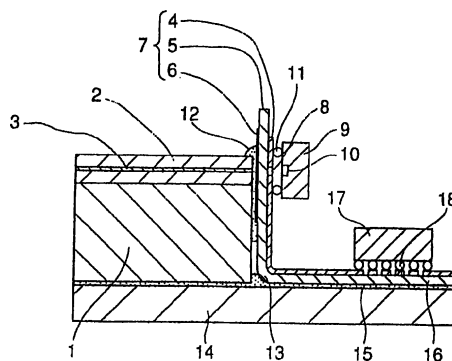
[54] 发明名称

光波导模块

[57] 摘要

提供一种光波导模块，包括：布线板(7)；光接收元件(9)与光波导衬底(1)，其中光接收元件(9)与光波导衬底(1)位于该布线板(7)的两侧，布线板(7)插在两者中间。布线板(7)由以下构成：基本构件(5)，其对于能够被光接收元件(9)接收的波长的光具有透明性；表面电气布线(4)，其在基本构件(5)的表面上；滤光膜(6)，其在基本构件(5)的背面上，用于只通过能够被光接收元件(9)接收的波长的光而反射其它波长的光。比光波导(2)的芯(3)大的孔(8)形成在表面电气布线(4)中。利用凸点(11)，将光接收元件(9)倒装贴装在表面电气布线(4)上，并且光接收元件(9)的光接收区(10)被布置为面对布线板(7)。利用树脂(12)，将布线板(7)的靠近滤光膜(8)的一侧的表面固定到光波导衬底(1)的端面。光波导(2)的芯(3)的光轴以具有

$\pm 5 \mu\text{m}$ 到 $\pm 10 \mu\text{m}$ 的误差的精度与光接收元件(9)的光接收区(10)的中心对准。



1. 一种光波导模块，包括：

布线板，其中在至少一个表面上形成电气布线；

光接收元件，其贴装在所述布线板上，使得光接收区布置成面对其上已经形成所述电气布线的表面；以及

光波导衬底，其上已经形成光波导，其位于所述光接收元件的相对侧，其间插有所述布线板；

其特征在于：

所述布线板的基本构件对于能够被所述光接收元件接收的波长的光具有透明性；

波长滤光器被布置在所述布线板的所述基本构件与所述光波导之间，其用于反射除了能够被所述光接收元件接收的波长之外的波长的光；

孔形成在面对所述光接收元件的所述光接收区的位置处的所述电气布线中，该孔比所述光波导的芯的轮廓大；以及

通过所述波长滤光器与所述孔光学地耦合所述光波导衬底的所述光波导的端部与所述光接收元件的所述光接收区。

2. 根据权利要求 1 所述的光波导模块，其中所述波长滤光器是形成在所述布线板的一侧的表面上的膜，其中所述布线板的一侧是其上有贴装所述光接收元件的表面的相对侧。

3. 根据权利要求 1 所述的光波导模块，其中所述波长滤光器是布置在所述光波导衬底与所述布线板的其上贴装有所述光接收元件的表面的相对侧的表面之间的片。

4. 根据权利要求 3 所述的光波导模块，其中：

在所述电气布线中的所述孔形成在面对所述光接收区的位置处，并且延伸覆盖比所述光接收区的轮廓更宽的区域；以及

所述片状波长滤光器具有用于屏蔽在所述光接收元件中的光接收所不需要的光的光屏蔽膜，并且具有形成在所述光屏蔽膜的面对所述光接收元件的所述光接收区的位置处的孔，该孔比所述光波导的芯的轮廓大。

5. 根据权利要求 3 或者权利要求 4 所述的光波导模块，其中在所述电气布线中的所述孔与形成在所述基本构件中的孔相通，以形成贯通所述布线板的通孔。

6. 根据权利要求 1 到 5 的任意一项所述的光波导模块，其中所述布线板的所述基本构件由柔性介质材料构成。

7. 根据权利要求 6 所述的光波导模块，其中所述布线板在除了其中贴装有所述光接收元件的部分之外的位置弯曲，并且一部分所述布线板的表面基本上与所述光波导平行。

8. 根据权利要求 1 到 7 的任意一项所述的光波导模块，其中集成电路芯片贴装在靠近所述光接收元件的所述布线板上。

光波导模块

技术领域

本发明涉及一种在光通信，并且特别是在波分复用传输中使用的光波导模块。

背景技术

近年来，光通信系统的应用领域的扩展，带来了更小且更便宜的光模块的需求。特别地，在用户光通信系统中，即，在使用光纤将用户家与通信提供商的站点连接在一起的系统（也被称为：“光接入系统”与“FTTH（光纤入户）”）中，期望波分复用通信，用于通过在一根光纤内使用两种波长来实现两路光通信。结果，实现这种通信系统所要求的更小且更便宜的波分复用光发射与接收模块成为至关重要的问题。在这种环境下，开始研究光波导模块，并在实践中使用能够具有更小尺寸且更低成本的结构。

以下解释关于光波导模块的现有技术例子。

图 1 示出了光波导模块的第一个现有技术例子的构造（公开于 JP-A-2001-133666 与 JP-A-2001-305365）。包括滤光膜 103 与光屏蔽膜 104 的滤波片 102 被树脂 106 固定到光波导衬底 100 的靠近光接收元件 107 的端面，其中光波导 101 形成在光波导衬底 100 上。滤光膜 103 使光接收元件 107 能够接收的波长的光通过，而反射其他波长的光。滤波片 102 的光屏蔽膜 104 包括孔 105，该孔 105 用于使能够被光接收元件 107 接收的光通过。相对于光波导衬底 100 来定位滤波片 102，使得孔 105 与光波导 101 的光轴对准。利用焊料 112 将该光波导衬底 100 固定到陶瓷衬底 111 上。利用焊料 110 将光接收元件 107 结合在光接收元件载体 109。利用焊料 113 将光接收元件载体 109 结合在陶瓷衬底

111。在这种光波导模块中，光接收元件 107 的光轴与光波导 101 的光轴的相对位置精度取决于光接收元件 107 的光接收区 108 相对于光接收元件载体 109 的轮廓的位置精度以及光接收元件载体 109 与光波导衬底 100 的相对位置精度，其中光波导衬底 100 结合到陶瓷衬底 111 上。

光发射器件（未示出）贴装在光波导衬底 100 上。光发射器件发射的光的波长与光接收元件 107 能够接收的光的波长不同，并且该光通过光波导 101 传播。从光发射器件发射并且通过光波导 101 传播的几乎所有的光被滤波片 102 的滤光膜 103 反射，因此能够将入射到光接收元件 107 上的多余的光减小到一个微小的量。当光发射器件发射的但并没有入射到光波导 101 上的泄漏的光通过光波导衬底 100 传播，然后通过滤光膜 103 时，产生了少量的多余的光，光屏蔽膜 104 进一步截止该少量的多余的光，由此能够防止多余的光传播到光接收元件 107。

图 2 示出了光波导模块的现有技术的第二个例子（公开于 JP-A-H10-54917）。滤波片 123 插入在光波导 121 的中间，其中该光波导 121 形成在光波导衬底 120 上。滤波片 123 使能够被光接收元件 125 接收并且由光发射器件 126 发射的波长为 λ_1 的光通过，而反射其他波长的光。在通过公共端口 122 传播的多个波长的光中，只有波长为 λ_1 的光通过滤波片 123，其他波长的光被滤波片 123 反射并且被导向反射端口 124。在滤波片 123 之后，光波导 121 分为两部分，以实现与光接收元件 125 和光发射器件 126 的每一个的光耦合。光接收元件 125 与光发射器件 126 贴装在光波导衬底 120 上，使得它们的光轴与两个分开的光波导 121 的每个光轴对准。从光发射器件 126 发射但是没有入射到光波导 121 上的泄漏的光通过光波导 121 传播，但在光屏蔽槽 127 的部分中被截止，因此能够防止从光发射器件 126 泄漏的光传播到反射端口 124。

然而，现有技术的上述光波导模块具有以下问题。

如前所述，在现有技术的第一个例子中，光接收元件 107 的光轴与光波导 101 的光轴的相对位置精度取决于光接收元件 107 的光接收区 108 相对于光接收元件载体 109 的外形的位置精度以及光接收元件载体 109 与光波导衬底 100 的位置精度，其中光波导衬底 100 被固定到陶瓷衬底 111 上。滤波片 102 必须被精确固定，使得孔 105 的位置与从光波导 101 发射的、通过滤光膜 103 的光对准，从而使该光不被阻碍。在波分复用传输中使用的光波导模块要求精确装配，从而保持光轴的偏差小（误差在 $\pm 5\mu\text{m}$ 到 $\pm 10\mu\text{m}$ 的量级）。例如，图 1 所示的构造要求三个高精度的装配步骤（将光接收元件 107 安装到光接收元件载体 109 上的步骤，将光波导衬底 100 与光接收元件载体 109 固定到陶瓷衬底 111 的步骤，以及将滤波片 102 贴附在光波导衬底 100 上的步骤），因此为了进行该装配而需要昂贵的高精度装配设备。还需要两个形成布线的步骤（在光接收元件 107 与光接收元件载体 109 之间形成电气布线的步骤，以及在光接收元件载体 109 与陶瓷衬底 111 之间形成电气布线的步骤）。因此，第一个现有技术例子的这种构造的制造需要许多高精度装配步骤，而这些要求不仅增加了制造成本，还妨碍了产量的提高。此外，实现高精度装配的需要要求使用具有优异机械强度与低热变形水平的陶瓷作为光接收元件载体 109 与陶瓷衬底 111 的材料，还要求误差被抑制到大约 $\pm 1\mu\text{m}$ 的高尺寸精度，这更加有助于提高制造成本。

现有技术的第二个例子要求使用光从端面入射的边入射型光接收元件 125。与传统的光从主表面入射的主表面入射型光接收元件相比，边入射型光接收元件 125 引起更高的成本，而且目前只有极少几种产品可以使用。此外，光接收元件 125 必须这样贴装，使得在光波导 121 的光轴与光接收元件 125 的光轴之间的误差在 $\pm 1\mu\text{m}$ 的量级内，而这种工艺要求非常昂贵的高精度贴装设备。另外，对于一些类型的光波导模块，光发射器件 126 贴装的位置与光接收元件 125 贴装的位置必须

每一个独立地位于昂贵的光波导衬底 120 上。在这种情况下，能够从单一衬底制造出的光波导衬底 120 的数量减少了，这再次导致了更高的成本。

在第一现有技术例子与第二现有技术例子的任一个中，直到装配步骤与形成布线步骤结束前，不能确定在光波导 100 和 121 与光接收元件 107 和 125 之间的光耦合是否是适当（能否得到期望的性能）。结果，当装配光模块时，在对准光轴的步骤中，引起了不能采用典型的主动对准方法的问题。换言之，不能采用如下方法，其中在光从光波导发射到光接收元件的同时允许电流流入光接收元件，在调整相对位置的同时监测光接收元件与光波导之间的光耦合效率以便该两个组件获得最佳位置关系，之后固定这两个组件。

发明内容

本发明的一个目的是解决上述问题，并且提供一种具有简单构造的光波导模块，这种光波导模块易于贴装与装配，并且其特征是尺寸小且制造成本低。

根据本发明，该光波导模块包括：布线板，其中在至少一个表面上形成电气布线；光接收元件，其贴装在布线板上，使得光接收区布置成面对已经形成电气布线的表面；以及光波导衬底，其上已经形成光波导，该光波导衬底位于所述光接收元件的相对侧，其间插有布线板；该光波导模块的特征是：布线板的基本构件对于能够被光接收元件接收的波长的光具有透明性；波长滤光器布置在布线板的基本构件与光波导之间，其中波长滤光器用于反射除了能够被光接收元件接收的波长之外的波长的光；在面对光接收元件的光接收区的位置处，孔形成在电气布线中，该孔比光波导的芯的轮廓大；以及通过所述波长滤光片与所述孔光学地耦合光波导衬底的光波导的端部与光接收元件的光接收区。

根据该光波导模块，光接收元件贴装在布线板上，布线板直接贴附在光波导衬底的端部。因此，只要三个组件，即光接收元件、布线板以及光波导衬底的相对位置关系是精确的，则在贴附其它构件的步骤中不要求高精度。结果，与现有技术的构造相比，要求严格精度的步骤的数目减少了，其中在现有技术的构造中，光接收元件与光波导衬底每一个都独立地贴附在衬底上。

波长滤光器可以是形成在布线板的一侧上的表面上的膜，其中布线板的一侧位于有贴装光接收元件的表面的相对侧上。在这种情况下，构件的数目减少了，并且构造简单了，因此贴附操作容易。

另外，波长滤光器也可以是布置在光波导衬底与布线板的贴装光接收元件的表面的相对侧的表面之间的片。这种构造消除了制备其上形成有膜状波长滤光器的特殊布线板的需要，并且允许自由的选择以及使用以传统方法制造并且已经在使用中的片状波长滤光器，因此这种构造是有效的且实用的，并且降低了制造成本。在电气布线中的孔可以形成在面向光接收区的位置，并且可以延伸覆盖比光接收区的轮廓的区域更宽的区域；并且片形状波长滤光器可以具有包含用于屏蔽在光接收元件的光接收中不需要的光的光屏蔽膜，并且具有形成在光屏蔽膜的面向光接收元件的光接收区的位置的孔，该孔比光波导的芯的轮廓大。这种构造允许在贴附光接收元件和布线板的步骤中进一步减轻相对位置精度，因此进一步方便制造和减小制造成本。

在电气布线中的孔与形成在基本构件中的孔相通，以形成贯通布线板的通孔。在这种情况下，通孔的制造比只在电气布线中形成孔容易。

可以使用柔性介质构件作为基本构件来形成布线板。在这种情况下，布线板优选在除了贴装有光接收元件的部分的位置弯曲，并且一部分布线板的表面优选地基本上与光波导的光轴平行。在典型的光模

块中，通常的构造是光波导的光轴与在光模块端部处的布线板平行，通常优选这种类型的构造。当使用柔性介质作为布线板的基本构件时，能够通过弯曲其上贴装了光学元件的布线板来实现光波导的光轴平行于在光学模块端部处的布线板的构造。特别地，采用聚合物作为基本构件的柔性布线板在许多电气设备中广泛使用。这些板非常便宜并且具有能够通过使用这种布线板使模块便宜的优点。

集成电路芯片也可以接近光接收元件地贴装在布线板上。光接收元件的电输出信号非常弱，因此优选地，尽可能靠近光接收元件地来贴装用于放大信号的集成电路。采用如聚合物的材料作为基本构件的柔性布线板也适用贴装这种集成电路。

利用本发明，与现有技术相比，要求严格高精度装配的步骤的数目能够降低，并且能够进一步被消除进行光接收元件布线的步骤。因此本发明能够使制造容易并且降低制造成本。此外，因为布线板直接固定到光波导衬底上，所以不需要如昂贵的陶瓷衬底或者光接收元件载体等构件，因此构件的数目减少了，并且制造成本降低了。此外，本发明的光波导模块能够使用传统的并且便宜的主表面入射型光接收元件。在昂贵的光波导衬底上不需要用于贴装光接收元件的空间，因此通过减小要使用的光波导衬底的尺寸，能够实现成本的降低。

在根据本发明的光波导模块中，电气布线也在将光接收元件贴装在布线板上的阶段中完成，结果，能够检查光接收元件的特性并且能够在结合到光波导衬底上之前消除有缺陷的元件。从而，能够只将好的光接收元件贴装到光波导衬底上，因此，能够有效地使用昂贵的光波导衬底而不浪费。此外，能够使用主动对准方法作为使光波导的光轴和光接收元件的光轴对准的方法，因此光耦合的效率能够提高。

最后，使用具有诸如聚合物的柔性材料的布线板，能够确保将光波导衬底与布线板固定到相同的衬底，以得到简单且容易的光模块结

构。用于放大光接收信号的集成电路芯片能够容易地贴装在光接收元件附近，以实现特性的提高。

附图说明

图 1 是剖面图，示出了光波导模块的第一现有技术例子的结构；

图 2 是透视图，示出了光波导模块的第二现有技术例子的结构；

图 3 是剖面图，示出了本发明的第一实施例的光波导模块；

图 4 是平面图，示出了图 3 所示的光波导模块应用到接收模块的例子；

图 5 是剖面图，示出了本发明的第二实施例的光波导模块；

图 6 是剖面图，示出了根据本发明的第二实施例的光波导模块的改进；

图 7 是剖面图，示出了根据本发明的第三实施例的光波导模块；

以及

图 8 是剖面图，示出了本发明的第四实施例的光波导模块。

具体实施方式

以下参考附图详细解释根据本发明的实施例。

图 3 示出了本发明的第一实施例的光波导模块的光波导与光接收元件之间的光耦合的构造。图 3 是沿包括光波导的芯的光轴的切割面的剖面图。

在本实施例中，具有 $50\mu\text{m}$ 的厚度的布线板 7 由基本构件 5、表面电气布线 4 以及滤光膜（膜形状波长滤光器）6 构成。基本构件 5 对于能够被光接收元件 9 接收的波长 λ_1 （例如， $1.55\mu\text{m}$ ）的光具有透明性。滤光膜 6 形成在表面电气布线 4 的背表面上，具有通过能够被光接收元件 9 接收的波长 λ_1 的光且反射其他波长的光的特性。孔 8 具有 $100\mu\text{m}$ 的直径，比光波导的芯 3 的直径大，其形成在表面电气布线 4 中。使用具有约 $20\mu\text{m}$ 高的金钉头凸点 11 将主表面入射型光接收元件 9 倒装

贴装在表面电气布线 4 上。该光接收元件 9 的光接收区 10 被布置成面对布线板 7。在布线板 7 上贴装光接收元件 9 的精度应该在一定程度内，使得光接收元件 9 的具有直径 $80\mu\text{m}$ 的光接收区 10 在具有 $100\mu\text{m}$ 直径的孔 8 的区域内，更具体地，应该具有 $\pm 10\mu\text{m}$ 量级的误差。利用树脂 12 将布线板 7 的滤光膜 6 的表面固定在光波导衬底 1 的端面。光波导 2 的芯 3 的光轴与光接收元件 9 的光接收区 10 的中心以具有 $\pm 5\mu\text{m}$ 到 $\pm 10\mu\text{m}$ 量级的误差的精度对准。

此外，在本实施例中，布线板 7 的基本构件 5 由诸如聚合物这样的柔性材料构成。这样，如图 3 所示，利用树脂 12，将其上贴装有光接收元件 9 的布线板 7 的部分固定到光波导衬底 1 的端面上，如前所述，弯曲 13 基本上弯成直角，并且利用树脂 15 将布线板 7 的衬底区 16 与光波导衬底 1 一起固定到衬底 14 上。利用凸点 18 将用于放大光接收元件 9 的光接收信号的信号放大 IC（集成电路芯片）17 贴装在衬底区 16 上。

当制造该光波导模块时，利用凸点 11，将光接收元件 9 固定到布线板 7 之后，布线板 7 与光波导衬底 1 被彼此对准地放置且固定在一起。此时，当光从光波导 2 被导向光接收元件 9 时，电流能够流到光接收元件 9，并且，当监测光耦合效率时，能够调整光接收元件 9 与光波导 2 的相对位置，从而得到这两个组件之间最佳位置关系，之后用树脂 12 将布线板 7 固定到光波导衬底 1。换言之，能够施行主动对准方法。因此，能够容易且高精度地实施光接收元件 9 以及光波导 2 的对准与固定。然而，在布线板 7 与光波导衬底 1 已经对准与固定后，光接收元件 9 也能够被固定到布线板 7 上。

在本实施例中，因为光波导 2 的光轴与布线板 7 的衬底区 16 是平行的，所以能够容易地实施与其它部件的连接，并且能够容易且高精度地实施诸如信号放大 IC 17 等部件到衬底区 16 的贴装。

尽管在图中未示出，信号放大 IC 17 的贴装位置可以是在平行于光接收元件 9 的位置（面对光波导衬底 1 的端面的位置）。在这种情况下，如果信号放大 IC 17 被放置在靠近光接收元件 9 的位置，甚至光接收元件的微弱电输出信号也能够有效地传送到信号放大 IC 17 且被放大。

可以在将衬底区 16 固定到衬底 14 之前实施信号放大 IC 17 的贴装，或者也可以在将衬底区 16 固定到衬底 14 之后实施。

与现有技术相比，本实施例减少了用于形成光波导 2 与光接收元件 9 的光耦合结构的装配步骤的数目，并且特别地，减少了要求高精度的装配步骤的数目。结果，非常方便制造本实施例。更具体地，只要获得三个组件，即光接收元件 9、布线板 7、以及光波导衬底 1 的相对位置关系的高精度，用于贴附其他组件的步骤不要求特别高的精度。在图 1 所示的现有技术的构造中，光接收元件 107 与光波导衬底 100 每个都独立贴附于衬底 111，并且光接收元件 107、光接收元件载体 109、光波导衬底 100、以及衬底 111 的每个相对位置关系都需要高精度。与现有技术的该构造相比，本实施例要求较少的需要严格精度的步骤。

此外，不需要提供与布线板分离的滤波片，因此与现有技术相比，本发明实施例要求更少的组件。另外，本实施例不要求使用昂贵的材料（如陶瓷），而这是现有技术中为了获得更高的精度所需要的，因此，与现有技术相比，本实施例能够采用更便宜的材料。结果，能够降低制造成本。

本实施例允许使用传统的并且便宜的主表面入射型光接收元件 9，因此不需要在昂贵的光波导衬底 1 上贴装光接收元件 9 所需的空間，因此能够减少使用的昂贵的光波导衬底 1 的尺寸，从而实现进一步降低成本。

图 4 是平面图，示出了根据本发明的第一实施例的上述光波导模块中光波导与光接收元件的光学耦合结构被应用到光波导发送与接收模块的例子，其中光波导发送与接收模块用于波分复用传输中。

在本例中，两个光波导 2 形成在光波导衬底 1 内，其中一个用于传输端口 20，一个用于公共端口 21。在两个光波导 2 的靠近光接收元件 9 的一侧上的端部处，两个光波导 2 以 10° 到 30° 的角度交叉。光发射器件 19 和光纤 22 安装在光波导衬底 1 的与光接收元件 9 相对侧的端部。用于传输端口 20 的光波导 2 的芯 3 的光轴与光发射器件 19 的光轴以具有 $\pm 1\mu\text{m}$ 量级的误差的精度对准。用于公共端口 21 的光波导 2 的芯 3 的光轴与光纤 22 的光轴以具有 $\pm 2\mu\text{m}$ 量级的误差的精度对准。从光发射器件 19 发射的波长为 λ_2 （如， $1.3\mu\text{m}$ ）的光通过用于传输端口 20 的光波导 2 传播，并且被滤光膜 6 反射，进而通过用于公共端口 21 的光波导 2 传播，被导引到光纤 22 并且传送到光波导模块之外。另一方面，由光纤 22 从外面传送的波长为 λ_1 的光通过用于公共端口 21 的光波导 2 传播，通过滤光膜 6，并且被导向光接收元件 9 的光接收区 10。

从光发射器件 19 发射的光包含少量的波长为 λ_1 的光，并且该光通过用于传输端口 20 的光波导 2 传播并通过滤光膜 6。然而，用于传输端口 20 的光波导 2 的光轴与用于公共端口 21 的光波导 2 的光轴一起形成 10° 到 30° 的角度，并且孔 8 与光接收元件 9 的光接收区 10 的中心被布置成面对用于公共端口 21 的光波导 2 的光轴。因此，通过滤光膜 6 的、来自用于传输端口 20 的光波导 2 的光，被表面电气布线 4 截止，而不入射到光接收区 10 上。此外，在光波导模块内经历散射的多余的光被表面电气布线 4 截止，防止其入射到光接收元件 9 上。

图 5 示出了根据本发明的第二实施例的光波导模块中的光波导与光接收元件的光耦合构造。图 5 是沿包括光波导芯的光轴的切割面的剖面图。

在本实施例中，具有 $50\mu\text{m}$ 的厚度的布线板 32 由基本构件 31 与表面电气布线 30 构成。基本构件 31 对于波长 λ_1 （例如， $1.55\mu\text{m}$ ）的光具有透明性，其中波长为 λ_1 的光能够被光接收元件 9 接收。具有比光波导 2 的芯 3 的直径大的 $100\mu\text{m}$ 直径的孔 33 形成在布线板 32 的表面电气布线 30 中。使用具有约 $20\mu\text{m}$ 高的金钉头凸点 11，将主表面入射型光接收元件 9 倒装贴装在表面电气布线 30 上。该光接收元件 9 的光接收区 10 被布置为面对布线板 32。光接收元件 9 相对于布线板 32 的贴装精度应该是这样的程度，即光接收元件 9 的具有 $80\mu\text{m}$ 直径的光接收区 10 进入具有 $100\mu\text{m}$ 直径的孔 33 的区域内，更具体地，应该具有 $\pm 10\mu\text{m}$ 量级的误差。具有滤光膜 35 的滤波片 34（片状的波长滤光器）被树脂 36 固定到光波导衬底 1 的端面。滤光膜 35 具有通过波长为 λ_1 的光并且反射其它波长的光的特性，其中波长为 λ_1 的光能够被光接收元件 9 接收。利用树脂 37，将布线板 32 的与贴装光接收元件 9 的表面相反的一侧的表面固定到滤波片 34 上。光波导 2 的芯 3 的光轴与光接收元件 9 的光接收区 10 的中心以具有 $\pm 5\mu\text{m}$ 到 $\pm 10\mu\text{m}$ 的误差的精度对准。其它与第一实施例的构造相似，因此在此省略说明。

在本实施例中，与现有技术相比，用于形成光波导 2 与光接收元件 9 的光学耦合构造的装配步骤的数目没有很大不同。然而，滤波片 34 不需要精确地固定到波导衬底 1 上。此外，因为与第一实施例相同的原因，能够减少要求高精度装配的步骤的数目。这些因素都对制造成本的降低有贡献。

此外，本实施例还允许自由的选择与使用已经传统地制造且使用中的滤波片 34，因而，本实施例是有效且实际地，并且压缩了制造成本。

图 6 示出了该第二实施例的改进。如在该改进中所示，使用双面布线板 39 的构造也是可能的，其中双面布线板 39 由基本构件 31、表面电气布线 30 以及背面布线板 38 构成，并且在背表面布线板 38 中提

供针孔 38a。

图 7 示出了根据本发明的第三实施例的光波导模块中光波导与光接收元件的光学耦合结构。图 7 是沿包括光波导芯的光轴的切割面的剖面图。

在本实施例中，具有 $50\mu\text{m}$ 厚度的布线板 42 由基本构件 41 与表面电气布线 40 构成。基本构件 41 对于能够被光接收元件 9 接收的波长为 λ_1 （例如， $1.55\mu\text{m}$ ）的光具有透明性。具有充分大于光波导 2 的芯 3 的直径的 $200\mu\text{m}$ 直径的孔 43 形成在布线板 42 的表面电气布线 40 中。然后，使用具有大约 $20\mu\text{m}$ 高的金钉头凸点 11，将主表面入射型光接收元件 9 倒装贴装在表面电气布线 40 上。该光接收元件 9 的光接收区 10 布置为面对布线板 42。将光接收元件 9 贴装到布线板 42 的精度应该是这样的程度，即光接收元件 9 的具有 $80\mu\text{m}$ 直径的光接收区 10 进入到具有 $200\mu\text{m}$ 直径的孔 43 的区域内，更具体地，应该具有 $\pm 60\mu\text{m}$ 的量级的误差。利用树脂 48，将具有滤光膜 45 与光屏蔽膜 46 的滤波片 44（片状的波长滤光器）固定到光波导衬底 1 的端面。滤光膜 45 具有通过能够被光接收元件 9 接收的波长为 λ_1 的光而发射其它波长的光的特性。孔 47 形成在光屏蔽膜 46 内，其中孔 47 具有比光波导的芯 3 的直径大的 $100\mu\text{m}$ 直径。利用树脂 49，将滤波片 44 固定到布线板 42 的与贴装了光接收元件 9 的表面相对侧的表面上。光波导的芯 3 的光轴以具有 $\pm 5\mu\text{m}$ 到 $\pm 10\mu\text{m}$ 的误差的精度与光接收元件 9 的光接收区 10 的中心匹配。除此之外，该构造与第一和第二实施例的构造相似，因此省略进一步的解释。

在本实施例中，与现有技术相比，用于形成光波导与光接收元件的光学耦合结构的装配步骤的数目没有大的不同。然而，本实施例消除了高精度地将光接收元件 9 固定到布线板 42 的需要。此外，因为与第一实施例相同的原因，能够减少要求高精度的装配步骤的数目。由于这些原因，降低了制造成本。

图 8 示出了在根据本发明的第四实施例的光波导模块中的光波导与光接收元件的光学耦合结构。图 8 是沿包括光波导芯的光轴的切割面的剖面图。

在本实施例中，具有 $50\mu\text{m}$ 厚度的布线板 52 由基本构件 51 与表面电气布线 50 形成。对于能够被光接收元件 9 接收波长为 λ_1 的光（例如， $1.55\mu\text{m}$ ），基本构件 51 具有光屏蔽性质。通孔 53 形成在布线板 52 中，其中通孔 53 具有比光波导的芯 3 的直径大的 $100\mu\text{m}$ 直径。该通孔 53 与位于表面电气布线 50 中的孔以及位于在基本构件 51 中的孔相通。

使用具有约 $20\mu\text{m}$ 高的金钉头凸点 11，将主表面入射型光接收元件 9 是倒装贴装在表面电气布线 50 上。该光接收元件 9 布置成面对布线板 52。将该光接收元件 9 贴装到布线板 52 的精度应该是这样的程度，即光接收元件 9 的具有 $80\mu\text{m}$ 直径的光接收区 10 进入到具有 $100\mu\text{m}$ 直径的通孔 53 的区域，更具体地，应该具有 $\pm 10\mu\text{m}$ 量级的误差。利用树脂 56，将具有滤光膜 55 的滤波片（片状的波长滤光器）54 固定到光波导衬底 1 的端面上。滤光膜 55 具有通过能够被光接收元件 9 接收的波长为 λ_1 的光而反射其它波长的光的特性。利用树脂 57，将布线板 52 的表面固定到滤波片 54 上，该表面位于贴装了光接收元件 9 的相对侧。光波导的芯 3 的光轴以具有 $\pm 5\mu\text{m}$ 到 $\pm 10\mu\text{m}$ 的误差的精度与光接收元件 9 的光接收区 10 的中心匹配。除此之外，该构造与第一到第三实施例的构造相同，因此省略进一步的解释。

在本实施例中，与现有技术相比，用于形成光波导 2 与光接收元件 9 的光学耦合构造的装配步骤的数目没有大的不同。然而，由于通孔 53 的相对大的尺寸，本实施例消除了高精度地将滤光片 54 固定到光波导衬底 1 的需要。此外，因为与第一实施例相同的原因，能够减少要求高精度装配的步骤的数目，因此能够降低制造成本。

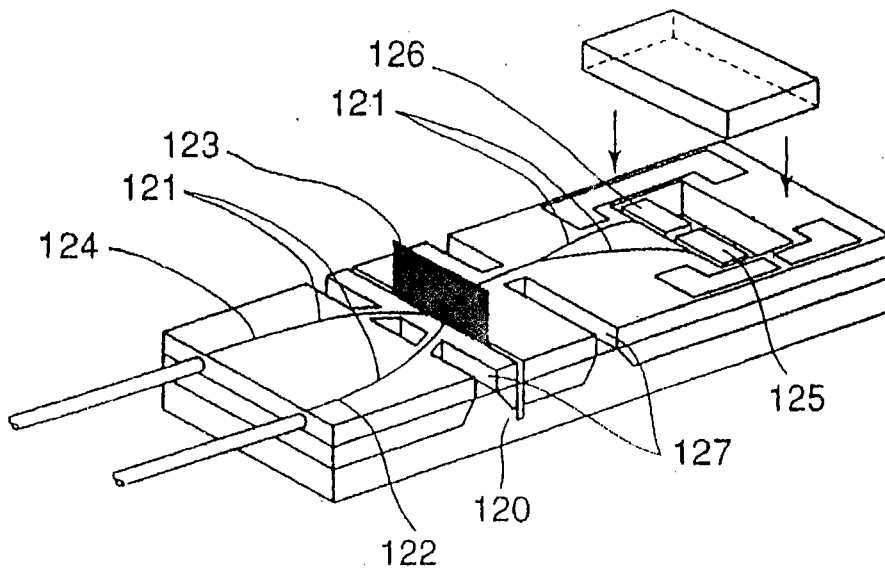
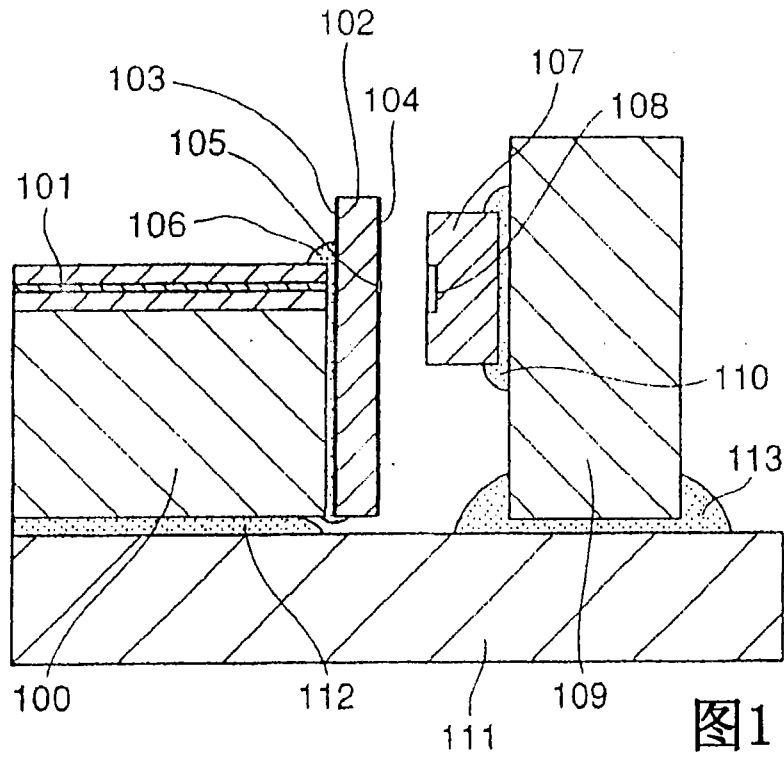


图2

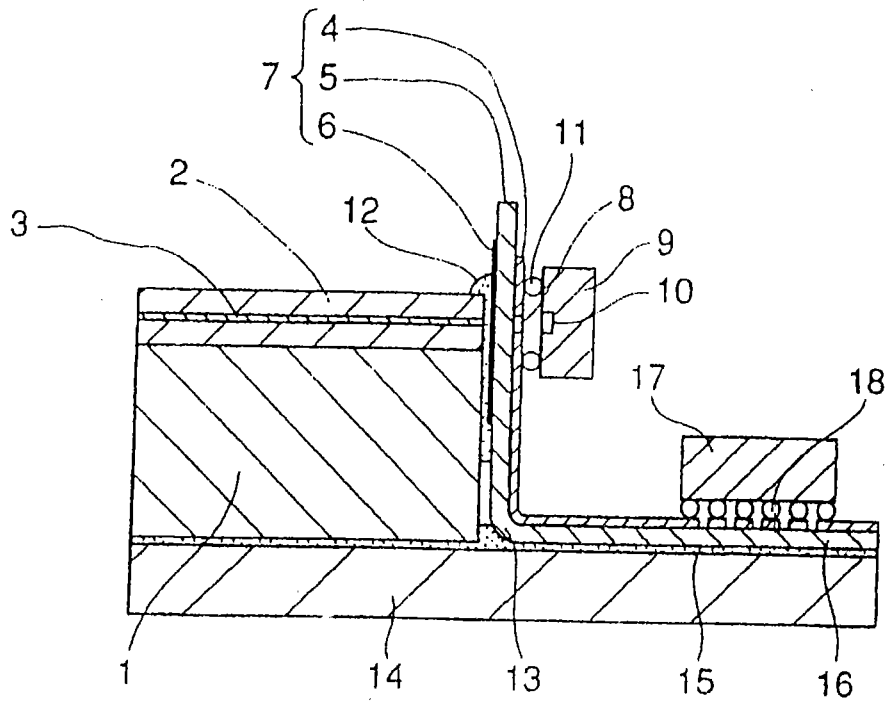


图3

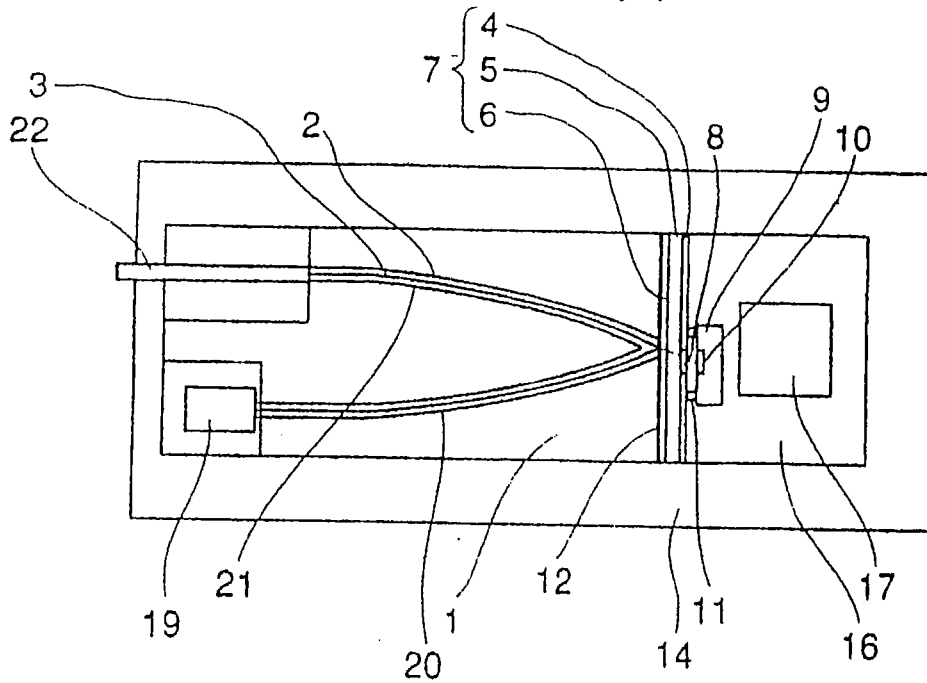


图4

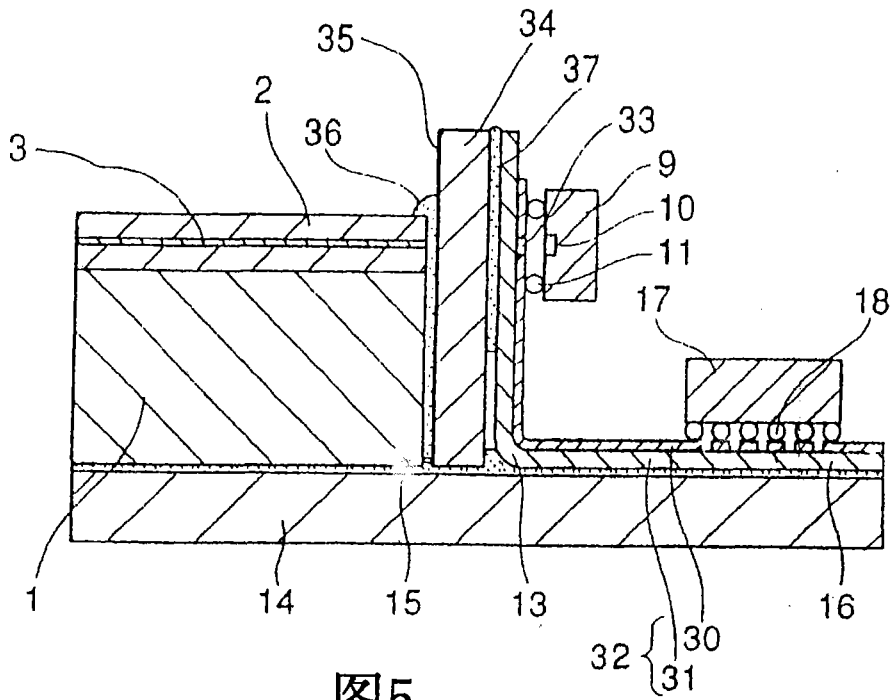


图5

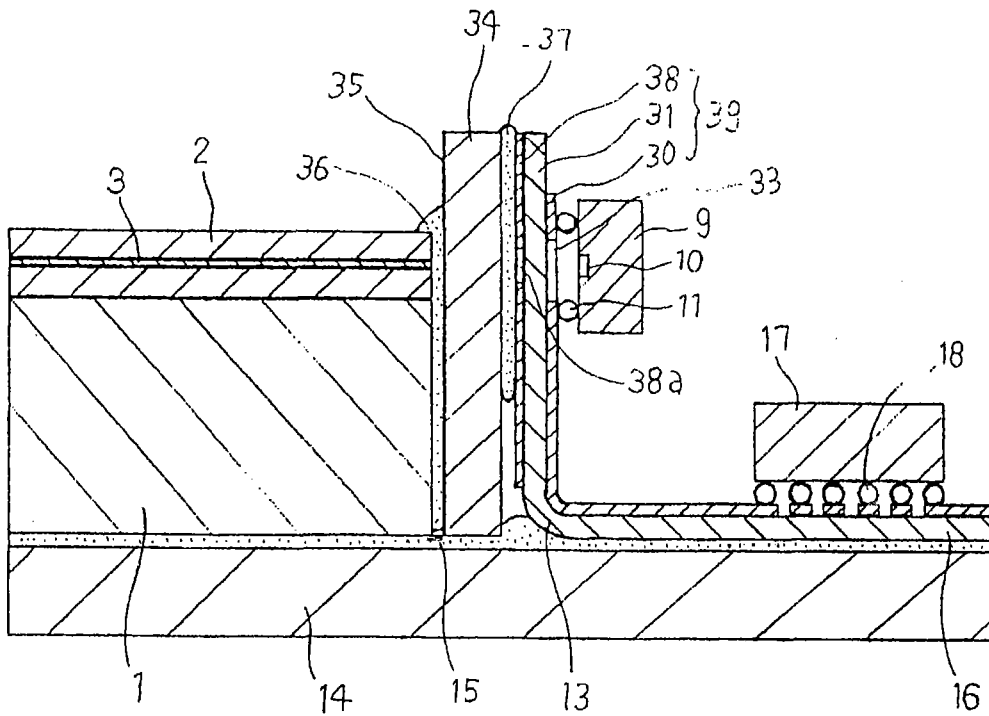


图6

